



ESTUDOS HIDROLÓGICOS DA BACIA DO RIO PINDARÉ-MIRIM

Beatriz Ventura Abreu

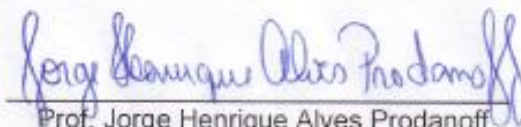
Projeto de final de curso submetido ao corpo docente da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau em Engenharia Civil.

ESTUDOS HIDROLÓGICOS DA BACIA DO RIO PINDARÉ-MIRIM

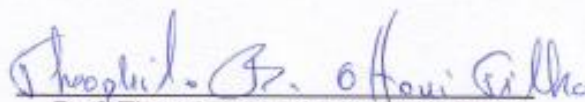
Beatriz Ventura Abreu

PROJETO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DA ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinada por:


Prof. Jorge Henrique Alves Prodanoff
(Orientador)


Prof. Paulo Renato Diniz Junqueira
Barbosa


Prof. Theophilo Benedicto Ottoni Filho

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
AGOSTO de 2013

Abreu, Beatriz Ventura

ESTUDOS HIDROLÓGICOS DA BACIA DO RIO PINDARÉ-MIRIM / Beatriz Ventura Abreu - Rio de Janeiro: UFRJ / ESCOLA POLITÉCNICA, 2013.

ix, 93 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Jorge Henrique Alves Prodanoff

Projeto de Graduação - UFRJ / POLI / Curso de Engenharia Civil, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 93.

1. Estudos Hidrológicos. 2. Bacia Rio Pindaré-Mirim. 3. Climatologia. 4. Vazões Médias Mensais. 5. Chuva Equivalente. 6. Preenchimento de Falhas. 7. Análise de Consistência

I. Alves Prodanoff, Jorge Henrique; II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil; III. Estudos Hidrológicos da Bacia do Rio Pindaré

Estudos Hidrológicos da Bacia do Rio Pindaré Mirim

Beatriz Ventura Abreu
Agosto/2013

Orientador: Prof. Jorge Henrique Alves Prodanoff, D. Sc.
Curso: Engenharia Civil

Resumo

A bacia do rio Pindaré Mirim localiza-se no estado do Maranhão. O rio Pindaré Mirim percorre cerca de 466,3 km até atingir a sua foz, no rio Mearim e possui área de drenagem total de aproximadamente 40.482 km².

Devido a falta de estudos semelhantes na região, o objetivo do presente estudo é a avaliação da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica em questão.

Para o desenvolvimento desse trabalho foram realizadas pesquisas de dados climatológicos, pluviométricos e fluviométricos na área de interesse junto aos órgãos oficiais responsáveis. A escolha dos postos foi feita priorizando aqueles cujas séries de leituras fossem mais longas, completas e recentes. De posse dos dados, foi realizado o tratamento e processamento dos mesmos.

Na climatologia, procurou-se interpretar as variações sazonais de diversos parâmetros para verificação das características locais.

Diferentes métodos foram utilizados e comparados no preenchimento de falhas e cálculo da chuva média da bacia até a determinação da série de chuva equivalente válida.

A definição da série de vazões representativa fundamentou-se nas informações de leituras de régua, vazões médias diárias e resumo de descarga e foi precedida de estudos relativos à curva-chave, análise de correlações e preenchimento de falhas para consistência e complementação dos dados existentes.

De posse das séries de vazões representativas foram extraídos dados estatísticos tais qual a Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, vazões médias e mínimas que servirão de subsídios para o projeto “Conhecimento Integrado de Pesquisa: Serviços de Ecossistemas e Estratégias de Conservação e Manejo da Biodiversidade e Ecossistemas, Amazônia do Maranhão, Brasil.”

Abstract of undergraduate project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

Hydrologic Studies of Pindaré Mirim River Basin

Beatriz Ventura Abreu
Agosto/2013

Advisor: Prof. Jorge Henrique Alves Prodanoff, D. Sc.
Course: Civil Engineering

Abstract

The river basin Pindaré Mirim is located in the state of Maranhão. The Pindaré Mirim river travels about 466.3 kilometers until reaching its mouth, in the river Mearim and it drains an area of approximately 40,482 km².

Due to the lack of similar studies in the region, the aim of this study is to assess the water availability in the basin referred above.

For the development of this work were carried out researches on climatological data, rainfall and streamflow in the area of interest by the organization responsible. The choice of stations was made prioritizing those whose series of readings were longer, complete and recent. With the data, we performed the treatment and processing of the same.

In climatology, sought to interpret the seasonal variations of various parameters to check the local characteristics.

Different methods were used and compared to fulfill the gaps and calculate the average rainfall to determine the basin's equivalent precipitation amount.

The definition of the number of flows representative was based on information from ruler readings, average daily flow and discharge summary and was preceded by studies on discharge curve, correlation analysis and gap filling for consistency and complementarity of existing data.

Possession of streamflow series were extracted representing such statistical data which $Q_{95}, Q_{90}, Q_{7,10}$, average and minimum flow rates that will grant for the project "Knowledge Integrated Research: Ecosystem Services and Strategies for Conservation and Management of Biodiversity and ecosystems, the Amazon of Maranhão, Brazil. "

ÍNDICE

1. Introdução.....	1
2. Localização da Bacia Hidrográfica.....	3
3. Dados existentes	5
3.1. Dados Pluviométricos.....	5
3.2. Dados Fluviométricos	7
3.3. Dados Climatológicos.....	10
4. Caracterização da Bacia Hidrográfica.....	11
4.1. Índices Fluviomorfológicos	11
5. Caracterização do regime climático regional.....	14
5.1. Temperatura	14
5.2. Evaporação	14
5.3. Umidade Relativa.....	14
5.4. Insolação.....	14
5.5. Caracterização Do Regime Pluvial	17
5.6. Estudos Das Chuvas Intensas	24
6. Pluviologia	27
6.1. Análise de Consistência dos Dados e Preenchimento de Falhas	27
6.1.1.Método da Ponderação Regional.....	27
6.2. Método da Regressão Linear	35
6.3. Análise de Consistência – Método da Dupla Massa	50
6.4. Chuva Média na Bacia	56
6.4.1.Método da Média Aritmética.....	56
6.4.2.Método de Thiessen	58
7. Caracterização do Regime Fluvial	61
7.1. Análise da Série de Cotas.....	61
7.2. Curvas Chave	69
7.3. Séries de Vazões Diárias nos Postos Fluviométricos.....	77
7.4. Séries de Vazões Médias Mensais nos Postos Fluviométricos.....	80
7.5. Parâmetros Estatísticos.....	89
8. Conclusão.....	92
9. Bibliografia.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Delimitação da Bacia do Rio Pindaré.....	3
Figura 2 - Localização da Bacia do Rio Pindaré no Estado do Maranhão.....	4
Figura 3 - Localização dos Postos Pluviométricos.....	6
Figura 4 - Localização das Estações Fluviométricas.....	8
Figura 5 - Localização da Estação Climatológica.....	10
Figura 6 – Gráfico de Temperatura na Estação Climatológica Zé Doca.....	15
Figura 7 – Gráfico de Precipitação Total e Umidade Relativa na Estação Climatológica Zé Doca.....	16
Figura 8 – Gráfico de Evaporação Total e Insolação na Estação Climatológica Zé Doca.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 9 – Gráfico de Características Pluviométricas em Pindaré-Mirim.....	19
Figura 10 – Gráfico de Características Pluviométricas em Tucuma.....	19
Figura 11 – Gráfico de Características Pluviométricas em Vale do Pindaré.....	20
Figura 12 – Gráfico de Curvas Intensidade-Duração-Frequência.....	26
Figura 13 – Gráfico de Correlação entre Pindaré Mirim e Newton Belo.....	35
Figura 14 – Gráfico de Correlação entre Boa Vista do Pindaré e Newton Belo.....	35
Figura 15 – Gráfico de Correlação entre Newton Belo e Pindaré-Mirim.....	36
Figura 16 – Gráfico de Correlação entre Tucuma e Ponte BR-222.....	36
Figura 17- Gráfico de Correlação entre Tucuma e Fazenda Pedreiras.....	37
Figura 18 – Gráfico de Correlação entre Arame e Ponte BR-222.....	37
Figura 19 – Gráfico de Correlação entre Arame e Fazenda Pedreiras.....	38
Figura 20 – Gráfico de Correlação entre Ponte BR-222 e Tucuma.....	38
Figura 21 – Gráfico de Correlação entre Ponte BR-222 e Fazenda Pedreiras.....	39
Figura 22 – Gráfico de Correlação entre Fazenda Pedreiras e Ponte BR-222.....	39
Figura 23 – Gráfico de Correlação entre Fazenda Pedreiras e Vale do Pindaré.....	40
Figura 24 - Correlação entre Fazenda Pedreiras e Tucuma.....	40
Figura 25 – Gráfico de Correlação entre Vale do Pindaré e Fazenda Pedreiras.....	41
Figura 26 – Gráfico de Correlação entre Vale do Pindaré e Tucuma.....	41
Figura 27 – Gráfico de Correlação entre Reta KM-32 e Vale do Pindaré.....	42
Figura 28 – Gráfico de Correlação entre Reta KM-32 e Tucuma.....	42
Figura 29 – Gráfico de Correlação entre Buritirama e Reta KM-32.....	43
Figura 30 - Gráfico de Dupla Massa – posto Pindaré Mirim.....	51
Figura 31 - Gráfico de Dupla Massa – posto Boa Vista do Pindaré.....	51
Figura 32 - Gráfico de Dupla Massa – posto Newton Belo.....	52

Figura 33 - Gráfico de Dupla Massa – posto Tucuma	53
Figura 34 - Gráfico de Dupla Massa – posto Arame.....	53
Figura 35 - Gráfico de Dupla Massa – posto Ponte BR-222.....	54
Figura 36 - Gráfico de Dupla Massa – posto Fazenda Pedreiras	54
Figura 37 - Gráfico de Dupla Massa – posto Vale do Pindaré.....	55
Figura 38 - Gráfico de Dupla Massa – posto Reta KM-32	55
Figura 39 - Gráfico de Dupla Massa – posto Buritirama.....	56
Figura 40 - Divisão da Bacia pelo Método de Thiessen	59
Figura 41 - Cotograma do Rio Pindaré em Vale do Pindaré.....	61
Figura 42 - Análise da Curva-Chave ANA do Rio Pindaré em Vale do Pindaré.....	71
Figura 43 - Curva-Chave do Vale do Rio Pindaré em Pindaré (Adotada).....	72
Figura 44 - Análise da Curva-Chave ANA do Rio Buritcupu em Ponte BR-222.....	73
Figura 45 - Curva-Chave do Rio Buritcupu em Ponte BR-222 (Adotada).....	73
Figura 46 - Análise da Curva-Chave ANA do Rio Zutuia em Esperantina	74
Figura 47 - Curva-Chave do Rio Zutuia em Esperantina (Adotada)	75
Figura 48 - Análise da Curva-Chave ANA do Rio Pindaré em Pindaré Mirim.....	76
Figura 49 - Curva-Chave do Rio Pindaré em Pindaré Mirim (Adotada)	77
Figura 50 - Comparação entre vazões em Vale do Pindaré	78
Figura 51 - Comparação entre vazões em Ponte BR-222.....	78
Figura 52 - Comparação entre vazões em Esperantina	79
Figura 53 - Comparação entre vazões em Pindaré Mirim	79
Figura 54 – Gráfico de Correlação entre Vale do Pindaré e Esperantina – até Dez/0381	
Figura 55 – Gráfico de Correlação entre Vale do Pindaré e Esperantina – até Dez/1281	
Figura 56 – Gráfico de Correlação entre Ponte BR-222 e Pindaré Mirim	82
Figura 57 – Gráfico de Correlação entre Ponte BR-222 e Esperantina	83
Figura 58 – Gráfico de Correlação entre Esperantina e Pindaré-Mirim	84
Figura 59 – Gráfico de Correlação entre Pindaré-Mirim e Esperantina	84
Figura 60 - Curva de Permanência em Vale do Pindaré	90
Figura 61 - Curva de Permanência em Ponte BR-222	90
Figura 62 - Curva de Permanência em Esperantina	91
Figura 63 - Curva de Permanência em Pindaré-Mirim	91

ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1 - Estações Pluviométricas na Área de Interesse	6
Tabela 2 - Quadro de Disponibilidade de Dados	7
Tabela 3 - Estações Fluviométricas na Área de Interesse	8
Tabela 4 - Disponibilidade de Dados Fluviométricos.....	9
Tabela 5 - Índices Fluviomorfológicos da Bacia do Rio Pindaré	12
Tabela 6 - Tempo de Concentração na Bacia do Rio Pindaré.....	13
Tabela 7 - Valores de Temperatura, Evaporação e Umidade Relativa em Zé Doca (código INMET 82376).....	15
Tabela 8 - Características Pluviométricas Mensais em Pindaré-Mirim	17
Tabela 9 - Características Pluviométricas Mensais em Tucuma	18
Tabela 10 - Características Pluviométricas Mensais em Vale do Pindaré	18
Tabela 11 - Distribuição Pluviométricas Anuais em Pindaré-Mirim.....	21
Tabela 12 - Distribuição Pluviométricas Anuais em Tucuma.....	22
Tabela 13 - Distribuição Pluviométricas Anuais em Vale do Pindaré	23
Tabela 14 - Valores α para as Observações Pluviográficas do Posto Barra do Corda.....	25
Tabela 15 - Valores β para as Observações Pluviográficas do Posto Barra do Corda.....	25
Tabela 16 - Alturas de Chuva no Posto Barra do Corda	25
Tabela 17 - Intensidade de Chuva no Posto Barra do Corda	26
Tabela 18 - Preenchimento de falhas – método da Ponderação Regional	28
Tabela 19 - Preenchimento de falhas – método da Regressão Linear	43
Tabela 20 - Precipitação Total Média Anual – Método da Média Aritmética.....	57
Tabela 21 - Área de Influência e Pesos dos Postos Pluviométricos	59
Tabela 22 - Precipitação Total Média Anual – Método de Thiessen.....	60
Tabela 23 - Cotas corrigidas em Vale do Pindaré	62
Tabela 24 - Cotas corrigidas em Pindaré Mirim	67
Tabela 25 - Cotas corrigidas em Esperantina	68
Tabela 26 - Cotas corrigidas em Ponte BR-222.....	68
Tabela 27 - Vazões Médias Mensais do Rio Pindaré em Vale do Pindaré	85
Tabela 28 - Vazões Médias Mensais do Rio Buriticupu em Ponte BR-222	86
Tabela 29 - Vazões Médias Mensais do Rio Zutuia em Esperantina.....	87
Tabela 30 - Vazões Médias Mensais do Rio Pindaré em Pindaré Mirim	88
Tabela 31 - Parâmetros Estatísticos	91

1. INTRODUÇÃO

A questão fundamental para o adequado gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, é o conhecimento da disponibilidade hídrica de uma determinada região ou bacia hidrográfica. A avaliação da disponibilidade hídrica é fundamental para definir se os recursos hídricos disponíveis suportam as demandas desejadas. Podendo ser usada para subsidiar a tomada de decisão quanto a intervenções numa determinada bacia.

Uma gestão adequada dos recursos hídricos, visa fundamentalmente propiciar a utilização racional das águas disponíveis, reduzir os conflitos advindos do seu uso múltiplo e subsidiar o planejamento de políticas públicas, e para isso é fundamental conhecer as disponibilidades hídricas da região ou da bacia hidrográfica.

A disponibilidade hídrica pode ser avaliada visando suprir uma demanda específica ou visando estabelecer políticas públicas.

O artigo 23 da Política Nacional de Irrigação (Lei Nº 12.787, de 11 de JANEIRO de 2013), estabelece que a utilização de recurso hídrico por projeto de irrigação dependerá de prévia outorga do direito de uso de recursos hídricos, concedida por órgão federal, estadual ou distrital, conforme o caso. O inciso § 1º estabelece que as instituições participantes do sistema nacional de crédito rural de que trata a Lei Nº 4.829, de 5 de novembro de 1965, somente financiarão a implantação, a ampliação e o custeio de projetos de irrigação que detenham outorga prévia do direito de uso dos recursos hídricos.

O inciso XXXVI, do artigo 2º, da Resolução CONAMA n.o 357/2005, define a vazão de referência como *“A vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH.* O conceito técnico de vazão de referência, para fins de outorga é a vazão do corpo hídrico que representa uma condição de alta garantia (quantitativa). Os critérios de outorga adotam a vazão de referência para garantir o atendimento aos usos humanos.

O artigo 6º da RESOLUÇÃO Nº 707, DE 21 DE DEZEMBRO DE 2004, da AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA resolveu que não são objeto de outorga de direito de uso de recursos hídricos, mas obrigatoriamente de cadastro, em formulário específico disponibilizado pela ANA:

III – usos com vazões de captação máximas instantâneas inferiores a 1,0 L/s, quando não houver deliberação diferente do CNRH.

Os órgãos estaduais podem estabelecer valores de referência para as vazões insignificantes, como sendo aquelas vazões de captação menores que um determinado percentual da vazão de referência Q95%, por exemplo, 1% da Q95%.

Caso o valor da vazão de retirada ou captação ficar dentro da faixa definida como vazão insignificante, então o projeto de irrigação ficará dispensado da outorga, facilitando em muito o processo de financiamento como um todo.

Devido a falta de estudos semelhantes na região do Maranhão, o objetivo do presente estudo é a avaliação da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio Pindaré, que servirá de subsídio para o projeto “Avaliação da disponibilidade hídrica para consolidação de ações de desenvolvimento regional e apoio a agricultura familiar” realizado por PRODANOFF (2013b) com especial atenção as possíveis pequenas demandas hídricas de praticantes da agricultura familiar ou empreendedor familiar rural.

2. LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica do Rio Pindaré, afluente da margem direita do rio Mearim, está situada na bacia deste, no estado do Maranhão, entre os paralelos 3°11' e 5°51' Sul e os meridianos 45°38' e 46°26' Oeste.

A nascente do Rio Pindaré está localizada nas proximidades da cidade de Montes Altos e Amarante do Maranhão, na serra do Gurupí, em área indígena denominada Krikati, a cerca de 300 metros de altitude. Percorrendo cerca de 466,3 km até atingir a sua foz, no rio Mearim, o Rio Pindaré tem área de drenagem total de aproximadamente 40.482 km².

A bacia estende-se na direção sul-sudoeste a norte-nordeste, limitando-se a oeste com a bacia do rio Gurupi e a leste com a bacia do rio Grajaú.

O Rio Pindaré tem como principais afluentes os rios Buriticupu, Negro, Paragominas, Zutuia, Timbira, Água Preta e Santa Rita.

A bacia faz parte dos municípios de Alto Alegre do Pindaré, Santa Inês, Pindaré Mirim, e dezenas de povoados, no estado do Maranhão. A área da bacia é ocupada predominantemente por fazendas agropecuárias e as zonas urbanas mais próximas situam-se nos municípios de Alto Alegre do Pindaré, Santa Inês, Pindaré Mirim, a bacia possui também outras áreas de reservas indígenas.



Figura 1 - Delimitação da Bacia do Rio Pindaré



Figura 2 - Localização da Bacia do Rio Pindaré no Estado do Maranhão

3. DADOS EXISTENTES

A busca por dados hidrológicos representativos na bacia procedeu-se através da identificação dos postos representativos na região utilizando o sistema de informações georreferenciadas fornecidos pelo programa SIGEL da ANEEL e após essa identificação inicial os dados foram obtidos a partir de consultas ao banco de dados Hidroweb, em maio de 2013, que disponibilizou os dados, dos postos operados pela ANA – Agência Nacional de Águas e às Normais Climatológicas (1961-1990) – publicadas pelo INMET (1992). Essas informações configuram-se em subsídios básicos para a execução de estudos hidrometeorológicos.

3.1. Dados Pluviométricos

Na bacia do rio Pindaré foram identificados as estações pluviométricas e mediante análise de suas disponibilidades de dados foram escolhidos os postos que continham dados até atualmente e que tinham uma extensão superior a 20 anos. Os postos Pindaré-Mirim (código 345006), Boa Vista do Pindaré (código 345012), Newton Belo (código 345013), Tucuma (código 346002), Arame (código 445008), Ponte BR-222 (código 446000), Fazenda Pedreiras (código 446001), Vale do Pindaré (código 446002), Reta KM-32 (código 447002) e Buritirama (código 547005), foram identificados como sendo os postos mais adequados à utilização no presente estudo. Estes postos encontram-se em operação e possuem dados disponíveis.

A Tabela 1 apresenta as principais informações sobre estes postos, onde constam as áreas de drenagem aferidas e os períodos de operação informados.

A Figura 3 apresenta a bacia hidrográfica e seu entorno, com a localização dos postos pluviométricos que dispõem de dados.



Figura 3 - Localização dos Postos Pluviométricos

Tabela 1 - Estações Pluviométricas na Área de Interesse

CÓDIGO	ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	RESPONSÁVEL / OPERADORA	ÁREA (km ²)	OPERAÇÃO	
						INÍCIO	FIM
345006	Pindaré-Mirim	3:39:30	45:26:35	ANA / CPRM		1972	-
345012	Boa Vista do Pindaré	3:24:10	45:00:38	ANA / CPRM		1983	-
345013	Newton Belo	3:25:28	45:40:10	ANA / CPRM		1984	-
346002	Tucuma	4:13:53	46:10:44	ANA / CPRM		1984	-
445008	Arame	4:53:11	46:00:41	ANA / CPRM		1983	-
446000	Ponte BR-222	4:18:15	46:29:37	ANA / CPRM		1982	-
446001	Fazenda Pedreiras	4:24:33	46:44:51	ANA / CPRM		1984	-
446002	Vale do Pindaré	4:41:53	46:56:21	ANA / CPRM		1984	-
447002	Reta KM-32	4:50:29	47:16:26	ANA / CPRM		1984	-
547005	Buritirama	5:35:40	47:01:09	ANA / CPRM		1982	-

A disponibilidade de dados dos postos pluviométricos pode ser identificada no Tabela 2, na qual os anos que apresentam a totalidade de dados disponíveis tem a respectiva quadrícula preenchida na cor azul, e os valores contidos nessas quadrículas indicam o número de meses que possuem dados. Considera-se que um mês apresenta falhas, quando o mesmo apresenta pelo menos um dia sem dado observado.

Tabela 2 - Quadro de Disponibilidade de Dados

Nome da Estação	PINDARÉ-MIRIM	BOA VISTA DO PINDARÉ	NEWTON BELO	TUCUMA	ARAME	PONTE BR-222	FAZENDA PEDREIRAS	VALE DO PINDARE	RETA KM-32	BURITIRAMA	
Código ANA	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005	
Responsável	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	ANA	
Operadora	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	
ANO	1970	0									
	1										
	2	11									
	3	12									
	4	11									
	5	12									
	6	12									
	7	12									
	8	12									
	9	12									
	1980	0	12								
	1	12									
	2	12					9			11	
	3	12	11			10	12			12	
	4	12	12	8	8	12	12	8	8	7	12
	5	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12
	6	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12
	7	12	12	12	9	12	12	12	12	12	12
	8	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12
	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	1990	0	12	12	12	12	8	12	12	12	12
	1	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12
	2	12	12	12	12	12	7	5	11	7	12
	3	12	12	12	12	12	11	12	7	12	12
	4	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	5	11	12	12	12	12	10	12	12	12	12
	6	12	12	12	10	12	11	12	12	12	12
	7	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	2000	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	1	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	2	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12
	3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	4	12	12	12	12	12	12	12	9	12	12
	5	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12
6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
7	12	12	12	12	12	12	9	12	12	12	
8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
9	12	12	12	11	11	12	12	12	12	12	
2010	0	11	11	12	11	9	11	8	12	11	
1	12	10	12	11	11	12	12	11	12	12	
2	12	12	12	12	8	12	12	12	10	12	
3	1	1	1		1	1	1			1	

3.2. Dados Fluviométricos

Na bacia do rio Pindaré foram escolhidos e identificados quatro postos para a caracterização do regime fluvial. Os postos Pindaré-Mirim (código 33190000) e Vale do Pindaré (código 33025000), Ponte BR-222 (33050000) e Esperantina (33170000) como sendo os postos mais adequados à utilização no presente estudo. Estes postos encontram-se em operação e possuem dados disponíveis.

A Tabela 3 apresenta as principais informações sobre estes postos, onde constam as áreas de drenagem aferidas e os períodos de operação informados.

A Figura 4 apresenta a bacia hidrográfica e seu entorno, com a localização dos postos pluviométricos que dispõem de dados.

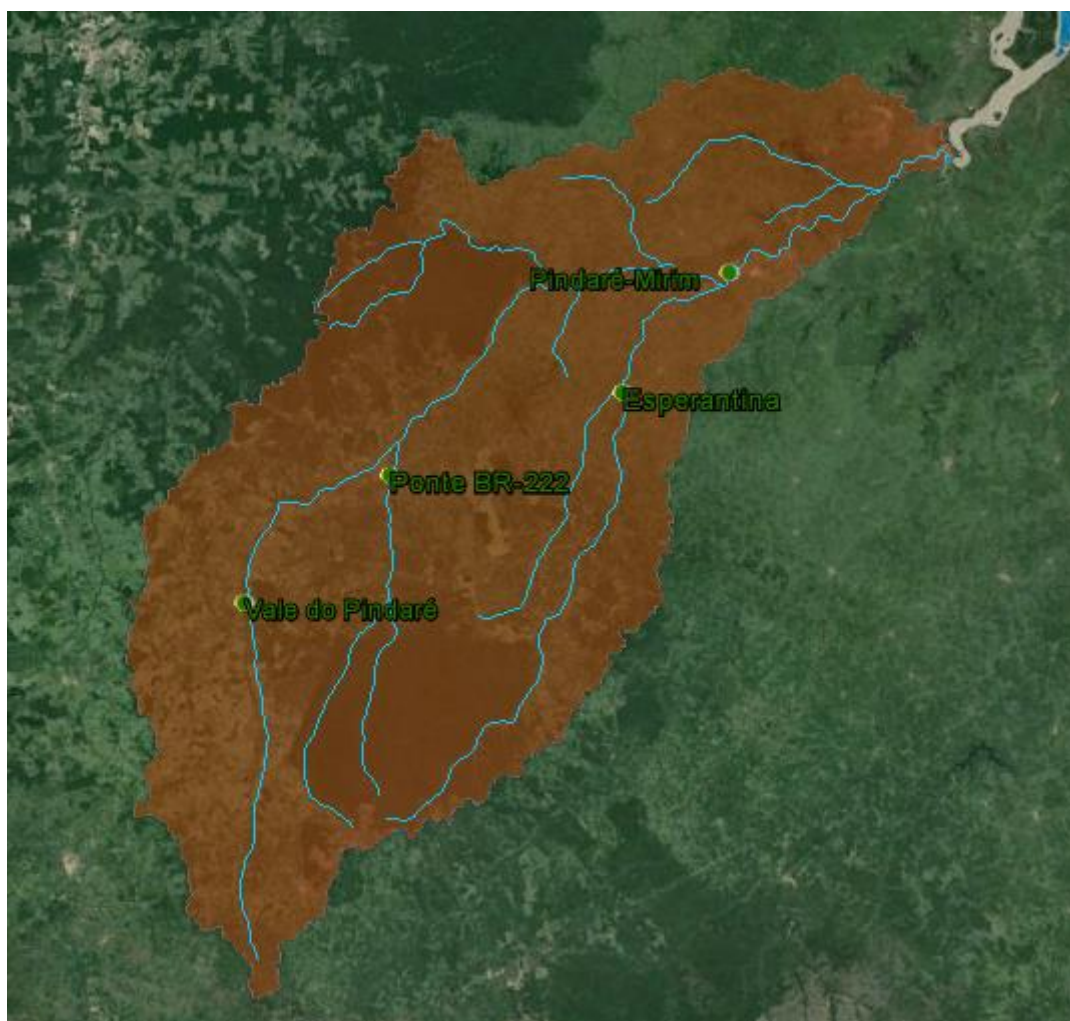


Figura 4 - Localização das Estações Fluviométricas

Tabela 3 - Estações Fluviométricas na Área de Interesse

Código	Estação	Rio	Latitude	Longitude	Responsável / Operadora	Área (km ²)	Operação	
							Início	Fim
33190000	PINDARÉ-MIRIM	Pindaré	4:41:45	46:56:00	ANA / CPRM	35400	1971	-
33050000	PONTE BR-222	Buriticupu	4:17:50	46:29:15	ANA / CPRM	4750	1979	-
33170000	ESPERANTINA	Zutiua	4:01:56	45:46:36	ANA / CPRM	5930	1972	-
33025000	VALE DO PINDARÉ	Pindaré	3:39:40	45:27:30	ANA / CPRM	5480	1979	-

A disponibilidade de dados dos postos fluviométricos pode ser identificada na Tabela 4.

Tabela 4 - Disponibilidade de Dados Fluviométricos

Nome da Estação		VALE DO PINDARE	PONTE BR-222	ESPERANTINA	PINDARÉ-MIRIM									
Código ANA		33025000	33050000	33170000	33190000									
Curso d'Água		RIO PINDARÉ	RIO BURITICUPU	RIO ZUTUIA	RIO PINDARÉ									
Área (km²)		35400	4750	5930	5480									
Responsável		ANA	ANA	ANA	ANA									
Operadora		CPRM	CPRM	CPRM	CPRM									
ANO	1970	0												
		1											○	
		2								○				○
		3								○				○
		4								○				○
		5								○				○
		6								○				○
		7								○				○
		8								○				○
	9			○					○				○	
	1980	0			○					○				○
		1			○					○				○
		2			○					○				○
		3			○					○				○
		4			○					○				○
		5			○					○				○
		6			○					○				○
		7			○					○				○
		8			○					○				○
	9			○					○				○	
	1990	0			○					○				○
		1			○					○				○
		2			○					○				○
		3			○					○				○
4				○					○				○	
5				○					○				○	
6				○					○				○	
7				○					○				○	
8				○					○				○	
9			○					○				○		
2000	0			○					○				○	
	1			○					○				○	
	2			○					○				○	
	3			○					○				○	
	4			○					○				○	
	5			○					○				○	
	6			○					○				○	
	7			○					○				○	
	8			○					○				○	
9			○					○				○		
2010	0			○					○				○	
	1			○					○				○	
	2			○					○				○	

LEGENDA: ■ COTA DIÁRIA ■ VAZÃO DIÁRIA ○ RESUMO DE MEDIÇÃO DE DESCARGA

3.3. Dados Climatológicos

Para a caracterização mais detalhada da bacia em questão, a estação climatológica Zé Doca, operada pela INMET (código **82376**) foi tomada como representativa da região em estudo por estar localizada dentro da bacia. O período de dados da estação vai de 1976 até 1990.



Figura 5 - Localização da Estação Climatológica

4. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Os principais acessos à área da bacia são a BR-222, que liga o município de Marabá – PA ao estado do Ceará e acompanha a margem direita do Rio Pindaré é a estrada de ferro Carajás que liga o município de Parauapebas – PA a São Luiz, capital do Maranhão.

A principal atividade econômica da região é a agropecuária.

A vegetação da bacia hidrográfica avaliada é em sua maior parte antropizada, apresentando vestígios de vegetação e floresta ombrófila densa. A vegetação ciliar marginal apresenta baixos índices de conservação, predominantemente nas cidades que se desenvolveram as margens do rio sendo a ocupação antrópica a principal causa da erosão das margens e assoreamento do rio.

Para o reconhecimento da bacia e a delimitação das áreas de drenagem de interesse, foram utilizadas bases de dados disponibilizados em conjunto com o programa ArcGIS e posteriormente o Google Earth.

4.1. Índices Fluviomorfológicos

Os índices fluviomorfológicos são relações numéricas obtidas a partir de dimensões características da bacia hidrográfica com a finalidade de permitir comparações com outras bacias. Estes índices são particularmente úteis quando a bacia em estudo não dispõe de observações hidrológicas, pois permitem avaliar a qualidade dos resultados obtidos nas avaliações hidrológicas feitas por métodos indiretos (correlações, modelos chuva-deflúvio e outros). Admite-se que bacias que possuem índices fluviomorfológicos semelhantes apresentam comportamento hidrológico similar, principalmente diante de precipitações intensas.

As informações utilizadas para subsidiar à obtenção dos parâmetros abordados neste item, foram estimadas a partir da análise conjugada de imagens do Google Earth e mapas cartográficos do IBGE, utilizando-se ainda ferramentas do programa Auto Cad.

Os índices fluviomorfológicos mais frequentemente usados são descritos a seguir:

Fator de Forma: Este índice adimensional é dado pela relação entre a área da bacia (40482 km²) e o quadrado de seu comprimento axial (L= 466,3 km), medido ao longo do curso d'água desde a seção de referência até a cabeceira mais distante, no divisor de águas. O fator de forma relaciona a forma da bacia com um retângulo. Numa bacia

estreita e longa, a possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo, ao mesmo tempo, toda a sua extensão, é menor que em bacias largas e curtas, de modo que, para bacias de mesma área, aquela que possuir menor fator de forma será menos sujeita a enchente.

O valor do fator de forma para a Bacia do Rio Pindaré é igual a 0,19, esse índice sinaliza uma reduzida propensão a enchentes já que quanto mais baixo há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão.

Índice de Compacidade: o índice de compacidade consiste na relação entre o perímetro da bacia e a circunferência do círculo de área igual à da bacia. Valores próximos a unidade significa que a forma da bacia se aproxima de um círculo e favorece a enchentes. Para uma bacia qualquer, sendo P o seu perímetro e AD a sua área de drenagem, tem-se:

$$K_c = \frac{0,28 \cdot P}{\sqrt{AD}}$$

O índice de compacidade da bacia é igual a 2,00 o que caracteriza uma bacia pouca propensa a enchentes.

Declividade: A velocidade de escoamento de um rio depende da declividade dos canais fluviais. A declividade média é obtida dividindo-se o desnível entre a nascente e a foz pela extensão total do curso d'água principal.

A Tabela 5, a seguir, apresenta os resultados obtidos dos índices fluviomorfológicos na bacia do rio Pindaré.

Tabela 5 - Índices Fluviomorfológicos da Bacia do Rio Pindaré

Índices	Foz Rio Pindaré
Área de Drenagem (km ²)	40482,5
Comprimento (km)	466,3
Perímetro (km)	1438,4
Desnível (m)	80
Fator de Forma	0,19
Índice de Compacidade	2,00
Declividade (m/km)	0,17

Tempo de Concentração: O tempo de concentração é definido pelo tempo de percurso em que o deflúvio leva para atingir o curso principal desde os pontos mais longínquos até o local onde se deseja definir a descarga, o tempo necessário para que todos os pontos da bacia estejam contribuindo para o escoamento superficial numa seção

considerada. Existem diversas expressões para o cálculo do tempo de concentração, no presente estudo, optou-se por fazer uma comparação entre diferentes métodos:

- Kirpich

A expressão de Kirpich para o cálculo do tempo de concentração (h), onde L é o comprimento do curso principal da bacia (km) e H é o desnível total (m), é:

$$tc = 0,95 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

- Kirpich Modificada

A expressão de Kirpich Modificada para o cálculo do tempo de concentração (h), onde L (km) é o comprimento do curso principal da bacia e H (m) é o desnível total ao longo do mesmo, é:

$$tc = 1,42 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

- DNOS

A expressão do DNOS para o cálculo do tempo de concentração (min), onde L (m) é o comprimento do curso principal da bacia, A é a área da bacia (ha), I (%) é a declividade, e K depende das características da bacia, adotamos K=4), é:

$$tc = \left(\frac{10}{K} \right) \left(\frac{A^{0,3} L^{0,2}}{I^{0,4}} \right)$$

A Tabela 6, a seguir, apresenta os resultados obtidos do tempo de concentração na bacia do rio Pindaré.

Tabela 6 - Tempo de Concentração na Bacia do Rio Pindaré

Métodos	Tempo de Concentração (h)
Kirpich	212,52
Kirpich Modificada	317,66
DNOS (K=4)	276,67

5. CARACTERIZAÇÃO DO REGIME CLIMÁTICO REGIONAL

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, a bacia se localiza numa região de clima Tropical com estação seca no inverno. Segundo o IBGE, a bacia possui dois climas predominantes, Equatorial Quente Úmido, com 3 meses secos e Tropical Zona Equatorial Quente, semi-úmido, com 4 a 5 meses secos.

Os valores mensais de temperatura, evaporação, umidade relativa, precipitação e Insolação registrados nessa estação, no período de 1976 a 1990, podem ser vistos no Quadro 3.1, conforme dados obtidos do INMET publicado nas Normais Climatológicas (DNMET, maio de 1992) e também disponibilizados no site para consulta.

5.1. Temperatura

A temperatura média anual é 26,4°C, com mínima de 25,8°C e máxima de 27,4°C, variando muito pouco ao longo do ano. O trimestre mais frio do ano vai de maio a julho, com temperaturas médias de 26,3°C a 26,0°C e o mais quente de outubro a dezembro, com temperaturas médias de 27,4°C a 27,1°C.

5.2. Evaporação

O parâmetro de evaporação total fornece estimativas da transferência de água do meio físico para a atmosfera. A evaporação total anual da estação é 1555,4 mm e a média anual é 129,6 mm, com média mensal variando de 73,3 mm (abril) a 192,7 mm (novembro).

5.3. Umidade Relativa

A umidade relativa é a relação existente entre a umidade absoluta do ar e a umidade absoluta do mesmo ar no ponto de saturação a mesma temperatura.

A umidade relativa média anual na estação Zé Doca é cerca de 78,7%. Os valores médios mensais mínimos situam-se entre os meses de setembro a novembro, sendo igual a 71% nos três meses. Enquanto os valores médios mensais máximos situam-se entre os meses de fevereiro a abril, atingindo um máximo de 86% nos três meses.

5.4. Insolação

A insolação é o número de horas de brilho solar. Verifica-se que a insolação média mensal é de 200,4 horas e o total médio anual é de 2.404,6 horas. Os maiores valores ocorrem entre os meses de julho e setembro; e os menores entre fevereiro e abril.

A Figura 6 mostra o comportamento das temperaturas médias, mínimas e máximas a cada mês, na estação climatológica Zé Doca. A Figura 7, mostra o comportamento da precipitação total e umidade relativa e a Figura 8, mostra o comportamento da evaporação total e insolação na referida estação.

Tabela 7 - Valores de Temperatura, Evaporação e Umidade Relativa em Zé Doca (código INMET 82376)

Estação Zé Doca - código INMET 82376							
MÊS	Temperatura Média (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Evaporação Total (mm)	Umidade Relativa (%)	Precipitação (mm)	Insolação Total (hs)
JAN	26,0	22,5	31,5	103,5	83,0	275,6	159,6
FEV	26,0	22,5	31,1	73,4	86,0	313,8	140,4
MAR	25,8	22,6	31,5	77,0	86,0	332,4	146,5
ABR	26,0	22,8	31,3	73,3	86,0	293,5	155,2
MAI	26,3	22,6	31,4	93,8	84,0	205,0	204,4
JUN	26,0	21,7	31,4	109,1	81,0	89,2	237,1
JUL	26,0	21,6	31,8	135,7	77,0	52,1	251,4
AGO	26,4	21,3	32,8	158,4	74,0	30,8	258,7
SET	26,9	21,8	33,6	175,8	71,0	23,5	246,2
OUT	27,4	22,3	33,7	188,5	71,0	52,1	221,2
NOV	27,4	22,6	33,8	192,7	71,0	50,2	193,5
DEZ	27,1	22,8	33,2	174,2	74,0	117,2	190,3
ANUAL	26,4	22,3	32,3	1555,4	78,7	1835,4	2404,6

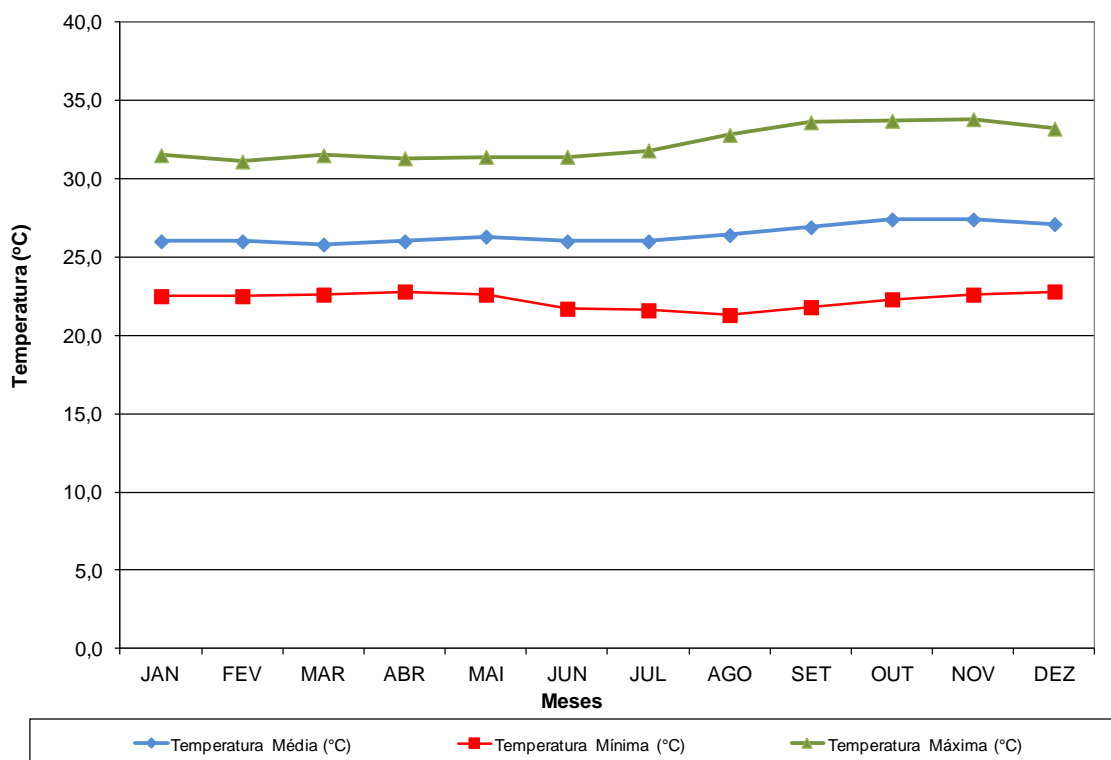


Figura 6 – Gráfico de Temperatura na Estação Climatológica Zé Doca

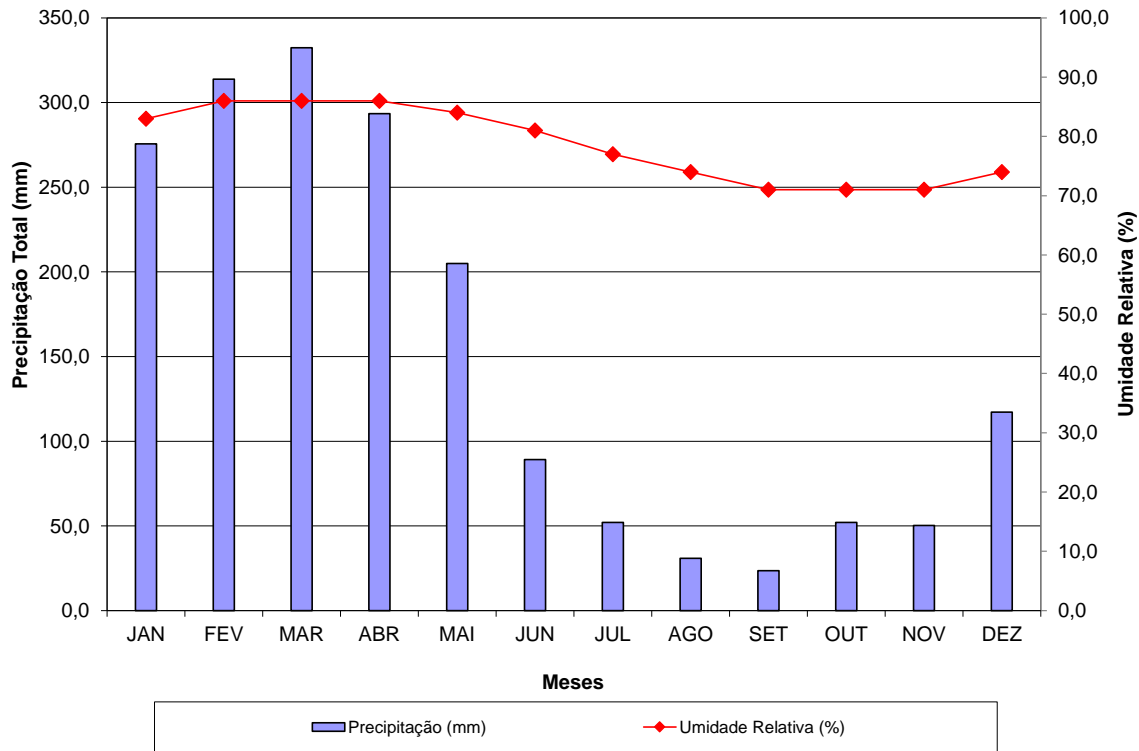


Figura 7 – Gráfico de Precipitação Total e Umidade Relativa na Estação Climatológica Zé Doca

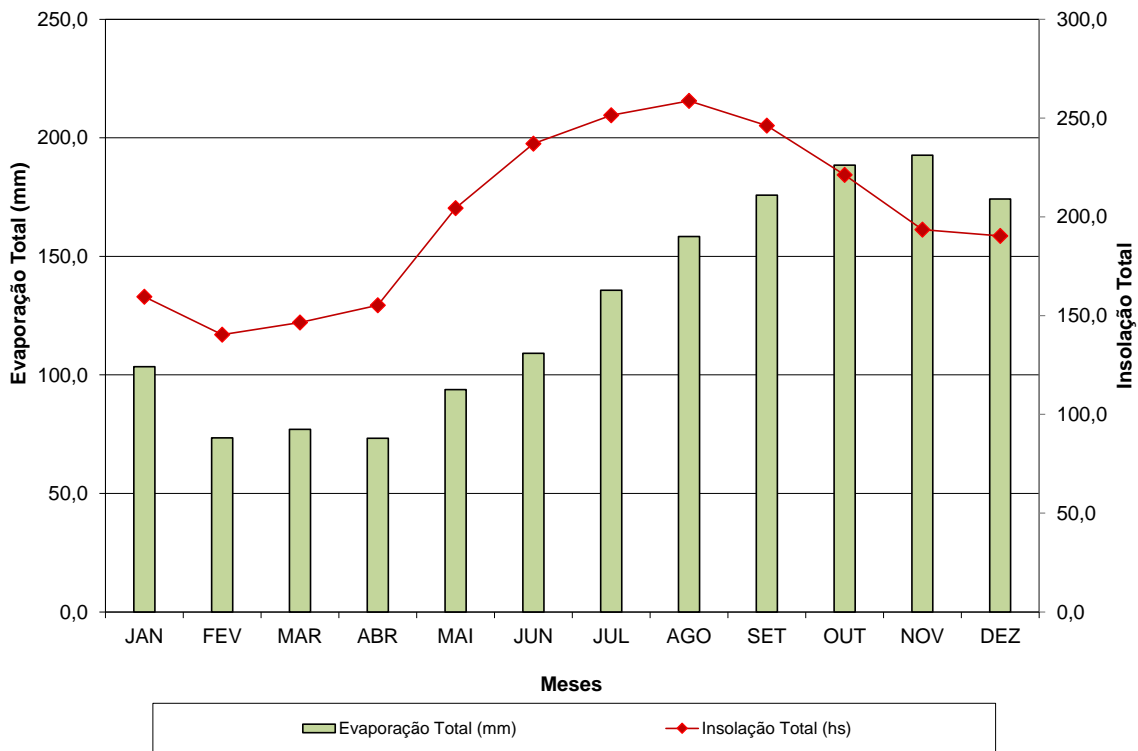


Figura 8 – Gráfico de Evaporação Total e Insolação na Estação Climatológica Zé Doca

5.5. Caracterização Do Regime Pluvial

Para a caracterização do número de dias chuvosos, valores máximos de precipitação em 24 horas e valores médios mensais foram escolhidos e identificados três postos. Os postos Pindaré-Mirim (código 345006), Tucuma (código 346002) e Vale do Pindaré (código 446002) por se situarem na parte alta, média e baixa da bacia respectivamente e dessa forma caracterizarem bem toda a extensão da bacia.

Para esta caracterização só foram considerados os meses e anos sem nenhuma falha. Esses dados estão apresentados nas Tabelas 8 a 10 a seguir.

A precipitação média anual no período avaliado é da ordem de 1.881,9 mm para o posto Pindaré-Mirim, 1.519,3 mm para o posto Tucuma e 1379,5 mm para o posto Vale do Pindaré com as maiores intensidades ocorrendo entre fevereiro e abril para os três postos.

Existem dois períodos pluviométricos distintos: o trimestre mais chuvoso marcado pelos meses de fevereiro a abril; e o trimestre mais seco, composto pelos meses de julho a setembro.

A intensidade da chuva em 24 horas atinge o máximo de 157,1 mm para o posto Pindaré-Mirim em março, 163,7mm para o posto Tucuma também em março e 155,0 mm para o posto Vale do Pindaré em fevereiro.

As Figuras 9 a 11 ilustram a evolução sazonal das precipitações nas estações.

Tabela 8 - Características Pluviométricas Mensais em Pindaré-Mirim

Estação Pindaré Mirim (ANA 345006)			
MÊS	Precipitação Total (mm)	Altura Máxima em 24 horas (mm)	Número de Dias Chuvosos
JAN	249,5	131,7	16
FEV	299,1	144,2	18
MAR	399,9	157,1	21
ABR	368,0	147,7	19
MAI	200,0	105,8	14
JUN	72,3	78,5	7
JUL	35,4	52,8	4
AGO	24,8	41,3	3
SET	25,2	59,7	3
OUT	32,8	86,4	4
NOV	55,0	97,8	5
DEZ	120,0	88,4	9
ANUAL	1881,9	157,1	122

Tabela 9 - Características Pluviométricas Mensais em Tucuma

Estação Tucuma (ANA 346002)			
MÊS	Precipitação Total (mm)	Altura Máxima em 24 horas (mm)	Número de Dias Chuvosos
JAN	185,5	117,1	12
FEV	270,3	104,7	15
MAR	357,8	163,7	20
ABR	311,3	105,8	18
MAI	144,5	86,6	11
JUN	34,8	37,9	4
JUL	16,9	36,6	3
AGO	9,4	44,5	1
SET	9,6	31,3	2
OUT	20,6	49,3	3
NOV	61,1	85,7	4
DEZ	97,5	90,2	7
ANUAL	1519,3	163,7	99

Tabela 10 - Características Pluviométricas Mensais em Vale do Pindaré

Estação Vale do Pindaré (ANA 446002)			
MÊS	Precipitação Total (mm)	Altura Máxima em 24 horas (mm)	Número de Dias Chuvosos
JAN	210,4	113,2	12
FEV	249,0	155,0	14
MAR	311,9	114,9	17
ABR	250,8	133,2	17
MAI	89,9	108,8	8
JUN	18,6	54,1	3
JUL	7,3	17,0	1
AGO	5,2	25,0	1
SET	15,1	70,5	2
OUT	31,2	79,0	3
NOV	74,7	104,2	5
DEZ	115,3	125,0	9
ANUAL	1379,5	155,0	91

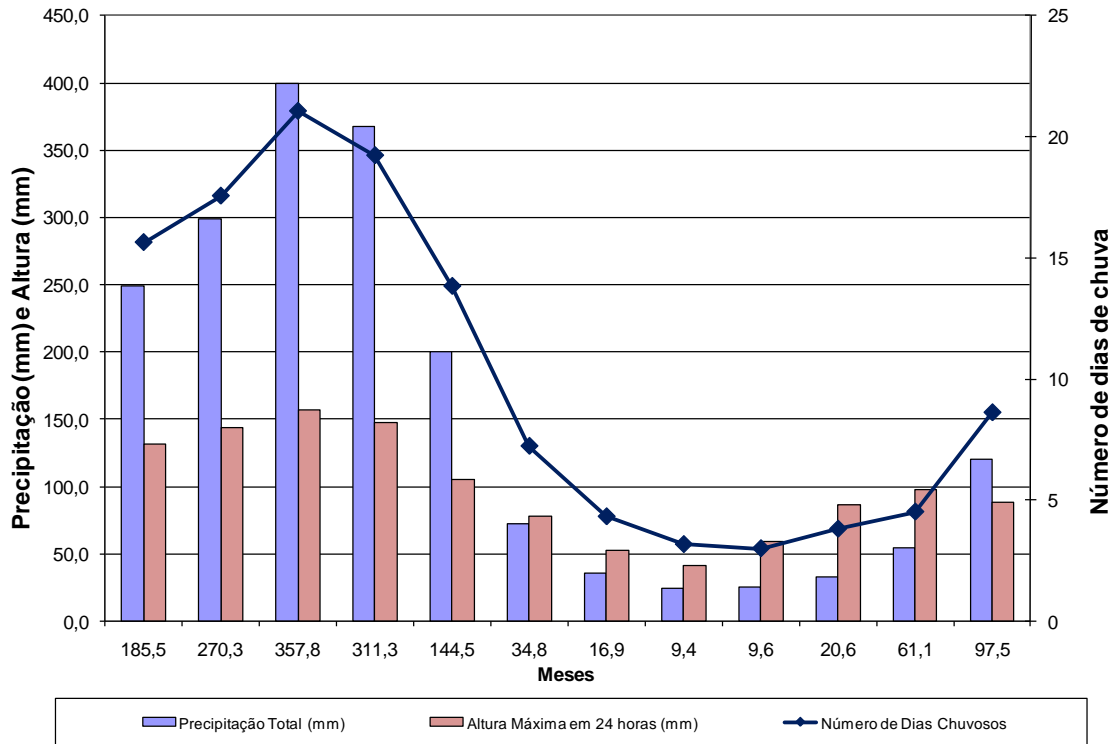


Figura 9 – Gráfico de Características Pluviométricas em Pindaré-Mirim

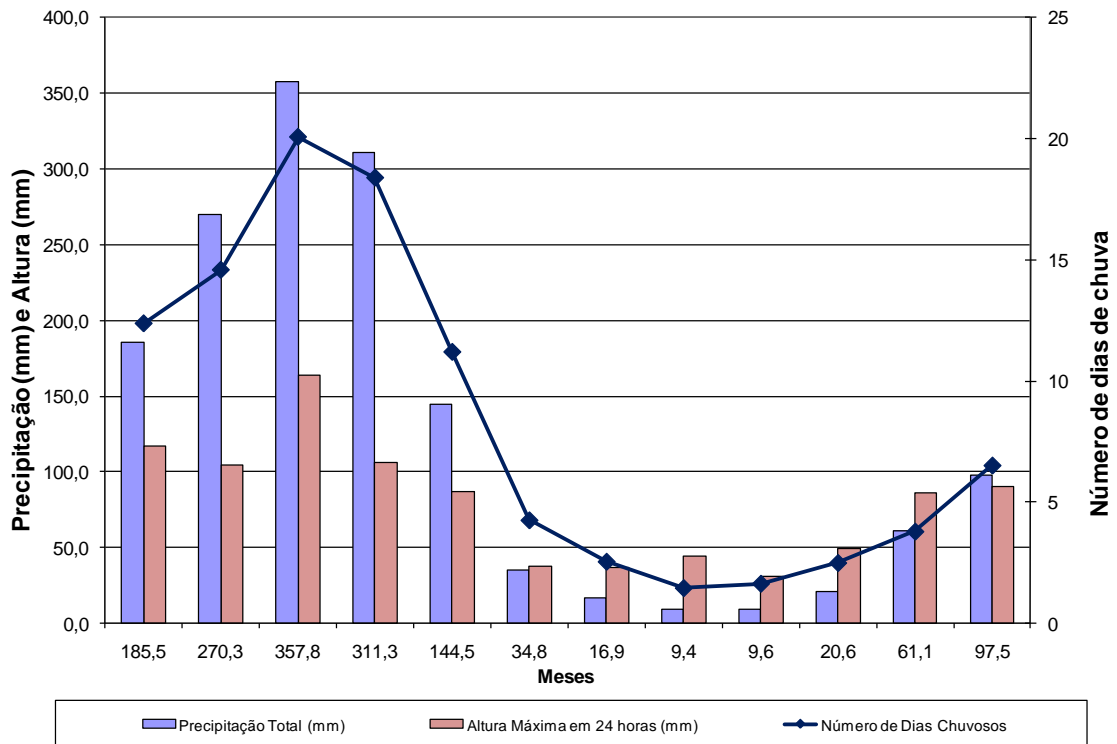


Figura 10 – Gráfico de Características Pluviométricas em Tucuma

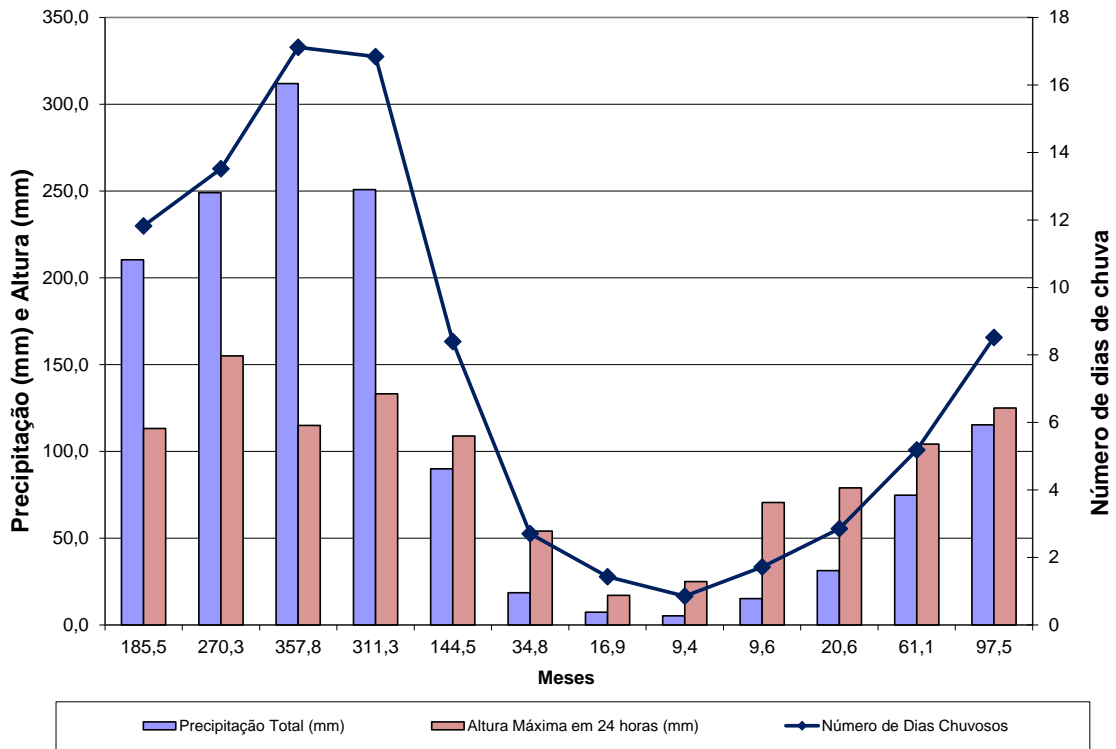


Figura 11 – Gráfico de Características Pluviométricas em Vale do Pindaré

As Tabelas 11 a 13 apresentam as distribuições do número médio de dias chuvosos com precipitações superiores a 5.0, 12.7, 25.4 e 50.0 mm.

Tabela 11 - Distribuição Pluviométricas Anuais em Pindaré-Mirim

Estação Pindaré Mirim (ANA 345006)			
Ano	Precipitação Total (mm)	Altura Máxima em 24 horas (mm)	Número de Dias Chuvosos
1972			
1973	2120,0	105,8	139
1974			
1975	2210,1	93,8	132
1976	1490,3	61,4	101
1977	2053,9	70,2	112
1978	1967,9	74,2	94
1979	1555,7	90,4	80
1980	1605,1	81,4	93
1981	1107,9	56,4	70
1982	1891,0	111,2	76
1983	1034,4	90,0	99
1984	2041,3	60,4	152
1985	2785,9	100,4	190
1986	2580,4	111,6	160
1987	1448,2	84,6	139
1988	2222,2	107,6	164
1989	2564,2	90,4	163
1990	1502,4	72,2	99
1991	1781,6	97,2	102
1992	1399,5	99,3	90
1993	1693,6	90,4	118
1994	2020,0	65,2	152
1995			
1996	2267,8	157,1	135
1997	1423,1	73,9	117
1998	2018,5	97,8	136
1999	2492,7	149,9	154
2000	1984,5	96,1	162
2001	2158,8	93,1	154
2002	1772,8	80,7	130
2003	2072,2	126,1	129
2004	1905,2	144,2	107
2005	1995,6	105,4	96
2006	2073,3	147,7	90
2007	1803,8	116,5	106
2008	1770,1	95,3	124
2009	2246,6	110,3	139
2010			
2011	1784,0	78,5	117
2012	1472,6	81,1	106
2013			

Tabela 12 - Distribuição Pluviométricas Anuais em Tucuma

Estação Tucuma (ANA 346002)			
Ano	Precipitação Total (mm)	Altura Máxima em 24 horas (mm)	Número de Dias Chuvosos
1984			
1985	3011,5	90,0	172
1986	2086,2	100,0	89
1987			
1988			
1989	1813,4	90,2	130
1990	1235,1	60,1	97
1991	1086,8	117,1	58
1992	1243,9	103,8	55
1993	1217,4	99,6	69
1994	1671,2	71,0	97
1995	1798,6	86,6	90
1996			
1997	904,3	67,4	94
1998	1262,7	65,1	99
1999	1624,4	131,2	135
2000	1636,3	74,8	134
2001	1124,9	87,3	102
2002	1535,5	91,0	101
2003	1620,7	104,9	96
2004	1275,9	79,1	82
2005	1129,0	88,7	79
2006	1513,4	99,5	71
2007	960,9	83,4	43
2008	1717,6	163,7	118
2009			
2010			
2011			
2012	940,0	69,2	106

Tabela 13 - Distribuição Pluviométricas Anuais em Vale do Pindaré

Estação Vale do Pindaré (ANA 446002)			
Ano	Precipitação Total (mm)	Altura Máxima em 24 horas (mm)	Número de Dias Chuvosos
1984			
1985	2474,6	113,6	135
1986			
1987	942,9	90,2	54
1988	1721,2	100,5	95
1989	1395,3	65,8	72
1990	695,3	55,2	62
1991			
1992			
1993			
1994	1342,4	86,0	123
1995	1342,3	104,2	106
1996	1460,4	114,9	103
1997	949,2	47,0	98
1998	1235,7	92,5	99
1999	1939,1	87,3	118
2000	1809,4	74,7	108
2001	1283,6	97,8	77
2002			
2003	1530,4	69,4	85
2004			
2005			
2006	1416,6	103,5	73
2007	1054,2	93,5	76
2008	1959,5	155,0	73
2009	1644,2	133,2	82
2010			
2011			
2012	1038,4	73,9	144

Uma avaliação considerando todos os resultados obtidos – a partir dos parâmetros caracterizados anteriormente– possibilita as seguintes constatações:

- O período de maiores índices pluviométricos – verificado entre os meses de fevereiro e abril – coincide com o período que apresenta as umidades relativas mais altas;
- O período de maiores taxas de evaporação coincide somente um mês com aquele de maior insolação e com o período de maiores valores de temperatura máxima absoluta.

- O regime pluvial na bacia se altera de acordo com a localidade devido a grande extensão da bacia em questão. Conforme vai se encaminhando mais ao sul as médias anuais caem assim como o número de dias chuvosos.

Tendo em vista que as informações pluviométricas do posto contido na bacia do rio Pindaré se mostraram alinhados com os parâmetros da estação climatológica Zé Doca, conclui-se que a caracterização climática resultante desses parâmetros é representativa para a bacia em questão.

5.6. Estudos Das Chuvas Intensas

Para a definição das equações do tipo IDF (intensidade-duração-frequência) na região da bacia do rio Pindaré utilizou-se o Estudo de Chuvas Intensas no Brasil, elaborado em 1982, 2ª ed., por Otto Pfastetter através do Departamento Nacional de Obras de Saneamento - Ministério do Interior.

As informações apresentadas neste item referem-se ao posto Barra do Corda, de coordenadas geográficas 5° 30' S e 45° 16' W e período de observação de aproximadamente 15 anos, que se constitui na estação mais representativa do regime pluvial no local desejado, em relação aos 98 postos meteorológicos registrados no estudo do Otto.

A equação geral de precipitação definida na metodologia do Otto é:

$$P = K(at + b \log(1 + ct))$$

Sendo:

$$K = T^{\alpha + \frac{\beta}{T^\gamma}}$$

Onde:

P = precipitação máxima em mm;

T = tempo de recorrência em anos;

t = duração da precipitação em horas;

α = igual para todos os postos e seus valores são em função da duração da precipitação; transcritos na Tabela 14;

β = é diferente para cada posto e seus valores dependem da duração da precipitação; transcritos na Tabela 15;

γ = 0,25 para todos os postos e para qualquer duração da precipitação;

a, b, c = valores constantes para cada posto, no caso do posto Barra do Corda valem (0,2; 17 e 0,83), respectivamente;

Tabela 14 - Valores α para as Observações Pluviográficas do Posto Barra do Corda.

Duração	5 min	15 min	30 min	1 h	2 h	4 h	8 h	14 h	24 h	48 h	3 d	4 d	6 d
α	0,108	0,122	0,138	0,156	0,166	0,174	0,176	0,174	0,17	0,166	0,16	0,156	0,152

Tabela 15 - Valores β para as Observações Pluviográficas do Posto Barra do Corda.

Duração	5 min	15 min	30 min	1 h a 6 d
β	-0,08	0,04	0,08	0,12

Conjugando a expressão com os dados das Tabelas 14 e 15, foram estimadas as alturas de chuva, que constam na Tabela 16.

Tabela 16 - Alturas de Chuva no Posto Barra do Corda

Precipitação (mm)						
Duração (min)	TR (anos)					
	2	5	10	25	50	100
5	13,48	14,30	15,15	16,53	17,77	19,17
15	24,72	28,19	30,95	34,81	37,93	41,25
30	34,62	40,86	45,76	52,53	57,95	63,69
60	48,99	59,97	68,59	80,52	90,05	100,16
120	69,84	86,27	99,37	117,72	132,57	148,47
240	105,41	131,18	151,92	181,30	205,32	231,23
480	169,89	211,80	245,64	293,68	333,05	375,59
840	261,76	325,74	377,25	450,21	509,85	574,18
1440	410,62	509,10	587,99	699,14	789,56	886,72

Para o cálculo da intensidade de chuva em Barra do Corda calculou-se:

$$I = \frac{P}{t}$$

Onde:

I = intensidade de chuva (mm/h)

P = precipitação (mm)

t = tempo de duração (h)

Na Tabela 17 constam as intensidades de chuva calculadas para Barra do Corda e na Figura 12 uma comparação entre a intensidade pluviométrica e a duração da chuva para cada tempo de recorrência.

Tabela 17 - Intensidade de Chuva no Posto Barra do Corda

Intensidade (mm/h)						
Duração (h)	TR (anos)					
	2	5	10	25	50	100
0,08	161,71	171,62	181,76	198,35	213,23	230,08
0,25	98,86	112,76	123,79	139,23	151,71	165,00
0,50	69,23	81,73	91,52	105,07	115,90	127,39
1,00	48,99	59,97	68,59	80,52	90,05	100,16
2,00	34,92	43,14	49,68	58,86	66,29	74,24
4,00	26,35	32,79	37,98	45,33	51,33	57,81
8,00	21,24	26,48	30,71	36,71	41,63	46,95
14,00	18,70	23,27	26,95	32,16	36,42	41,01
24,00	17,11	21,21	24,50	29,13	32,90	36,95

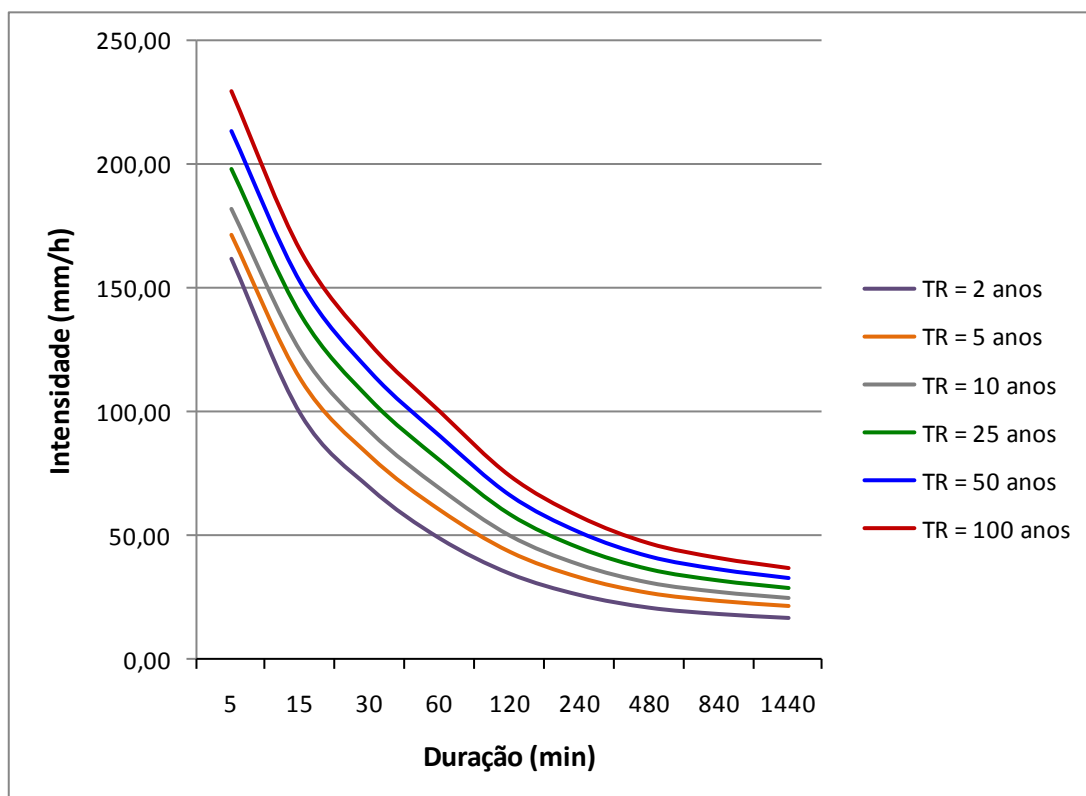


Figura 12 – Gráfico de Curvas Intensidade-Duração-Frequência

6. PLUVIOLOGIA

Nesse item é abordado o processamento dos dados pluviométricos básicos, contemplando o preenchimento de falhas, a verificação da homogeneidade e consistência e ainda os cálculos para determinação da chuva equivalente da bacia.

Os principais objetivos desse estudo foram verificar as diferenças obtidas pela utilização de métodos distintos de preenchimento de falhas e determinação de chuva equivalente e ainda estabelecer as alturas de chuva equivalente que melhor caracterizassem a bacia do Rio Pindaré.

6.1. Análise de Consistência dos Dados e Preenchimento de Falhas

Para preenchimento mensal de falhas foram realizadas os métodos da ponderação regional e da regressão linear.

Optou-se por não preencher as falhas diárias devido à grande variação espacial e temporal das precipitações diárias para eventos de baixas e médias frequências.

Foram preenchidos dados a partir de janeiro de 1985 por se tratar de uma data comum de início de dados.

6.1.1. Método da Ponderação Regional

É um método simplificado, geralmente utilizado para o preenchimento de séries mensais e anuais, onde as falhas de um posto são preenchidas através de uma ponderação com base nos dados de pelo menos três postos vizinhos, que devem ser de regiões climatológicas semelhantes a do posto em estudo e ter uma série de dados em comum de no mínimo 10 anos.

O método é baseado na seguinte expressão:

$$h_x = \frac{1}{n} \times \left(\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{M_i} \right) \times M_x$$

Onde:

h_x = Precipitação do posto x a ser estimada

h_i = Precipitação no mesmo mês/ano, observada na estação i vizinha.

M_x = Precipitação média no posto x.

M_i = Precipitação média na estação i vizinha.

n = número de postos utilizados no preenchimento.

A precipitação média de cada posto pode ser observada na Tabela 18 e foi calculada a partir do período comum entre os dez postos considerados, a partir de Junho de 1984. Os meses preenchidos estão em vermelho.

Tabela 18 - Preenchimento de falhas – método da Ponderação Regional

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
NOME	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucum a	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
jun/84	74,1	83,2	52,1	8,5	5,3	8,8	8,6	4,0	42,1	0,0
jul/84	80,2	72,6	25,4	10,8	21,7	12,6	7,1	18,5	10,6	4,0
ago/84	63,1	100,7	76,1	43,8	42,5	16,2	3,1	7,2	14,4	51,0
set/84	55,5	72,0	34,6	38,1	55,9	62,2	68,5	46,4	49,2	63,3
out/84	65,5	47,0	22,7	35,0	33,2	25,2	23,8	39,6	48,4	44,2
nov/84	59,5	86,2	35,3	29,3	38,0	16,0	19,7	49,6	54,2	128,4
dez/84	39,4	80,9	63,5	39,5	24,7	27,0	8,8	19,9	127,5	109,6
jan/85	322,6	310,9	291,8	460,1	424,1	410,4	400,0	388,6	435,2	342,9
fev/85	377,8	385,7	288,9	553,0	403,1	523,2	502,8	589,1	642,9	425,1
mar/85	624,5	645,0	457,9	428,2	287,1	356,4	316,3	318,4	358,2	263,2
abr/85	422,3	596,3	366,0	522,8	408,5	533,4	412,5	396,1	369,2	350,8
mai/85	446,6	436,8	362,8	389,9	204,3	238,2	183,1	217,7	213,8	132,6
jun/85	144,4	167,6	116,2	132,9	119,4	110,4	85,2	48,3	47,6	47,0
jul/85	54,7	70,3	80,2	31,6	17,5	5,8	3,2	0,0	0,0	0,0
ago/85	35,7	50,7	84,4	3,2	4,4	4,6	10,1	7,7	0,0	0,0
set/85	13,6	41,2	21,2	2,3	0,0	2,4	3,7	0,0	2,9	35,2
out/85	22,6	46,6	6,6	67,4	58,8	53,2	138,6	136,4	133,6	25,0
nov/85	88,2	66,4	83,0	134,5	106,7	202,1	183,2	174,1	174,9	117,1
dez/85	232,9	235,0	209,0	285,6	276,2	207,2	180,1	198,2	242,8	153,1
jan/86	273,9	277,3	198,8	174,6	173,5	102,3	80,0	86,2	131,3	170,3
fev/86	290,6	419,8	266,2	339,5	235,9	253,2	215,3	277,7	325,6	201,2
mar/86	624,3	611,4	498,6	678,2	493,1	524,3	525,5	538,5	596,3	301,4
abr/86	683,3	573,6	531,0	553,5	295,5	339,4	290,7	321,8	409,8	230,8
mai/86	225,7	272,9	162,7	162,0	52,7	76,0	35,5	95,5	30,3	36,5
jun/86	115,6	154,6	166,8	68,4	57,1	45,4	35,5	30,0	44,0	98,4
jul/86	23,4	56,8	47,0	18,0	5,0	12,1	12,1	0,0	0,0	8,4
ago/86	0,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,3	6,2	0,0	0,0	0,0
set/86	16,5	114,8	26,6	8,3	0,0	6,0	9,9	0,0	0,0	0,0
out/86	139,8	104,0	124,8	0,0	105,3	20,9	58,0	52,9	61,8	97,2
nov/86	105,9	81,2	67,0	30,9	36,0	83,8	88,8	71,3	75,9	78,6
dez/86	80,8	149,9	47,8	52,8	83,0	104,8	86,8	175,0	183,0	51,4
jan/87	133,5	206,3	155,2	114,0	139,3	143,1	75,0	66,2	60,5	73,2
fev/87	226,9	168,6	199,8	170,3	164,0	145,6	143,1	173,6	193,4	121,2
mar/87	367,2	336,0	395,8	376,8	341,6	344,7	382,6	398,5	400,0	364,8
abr/87	278,8	270,9	219,9	218,8	103,4	165,9	137,2	141,8	151,0	96,8
mai/87	121,8	181,8	106,4	46,5	47,5	73,0	78,1	64,9	65,9	36,2
jun/87	108,0	154,9	94,9	44,3	20,3	53,2	3,2	0,0	8,3	10,4
jul/87	7,7	43,9	0,0	0,0	0,0	0,0	32,1	0,0	0,0	0,0
ago/87	34,4	14,5	14,6	6,2	9,5	7,6	13,6	0,0	0,0	35,4
set/87	90,0	42,4	22,4	14,3	1,3	3,6	0,0	0,0	18,0	37,2
out/87	11,0	8,0	3,4	3,3	28,2	4,5	7,0	0,0	1,0	28,0
nov/87	29,1	20,9	0,0	30,9	28,1	13,9	21,4	48,8	57,0	92,2
dez/87	39,8	73,0	16,9	58,3	57,9	33,4	39,0	49,1	113,6	87,2
jan/88	369,5	328,9	329,4	276,6	296,2	315,3	203,4	213,1	288,2	169,6

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
NOME	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
fev/88	337,1	240,8	255,0	242,4	148,2	290,9	259,0	265,9	299,2	210,8
mar/88	469,9	436,7	465,9	415,0	339,4	356,3	329,3	349,2	562,3	431,7
abr/88	378,5	470,2	396,9	350,3	362,0	407,2	334,7	345,6	342,9	351,8
mai/88	358,9	270,8	268,0	174,7	89,4	168,6	80,9	83,0	92,4	33,0
jun/88	77,0	156,7	121,2	71,6	37,6	39,4	35,0	21,6	21,8	37,2
jul/88	14,9	18,3	14,5	4,7	0,0	12,4	19,8	19,2	18,6	9,0
ago/88	18,0	12,6	17,7	27,4	1,2	34,0	26,6	23,2	36,1	0,0
set/88	10,8	10,2	7,4	8,5	3,2	0,2	0,0	9,8	13,0	37,0
out/88	21,4	16,4	41,6	61,3	18,7	41,6	10,2	17,5	27,1	49,4
nov/88	47,4	82,8	57,1	56,9	82,8	16,6	68,8	117,4	100,1	105,4
dez/88	118,8	203,9	176,7	174,9	249,8	181,2	218,8	255,7	330,8	107,7
jan/89	196,2	229,2	222,1	150,3	150,9	152,0	121,5	111,8	121,8	66,4
fev/89	209,1	180,0	253,9	230,4	181,4	278,2	167,3	162,4	339,9	71,9
mar/89	393,0	371,0	302,5	314,1	346,6	399,0	310,0	277,3	492,0	248,9
abr/89	453,8	532,8	416,6	434,2	411,0	413,9	394,4	379,8	624,2	175,3
mai/89	391,9	384,6	346,1	185,9	156,7	228,8	199,0	110,7	130,4	76,2
jun/89	108,2	100,8	174,4	53,3	52,9	77,6	57,7	25,0	29,4	16,2
jul/89	14,7	35,2	14,7	25,2	16,2	10,6	52,0	26,4	17,8	32,4
ago/89	49,1	78,3	13,4	20,2	8,4	9,2	0,0	0,0	10,0	25,4
set/89	40,1	64,5	16,2	13,3	14,9	12,4	28,6	15,7	12,4	55,2
out/89	158,7	97,4	121,9	33,7	56,8	27,0	2,1	0,0	9,7	61,3
nov/89	288,6	221,8	170,8	121,1	64,8	86,0	82,4	61,8	72,2	220,0
dez/89	260,8	266,4	365,3	231,7	371,8	253,8	225,9	224,4	296,8	250,0
jan/90	176,8	150,9	150,8	206,5	101,1	121,2	127,6	67,8	55,7	62,6
fev/90	285,2	290,4	316,9	216,4	235,2	225,6	201,5	201,4	238,4	302,8
mar/90	236,9	298,0	264,2	224,4	121,9	165,9	107,2	135,9	154,5	120,4
abr/90	301,0	192,0	250,7	215,5	188,0	158,6	79,6	106,0	148,5	95,0
mai/90	100,0	115,6	114,3	81,7	85,4	68,2	38,8	54,0	92,4	0,0
jun/90	52,6	46,2	83,1	24,7	8,6	19,7	0,0	0,0	4,9	0,0
jul/90	80,2	129,9	107,2	47,4	21,2	25,4	24,9	14,1	21,8	25,8
ago/90	31,4	10,0	42,2	1,6	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	48,0
set/90	14,5	47,0	8,6	16,2	20,4	17,8	13,9	0,0	3,7	59,4
out/90	20,2	20,0	17,0	23,5	31,4	6,5	0,0	13,7	16,3	97,6
nov/90	38,5	47,6	62,1	86,5	33,0	41,8	42,4	46,5	60,0	38,4
dez/90	165,1	87,4	106,5	90,7	83,2	71,9	56,6	55,9	60,7	152,8
jan/91	315,7	308,8	276,4	304,9	347,6	314,4	243,5	304,2	621,5	298,2
fev/91	352,7	159,2	126,9	162,1	133,0	124,0	93,0	91,4	176,8	228,6
mar/91	449,3	294,0	405,8	326,6	261,0	258,4	165,9	273,5	437,2	190,0
abr/91	322,5	227,7	294,6	189,3	140,6	116,1	99,1	156,6	140,9	109,4
mai/91	208,8	217,2	244,6	49,5	49,8	64,3	83,2	60,6	65,7	50,5
jun/91	48,2	97,4	42,1	9,0	0,0	0,0	9,5	0,0	0,0	11,0
jul/91	53,9	34,2	23,0	8,3	0,0	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0
ago/91	0,0	1,2	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	3,1	4,5	53,6
out/91	10,4	6,2	13,3	2,8	3,6	2,6	0,0	0,0	6,1	4,0
nov/91	20,1	18,2	11,1	19,6	6,0	0,0	0,0	0,0	8,2	96,4
dez/91	0,0	35,0	9,2	14,7	34,0	35,2	2,8	33,1	104,7	168,0
jan/92	172,7	129,1	186,5	314,1	222,4	377,3	226,1	245,1	300,7	268,5
fev/92	267,0	274,2	412,1	200,4	204,4	208,5	226,7	328,3	387,1	184,3
mar/92	355,4	258,8	399,3	415,4	247,4	245,9	241,6	263,2	279,5	173,3
abr/92	271,1	154,2	200,5	141,7	118,9	141,3	126,8	115,0	145,3	118,2

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
NOME	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
mai/92	105,1	103,7	124,4	7,6	49,0	45,5	40,8	2,1	46,8	0,0
jun/92	20,2	16,7	16,6	13,4	8,7	9,8	8,8	5,2	10,0	0,0
jul/92	12,6	34,0	15,0	10,7	7,0	9,8	8,8	0,0	10,1	4,6
ago/92	28,6	26,2	19,8	0,0	0,0	9,3	8,3	9,0	9,6	0,0
set/92	3,2	8,2	2,1	3,6	16,6	5,7	0,0	17,5	27,0	16,3
out/92	5,2	20,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,7
nov/92	81,2	46,6	63,6	56,0	89,8	29,3	29,1	32,1	38,2	88,9
dez/92	77,2	97,4	71,5	81,0	63,6	62,8	45,7	72,9	78,5	108,4
jan/93	150,2	167,9	152,8	93,2	80,3	94,4	62,0	70,2	113,6	98,4
fev/93	221,7	240,2	241,3	215,5	204,0	180,5	194,0	199,4	223,1	240,0
mar/93	571,0	294,9	446,9	357,3	232,4	354,1	258,1	255,3	264,6	145,6
abr/93	235,3	230,6	375,5	134,1	156,1	110,9	138,3	160,2	177,2	100,2
mai/93	181,7	93,0	86,9	138,3	124,4	130,6	71,1	96,0	50,1	85,6
jun/93	27,4	52,7	47,9	21,7	17,7	11,7	9,5	21,1	26,3	10,2
jul/93	5,3	16,7	10,3	5,8	6,9	5,5	0,0	5,3	0,0	6,2
ago/93	18,2	21,6	24,0	12,4	30,3	14,4	0,0	17,5	19,9	32,0
set/93	1,0	46,3	13,0	1,4	13,4	0,0	10,0	38,2	41,5	74,6
out/93	14,5	82,5	13,2	41,7	24,4	11,1	8,5	32,1	59,0	67,2
nov/93	63,0	54,8	57,3	64,9	167,9	175,6	139,7	129,6	127,4	65,0
dez/93	204,3	218,5	205,1	131,1	190,1	116,9	50,9	58,5	126,6	219,3
jan/94	290,8	297,9	200,0	289,3	336,3	315,5	211,9	235,4	275,1	297,9
fev/94	322,4	261,0	322,7	235,2	291,5	228,7	160,6	237,5	278,8	269,4
mar/94	313,0	389,1	362,4	400,4	440,7	438,5	403,3	380,8	383,6	347,3
abr/94	411,5	388,4	432,7	334,2	279,7	361,7	217,6	216,7	218,9	256,0
mai/94	253,5	251,8	216,7	203,0	149,5	185,5	48,9	45,1	49,3	93,0
jun/94	133,8	157,0	133,0	64,7	51,7	37,5	40,9	40,3	36,1	82,5
jul/94	114,8	59,1	123,2	36,7	25,8	50,8	18,5	12,4	14,4	0,0
ago/94	31,2	39,7	23,2	2,9	0,0	6,1	0,0	2,7	1,1	0,0
set/94	3,5	34,8	0,0	0,0	38,5	25,0	0,0	1,5	0,0	15,0
out/94	19,4	32,4	15,7	0,0	16,0	0,0	9,2	9,7	12,7	82,7
nov/94	51,9	47,5	52,8	46,2	46,0	90,7	61,0	72,5	72,8	59,1
dez/94	74,2	95,2	108,8	58,6	94,0	88,1	89,2	87,8	86,3	148,0
jan/95	180,8	157,7	156,7	235,5	210,4	190,1	149,4	133,4	117,0	95,9
fev/95	489,0	254,2	350,0	340,7	320,1	354,9	331,4	330,7	340,0	637,6
mar/95	267,0	219,8	208,1	269,6	339,4	228,5	231,2	213,1	211,3	274,4
abr/95	377,4	439,9	411,2	417,4	230,9	226,4	209,0	281,9	279,9	266,0
mai/95	415,5	318,9	357,0	335,1	306,6	261,4	237,5	188,6	214,9	226,9
jun/95	32,7	39,8	35,3	0,0	0,0	9,4	0,0	0,4	3,1	0,0
jul/95	48,4	57,6	45,1	0,0	9,8	13,9	0,0	0,0	0,1	0,0
ago/95	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/95	28,9	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
out/95	30,5	56,2	0,0	14,7	32,4	69,4	36,2	27,9	35,3	16,2
nov/95	54,3	75,5	52,7	88,3	41,6	33,3	42,2	117,7	94,0	118,6
dez/95	49,7	114,1	88,4	97,3	67,7	57,4	71,0	48,6	45,2	254,5
jan/96	358,0	157,5	313,0	254,5	232,1	189,5	197,8	201,8	250,0	282,1
fev/96	289,1	325,4	272,4	226,1	205,2	231,6	191,9	218,5	224,3	289,1
mar/96	712,9	413,1	518,2	518,6	382,9	433,3	462,5	517,7	624,1	443,4
abr/96	489,6	350,2	358,0	444,0	278,1	425,3	311,0	242,8	250,5	148,2
mai/96	206,6	207,1	180,5	163,2	115,0	144,9	68,9	70,7	82,8	81,4
jun/96	12,4	17,2	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
jul/96	47,3	23,8	88,7	5,9	13,2	0,0	15,3	17,4	1,1	0,0

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
NOME	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
ago/96	26,2	39,3	23,7	4,8	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0
set/96	9,2	11,2	21,4	9,4	12,5	0,0	0,0	3,5	4,5	23,2
out/96	21,3	49,3	1,2	26,5	37,9	27,5	35,8	19,8	16,1	23,5
nov/96	14,1	11,6	20,3	104,8	148,5	184,3	104,4	101,2	123,6	250,9
dez/96	81,1	81,4	42,0	78,4	77,0	93,2	56,9	67,0	62,3	97,2
jan/97	353,0	209,5	360,5	147,8	190,4	305,2	182,0	254,3	275,8	462,3
fev/97	196,2	170,7	140,0	64,2	105,4	67,7	68,6	50,9	45,8	104,8
mar/97	354,1	255,2	251,7	280,2	252,0	152,7	261,1	284,5	303,4	406,8
abr/97	279,9	394,2	327,2	235,5	130,2	154,9	123,2	119,6	45,9	99,8
mai/97	98,4	152,2	86,2	60,7	77,4	41,2	39,5	59,2	90,5	14,8
jun/97	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
jul/97	1,4	16,2	0,0	0,8	0,0	0,0	6,5	0,0	1,3	0,0
ago/97	0,0	32,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0
set/97	3,7	30,7	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6
out/97	14,4	35,6	23,6	40,6	156,3	11,9	96,2	52,7	45,9	35,1
nov/97	12,7	100,7	53,9	8,4	103,7	4,1	5,8	40,1	17,9	41,9
dez/97	80,3	182,5	42,5	65,8	71,1	38,3	58,4	80,3	174,9	154,6
jan/98	417,5	479,3	480,6	322,2	297,1	162,0	248,9	500,9	467,4	257,5
fev/98	120,0	74,8	102,2	131,4	148,7	65,1	59,4	56,3	43,4	43,1
mar/98	670,3	479,1	515,6	307,3	210,9	300,8	310,9	189,9	139,8	252,9
abr/98	226,5	181,6	254,7	160,1	167,7	147,5	146,7	100,6	61,0	37,9
mai/98	119,8	177,4	134,0	70,0	84,6	69,9	76,1	19,9	35,0	85,0
jun/98	40,9	93,4	103,8	36,0	18,3	7,5	16,6	34,7	18,0	7,2
jul/98	48,2	93,3	35,6	1,6	50,4	17,3	14,4	10,1	20,2	26,0
ago/98	13,9	27,2	18,4	15,1	9,9	0,0	0,0	30,6	20,4	0,0
set/98	5,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	5,2	15,6
out/98	30,9	11,4	27,6	14,1	40,8	56,7	94,1	18,4	16,3	106,9
nov/98	163,1	44,5	29,3	100,8	137,4	97,9	141,4	168,0	121,8	174,4
dez/98	161,5	121,5	229,0	104,1	58,0	111,2	28,3	74,3	35,7	111,6
jan/99	178,5	200,7	196,0	66,2	121,3	55,2	116,5	192,0	361,1	115,5
fev/99	405,3	545,7	335,1	313,2	291,2	247,8	141,0	235,3	215,6	162,6
mar/99	627,6	481,5	479,2	439,4	306,7	466,3	321,1	473,8	159,8	182,3
abr/99	494,3	401,8	316,0	234,4	157,2	131,5	319,9	303,1	155,5	128,4
mai/99	206,1	278,6	357,2	173,7	217,4	209,5	174,4	237,1	88,4	114,2
jun/99	22,6	82,5	29,0	11,5	0,0	0,0	1,5	0,0	1,3	0,0
jul/99	24,2	41,5	9,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ago/99	0,8	3,1	0,0	2,2	0,0	1,5	0,0	12,5	0,0	22,6
set/99	32,3	14,2	12,1	27,4	14,2	22,4	17,2	105,1	52,3	32,9
out/99	67,6	14,0	126,4	44,3	9,3	49,9	14,4	47,9	25,2	46,7
nov/99	128,3	17,2	67,5	128,8	114,7	100,9	121,6	103,7	150,5	112,8
dez/99	305,1	230,8	175,8	182,7	206,7	64,6	122,0	228,6	201,1	395,5
jan/00	97,2	150,9	117,9	225,2	324,3	367,2	275,5	422,0	271,8	261,1
fev/00	418,0	464,4	331,1	419,8	378,6	405,3	354,4	287,4	192,8	300,6
mar/00	443,0	379,0	326,1	239,7	211,8	283,8	250,7	248,6	242,9	227,6
abr/00	332,9	379,4	286,1	370,9	259,2	290,1	411,4	432,0	360,1	275,8
mai/00	227,7	250,0	214,8	157,1	95,9	123,7	132,5	55,4	76,4	113,0
jun/00	88,7	173,5	78,9	12,0	0,9	20,2	44,7	14,2	2,8	4,9
jul/00	40,6	123,5	57,2	39,3	19,0	54,3	40,2	39,3	2,5	4,6
ago/00	20,5	28,7	13,7	57,5	0,5	6,1	10,3	9,6	0,0	0,0
set/00	85,3	54,3	41,2	41,2	32,4	31,8	43,2	72,2	9,7	46,9
out/00	55,6	21,6	49,0	10,6	43,0	22,9	0,0	29,3	15,5	39,2

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
NOME	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
nov/00	6,3	9,7	0,0	4,2	34,3	58,0	22,3	41,4	47,9	75,5
dez/00	168,7	129,5	141,7	58,8	134,6	38,9	105,5	158,0	148,9	180,8
jan/01	215,2	267,6	217,1	71,7	176,0	192,5	163,4	252,1	123,6	182,0
fev/01	433,6	343,1	344,5	121,7	253,2	176,2	169,8	160,3	354,6	230,7
mar/01	390,6	467,0	400,5	331,1	416,5	260,7	304,6	281,3	280,0	155,9
abr/01	591,4	471,4	453,4	404,2	113,5	217,4	276,5	389,3	451,0	340,1
mai/01	115,9	89,1	111,5	48,9	8,0	29,3	48,6	38,6	23,8	38,1
jun/01	132,7	167,1	195,3	111,2	41,0	116,4	7,7	56,1	32,8	16,3
jul/01	44,1	70,4	104,9	16,2	0,0	6,6	0,0	0,0	21,3	9,5
ago/01	11,7	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/01	69,2	22,9	1,6	11,8	27,3	66,6	13,6	7,3	60,4	53,6
out/01	12,4	0,9	24,7	0,0	14,4	13,4	6,7	10,1	29,2	56,8
nov/01	3,9	0,0	25,3	6,6	18,7	31,9	54,9	8,6	146,6	130,4
dez/01	138,1	150,0	140,6	1,5	19,4	68,4	90,1	79,9	23,1	110,5
jan/02	364,5	314,6	331,5	229,9	183,7	282,7	320,1	328,5	265,9	288,6
fev/02	173,4	242,6	155,6	112,1	52,8	127,0	124,8	37,3	207,1	130,5
mar/02	386,5	420,6	334,9	335,8	147,3	299,6	252,6	180,6	147,4	171,7
abr/02	318,8	439,0	315,7	378,1	160,1	337,1	293,2	305,3	245,8	199,1
mai/02	205,3	293,4	217,9	155,7	91,9	175,4	159,4	131,7	37,4	45,4
jun/02	111,6	107,6	111,0	105,4	18,7	59,0	11,5	58,3	7,8	0,0
jul/02	18,1	70,9	38,4	41,5	23,2	44,7	23,1	12,6	10,6	0,0
ago/02	2,8	1,9	11,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/02	54,6	40,8	34,8	40,2	23,4	9,5	0,0	9,8	3,1	14,1
out/02	20,9	2,7	0,0	19,2	32,6	1,9	0,0	3,4	8,5	38,2
nov/02	17,1	31,5	76,9	78,8	43,9	109,7	38,5	69,5	45,0	86,4
dez/02	99,2	177,3	125,6	38,1	259,0	45,7	52,5	116,3	142,2	154,1
jan/03	198,3	149,0	87,9	164,8	95,0	123,7	86,2	146,2	68,8	195,6
fev/03	467,4	651,6	378,9	506,0	228,2	384,0	305,5	377,6	236,4	300,9
mar/03	509,4	577,2	496,0	421,8	178,6	456,1	322,4	402,7	315,1	128,0
abr/03	408,8	352,2	337,4	223,3	212,6	329,2	239,4	226,9	226,5	97,1
mai/03	182,6	225,9	96,5	150,4	44,7	34,2	49,1	31,6	56,4	32,1
jun/03	168,4	259,0	178,0	17,6	13,7	30,5	85,2	63,6	0,1	0,0
jul/03	4,4	21,9	28,1	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ago/03	27,6	86,8	12,4	8,8	0,0	3,0	64,7	2,1	23,5	14,4
set/03	0,6	33,0	1,9	2,8	0,0	3,5	0,2	11,8	9,5	5,6
out/03	1,7	8,8	0,0	0,7	6,5	0,0	17,5	67,0	14,4	98,0
nov/03	61,3	65,5	16,8	28,1	31,5	35,3	66,0	65,2	166,5	129,4
dez/03	41,7	114,0	13,2	81,4	18,3	142,7	82,4	135,7	95,5	78,8
jan/04	500,1	269,4	314,1	81,4	272,6	249,1	265,4	336,9	268,0	452,7
fev/04	416,3	357,0	330,3	272,5	301,2	315,3	274,8	295,0	235,1	307,6
mar/04	327,3	373,5	288,8	362,7	146,7	381,9	123,0	81,3	196,4	272,5
abr/04	235,2	356,8	210,4	204,9	133,1	402,8	285,2	107,9	201,6	105,5
mai/04	215,7	145,9	171,9	125,0	22,6	71,7	13,9	83,3	17,9	0,1
jun/04	89,2	135,6	79,1	6,0	0,0	54,6	27,2	0,0	14,1	5,6
jul/04	40,4	69,1	10,5	43,0	0,0	32,9	26,6	12,8	0,0	0,0
ago/04	29,5	21,5	44,1	5,9	4,5	9,1	15,7	0,0	4,5	4,8
set/04	13,5	116,1	35,8	3,9	0,0	0,0	7,0	17,5	3,3	24,6
out/04	13,4	35,6	8,9	30,5	19,6	14,7	22,3	17,3	4,3	22,1
nov/04	10,7	31,2	18,0	93,3	22,6	56,1	128,8	56,4	62,9	99,6
dez/04	13,9	116,9	139,3	46,8	135,7	11,8	10,0	58,8	170,4	185,9
jan/05	170,6	162,8	131,8	81,2	190,6	117,0	261,6	100,3	133,7	102,7

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
NOME	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
fev/05	418,6	456,3	424,3	261,4	120,9	201,3	314,5	416,8	288,2	216,3
mar/05	320,6	370,0	323,2	330,0	130,6	361,9	472,5	266,8	309,3	285,1
abr/05	564,9	443,7	351,8	176,3	71,6	250,4	458,4	12,9	247,4	127,2
mai/05	212,5	171,2	172,9	62,3	16,8	57,8	214,3	96,6	50,4	54,2
jun/05	50,4	111,0	91,2	21,5	0,0	15,4	16,2	27,3	0,0	10,2
jul/05	11,3	17,1	37,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	0,0
ago/05	7,7	40,0	2,5	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/05	4,7	22,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	39,5	31,5	10,8
out/05	37,8	26,1	2,5	0,0	3,2	2,7	2,1	0,6	0,0	18,3
nov/05	3,3	9,0	11,4	62,5	54,2	82,0	35,8	126,4	36,2	46,0
dez/05	193,2	268,9	284,7	130,6	148,9	229,7	265,8	288,5	194,9	244,3
jan/06	297,6	311,2	231,9	165,9	153,3	101,8	162,9	177,4	194,8	119,5
fev/06	131,0	98,2	52,4	181,2	28,6	129,7	165,3	374,1	323,2	343,7
mar/06	261,9	265,8	240,3	366,7	203,2	297,0	119,5	348,9	326,8	440,3
abr/06	766,1	521,5	637,9	498,2	231,6	384,9	350,6	282,8	663,6	429,5
mai/06	336,9	289,9	346,9	118,1	120,5	173,8	113,5	100,7	140,4	89,9
jun/06	26,3	51,8	58,4	9,4	0,0	16,8	2,0	3,4	0,0	0,0
jul/06	0,0	21,3	11,7	19,0	24,8	5,9	0,0	0,0	0,3	0,0
ago/06	0,0	23,1	16,0	24,5	0,0	0,0	4,3	25,0	17,5	0,0
set/06	22,4	4,2	7,6	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	5,7
out/06	14,3	14,3	18,0	6,6	49,2	27,6	19,2	33,2	13,7	212,7
nov/06	39,5	63,9	138,2	31,3	0,0	96,6	61,0	40,5	33,3	81,4
dez/06	177,3	42,5	62,5	79,8	26,3	39,9	121,0	30,6	18,0	31,5
jan/07	115,5	90,9	152,1	69,5	51,7	23,3	18,9	74,2	46,3	116,1
fev/07	487,9	56,3	358,3	376,3	264,3	513,6	263,6	213,3	352,2	426,1
mar/07	527,6	977,3	474,9	249,8	80,6	176,2	186,8	256,0	168,0	205,4
abr/07	407,7	519,1	470,2	107,6	145,3	275,3	212,4	215,5	208,3	100,3
mai/07	62,2	159,6	20,1	68,2	23,6	51,5	41,4	29,8	21,7	41,1
jun/07	15,1	33,3	42,3	0,0	0,0	2,9	7,7	4,6	0,6	0,0
jul/07	49,1	3,0	10,1	4,9	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
ago/07	0,0	9,2	8,4	6,7	0,0	2,7	4,7	2,1	12,6	0,0
set/07	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	75,4
out/07	26,0	33,3	58,2	1,1	16,7	7,6	1,0	25,6	19,4	17,0
nov/07	0,0	0,0	1,2	23,5	0,0	58,3	18,9	46,4	101,5	6,2
dez/07	112,7	198,5	58,7	49,6	55,6	102,7	127,8	178,2	195,5	187,7
jan/08	210,9	412,5	245,8	232,4	139,9	122,6	202,3	240,2	396,5	398,1
fev/08	200,7	373,7	167,5	230,4	27,5	234,5	218,1	430,1	208,6	141,5
mar/08	297,6	490,8	582,9	615,6	346,7	642,1	366,7	584,0	409,2	397,4
abr/08	536,7	913,9	553,2	382,6	169,4	242,8	366,7	368,9	356,4	258,4
mai/08	188,7	433,8	117,3	86,9	118,9	85,5	131,9	121,5	30,2	104,6
jun/08	76,3	127,2	53,5	1,2	0,0	0,0	0,0	1,5	10,0	0,0
jul/08	54,9	16,5	67,5	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ago/08	20,3	57,6	0,0	5,2	0,0	6,4	0,0	2,3	0,0	0,0
set/08	23,9	22,1	31,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
out/08	20,8	25,1	59,4	4,8	0,0	2,6	0,0	0,0	55,9	17,0
nov/08	29,1	51,5	50,6	18,1	0,0	4,7	0,0	32,9	115,9	150,4
dez/08	110,2	169,3	127,6	133,6	204,3	172,2	208,8	178,1	182,1	239,1
jan/09	123,4	181,5	157,1	100,5	23,0	159,7	117,0	65,4	122,6	153,1
fev/09	238,0	354,3	167,1	387,5	393,3	352,6	415,0	363,1	327,0	182,0
mar/09	593,0	396,8	343,2	352,7	224,4	306,3	305,8	218,6	398,0	211,4
abr/09	583,3	546,8	471,3	667,8	341,9	382,6	397,9	554,6	612,8	333,3

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
NOME	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
mai/09	355,3	319,4	310,4	473,7	188,2	276,1	172,8	339,6	350,5	227,8
jun/09	172,0	129,6	87,4	37,9	0,0	15,1	34,4	41,1	16,5	9,2
jul/09	40,7	31,8	81,8	26,7	16,7	8,4	11,3	0,9	0,7	7,8
ago/09	24,8	65,9	0,0	13,5	0,0	0,0	18,5	0,0	0,0	26,6
set/09	10,4	19,2	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
out/09	5,6	32,4	2,1	0,0	7,8	23,7	11,9	8,3	10,4	62,6
nov/09	41,4	39,4	7,1	30,0	0,0	22,0	3,7	15,5	0,0	2,8
dez/09	58,7	92,7	39,7	84,1	36,4	73,6	106,0	37,1	105,9	182,1
jan/10	208,3	344,7	267,2	77,7	42,5	166,1	188,9	173,7	182,1	132,7
fev/10	224,1	195,4	263,5	172,6	19,8	98,8	36,7	130,6	80,9	180,7
mar/10	145,1	230,5	256,8	185,8	89,4	129,2	198,6	162,9	127,9	267,8
abr/10	313,0	518,3	451,0	277,8	264,6	275,8	250,8	296,3	314,0	343,4
mai/10	174,9	238,7	133,1	141,0	87,7	46,2	107,9	40,6	78,7	84,4
jun/10	45,0	46,1	97,2	35,1	28,5	14,7	43,6	4,0	1,1	30,9
jul/10	20,8	3,9	37,7	29,0	24,1	22,5	19,3	7,2	2,4	0,0
ago/10	0,0	7,3	3,1	0,0	0,0	0,0	3,5	4,0	0,0	0,0
set/10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,5	7,0
out/10	102,8	53,9	94,7	59,8	11,3	22,4	15,3	60,8	122,2	139,2
nov/10	66,4	99,1	119,3	109,1	1,5	56,6	22,8	65,2	167,1	40,3
dez/10	180,1	51,6	115,6	122,0	115,1	191,7	236,1	245,4	217,9	332,0
jan/11	286,1	171,5	238,1	283,1	109,6	108,4	192,5	233,1	211,7	256,4
fev/11	409,2	359,7	316,7	570,8	679,8	397,8	472,1	399,9	438,0	222,9
mar/11	225,7	224,2	226,1	245,5	250,8	234,5	434,6	427,0	170,3	186,0
abr/11	459,9	397,6	477,9	367,2	183,7	371,1	247,1	217,8	220,5	252,9
mai/11	148,8	279,3	152,6	134,0	48,9	216,9	170,9	101,5	57,3	93,7
jun/11	120,5	109,5	62,8	32,2	0,0	19,8	17,6	15,1	0,0	0,0
jul/11	49,0	35,9	36,0	37,9	8,3	57,1	11,1	12,2	10,9	26,9
ago/11	39,1	17,1	17,6	10,1	18,5	25,2	0,0	3,2	0,0	7,3
set/11	2,2	9,2	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0
out/11	33,7	24,6	141,0	60,3	116,5	113,4	68,6	138,8	71,4	55,4
nov/11	7,3	48,0	56,6	73,9	166,7	84,0	57,3	156,7	133,5	99,4
dez/11	2,5	10,0	7,2	73,9	73,0	32,0	10,1	50,4	49,2	111,6
jan/12	335,3	263,9	339,8	21,1	145,1	145,7	96,0	270,4	98,6	224,5
fev/12	224,6	132,8	222,7	215,4	184,1	146,0	156,5	220,2	249,8	265,0
mar/12	192,9	238,4	272,8	248,5	170,5	241,3	177,5	218,1	219,0	126,5
abr/12	207,4	182,5	133,4	71,8	42,8	106,5	141,6	84,6	121,2	67,9
mai/12	82,0	34,3	68,9	70,8	32,0	20,7	45,5	17,6	38,2	0,5
jun/12	112,8	119,6	121,0	58,4	13,2	23,0	10,4	29,9	18,5	0,0
jul/12	8,4	5,0	9,5	3,4	0,0	0,0	0,0	2,1	8,0	35,4
ago/12	31,1	5,0	0,0	0,0	3,5	5,4	0,0	0,0	5,3	0,0
set/12	7,6	7,6	17,7	16,5	0,0	4,2	15,0	1,3	14,9	0,0
out/12	3,0	46,3	0,0	0,4	14,8	0,0	0,0	58,1	9,4	46,2
nov/12	50,3	49,9	42,4	105,3	11,2	31,3	14,0	79,1	58,2	150,7
dez/12	217,2	84,0	80,5	128,4	91,0	63,5	53,2	57,0	116,3	303,4
jan/13	57,7	49,2	90,2	127,7	117,6	204,6	126,1	115,9	123,6	195,1

6.2. Método da Regressão Linear

Neste método foram feitas correlações cruzadas entre todas as estações pluviométricas. No ajuste das equações de correlação entre os dados de cada par de estações utilizou-se uma regressão do tipo linear. Os preenchimentos e correções foram feitos preferencialmente com equações de maiores coeficientes de determinação, conforme correlações listadas nas Figuras 13 a 29.

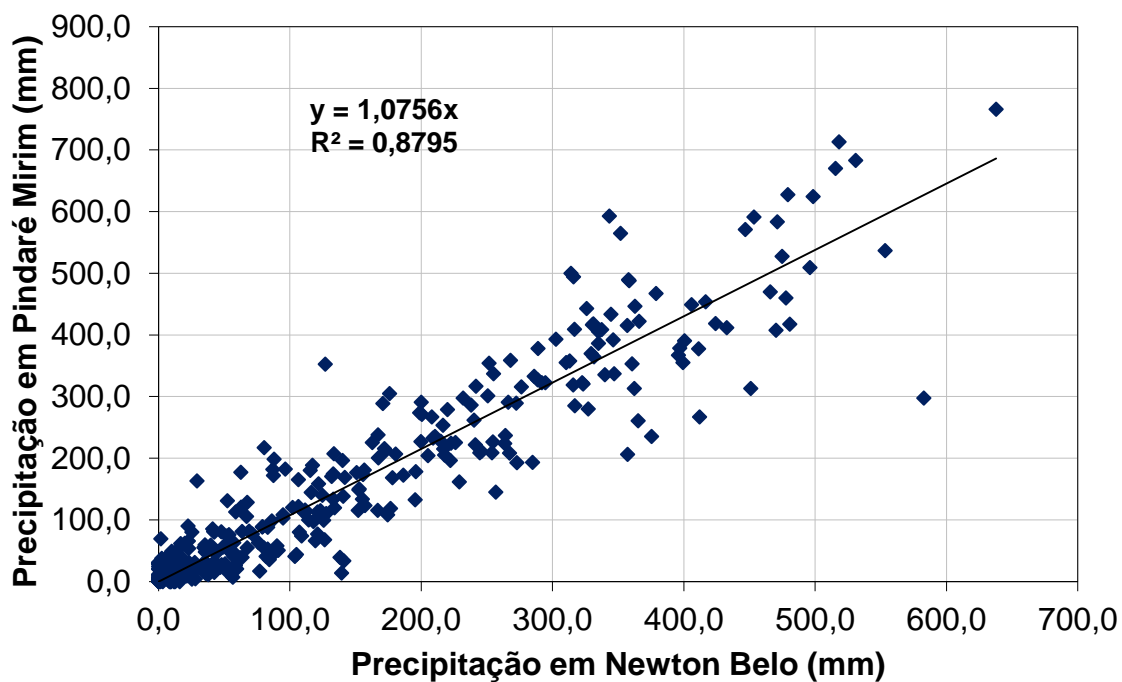


Figura 13 – Gráfico de Correlação entre Pindaré Mirim e Newton Belo

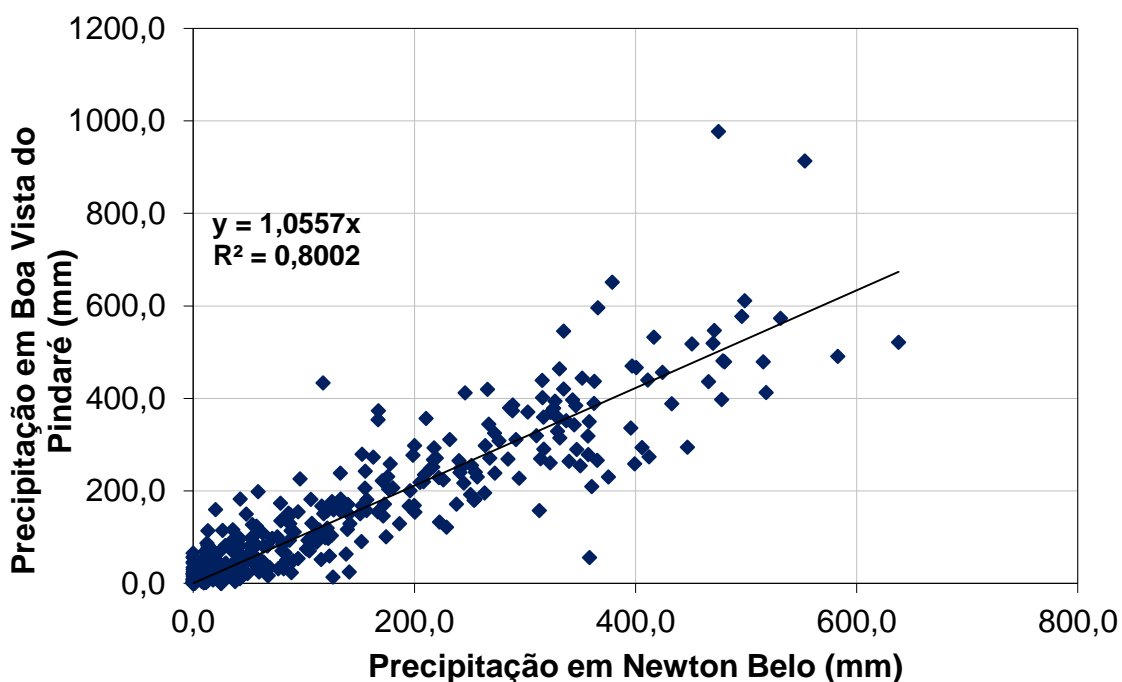


Figura 14 – Gráfico de Correlação entre Boa Vista do Pindaré e Newton Belo

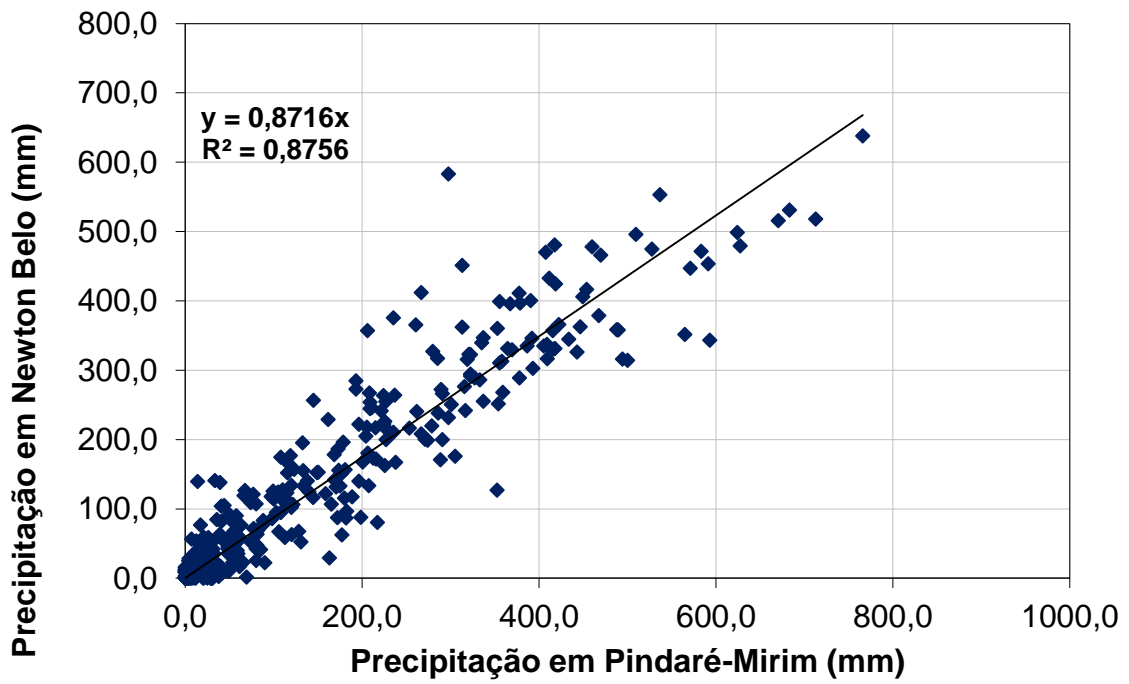


Figura 15 – Gráfico de Correlação entre Newton Belo e Pindaré-Mirim

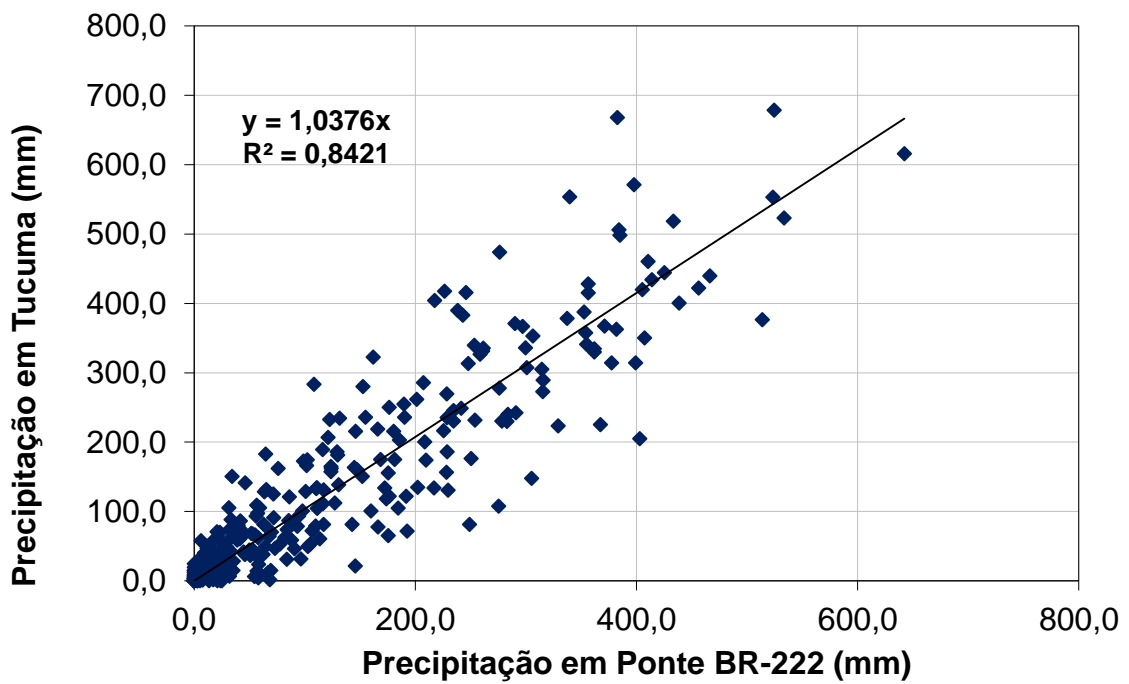


Figura 16 – Gráfico de Correlação entre Tucuma e Ponte BR-222

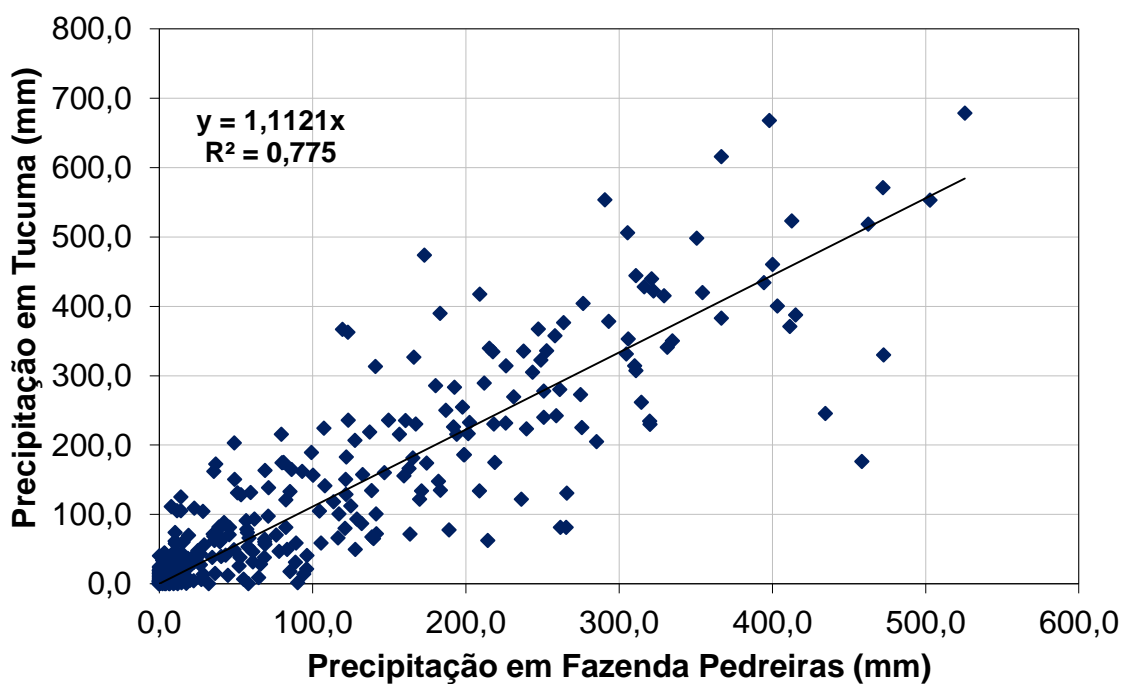


Figura 17- Gráfico de Correlação entre Tucuma e Fazenda Pedreiras

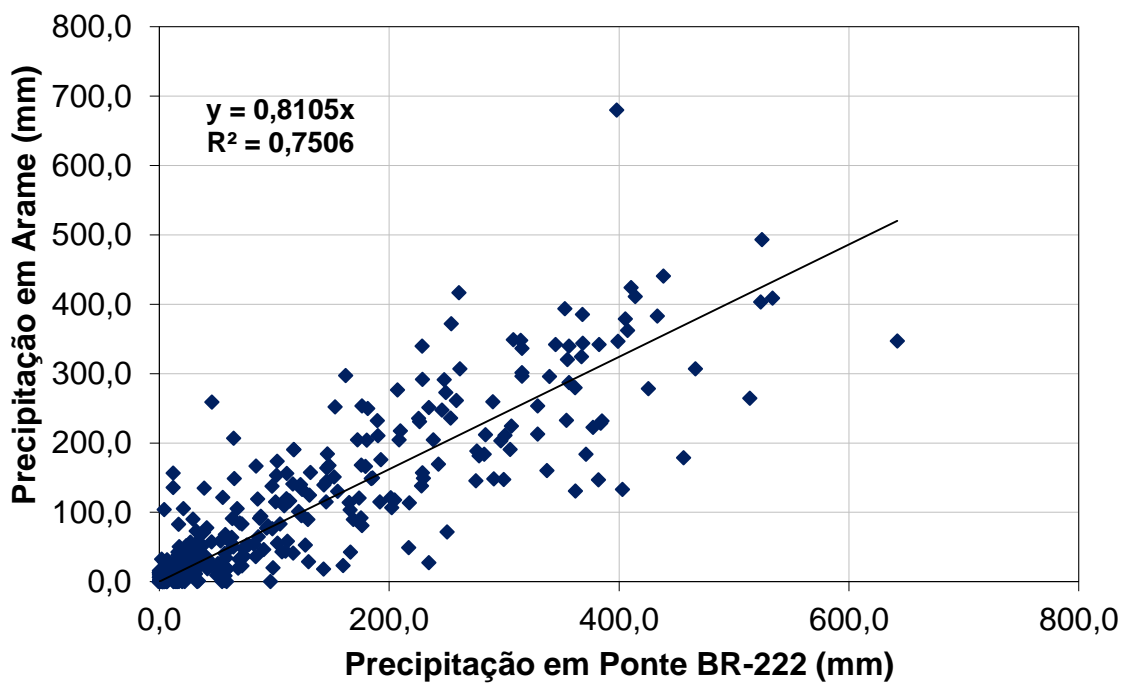


Figura 18 – Gráfico de Correlação entre Arame e Ponte BR-222

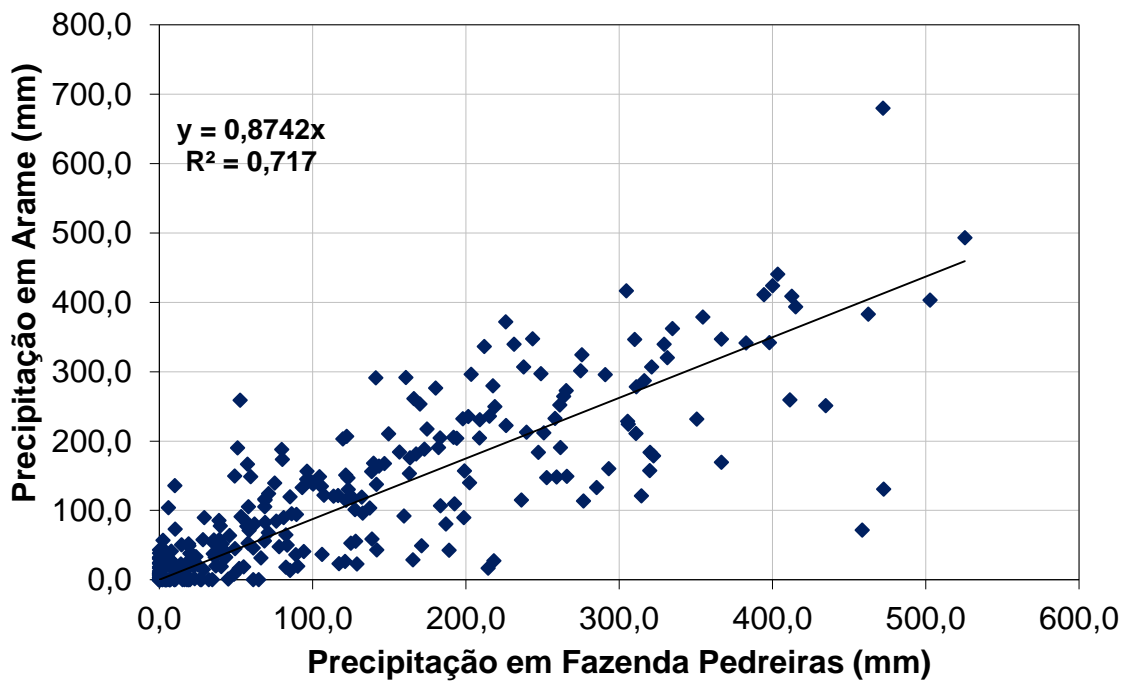


Figura 19 – Gráfico de Correlação entre Arame e Fazenda Pedreiras

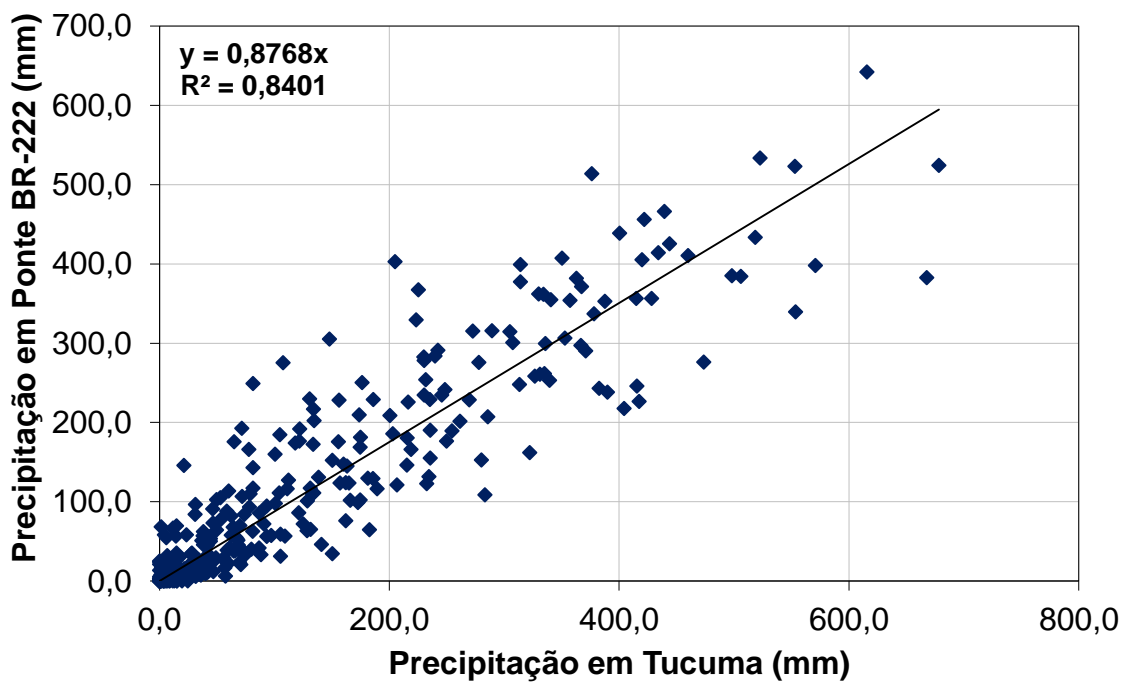


Figura 20 – Gráfico de Correlação entre Ponte BR-222 e Tucuma

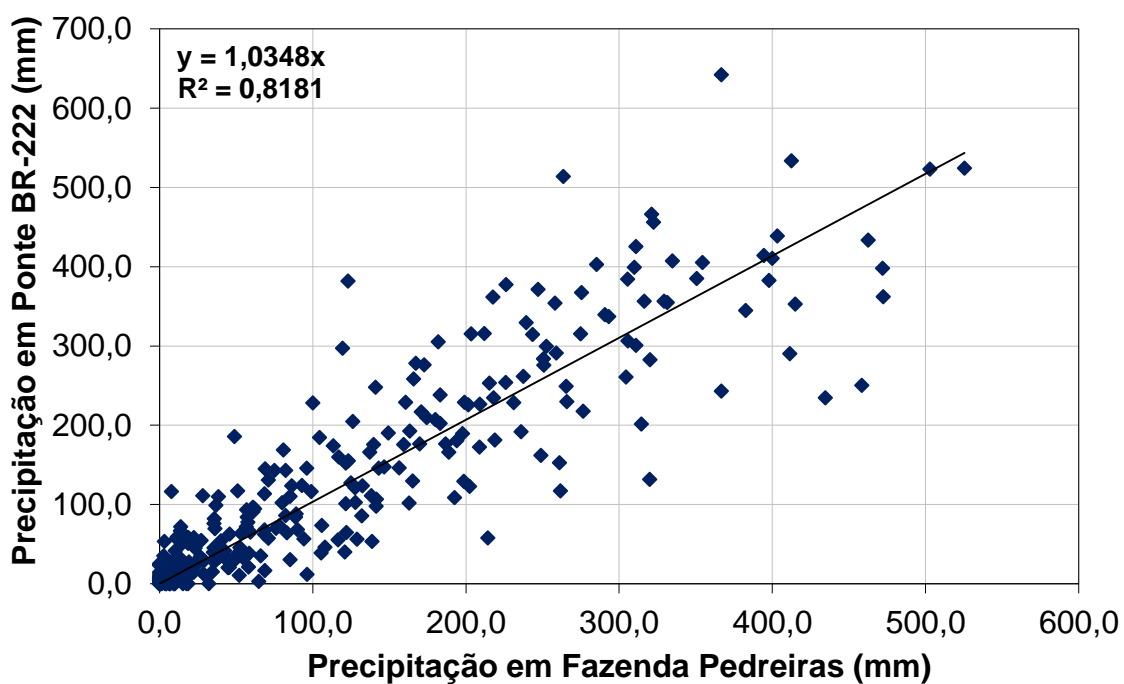


Figura 21 – Gráfico de Correlação entre Ponte BR-222 e Fazenda Pedreiras

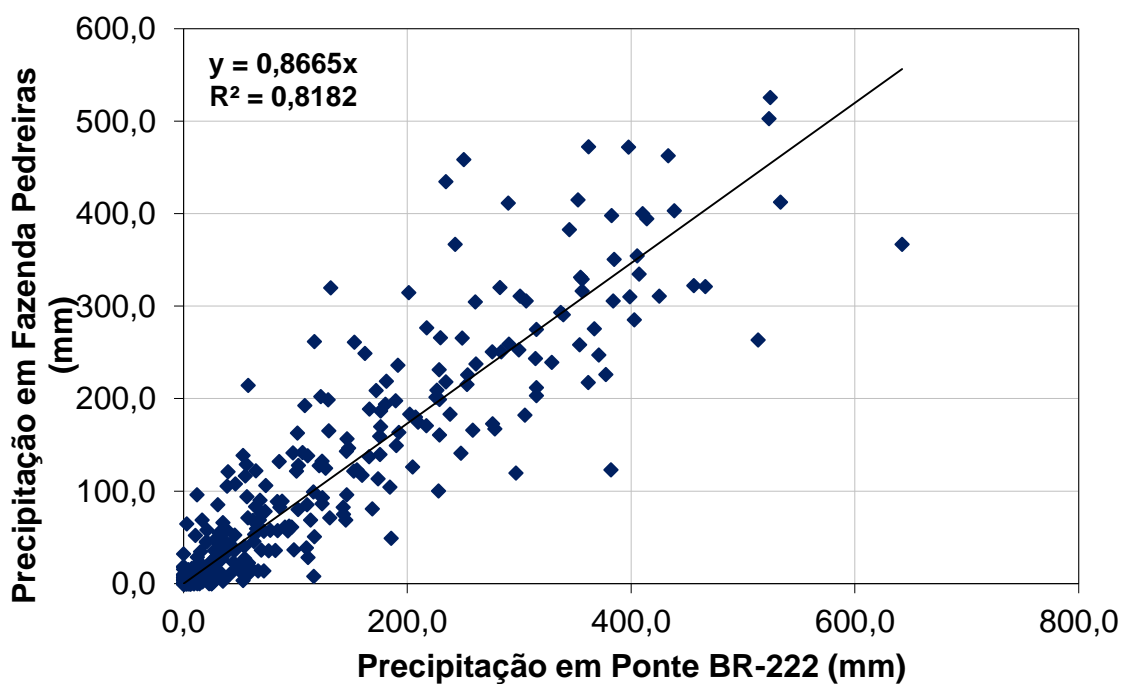


Figura 22 – Gráfico de Correlação entre Fazenda Pedreiras e Ponte BR-222

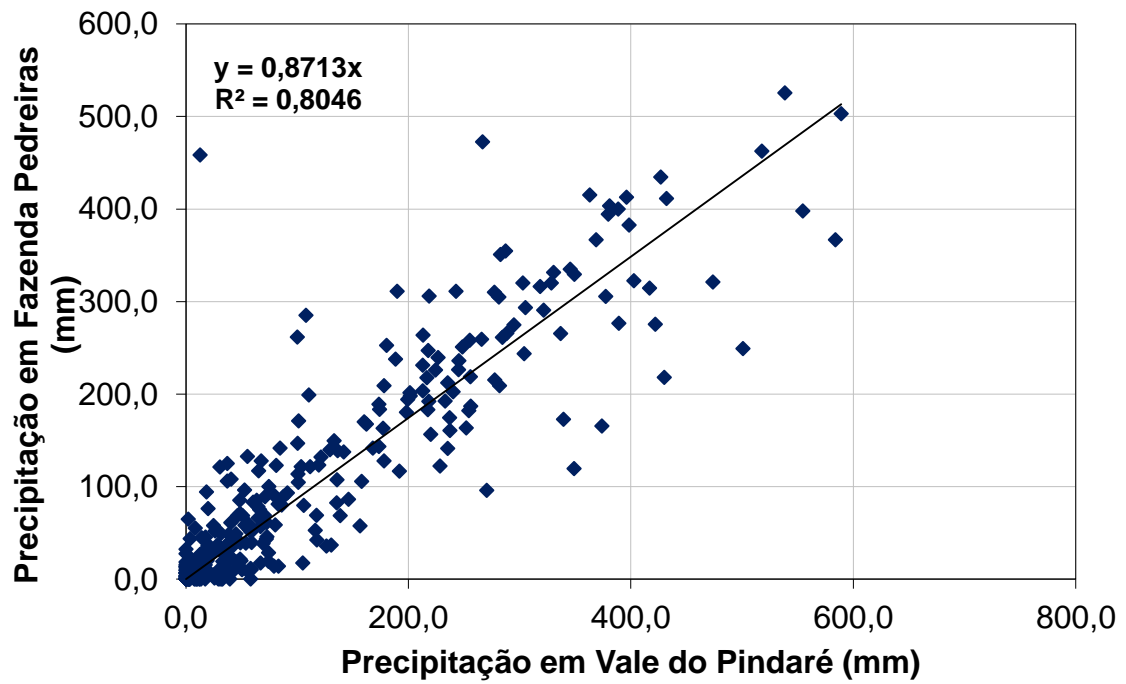


Figura 23 – Gráfico de Correlação entre Fazenda Pedreiras e Vale do Pindaré

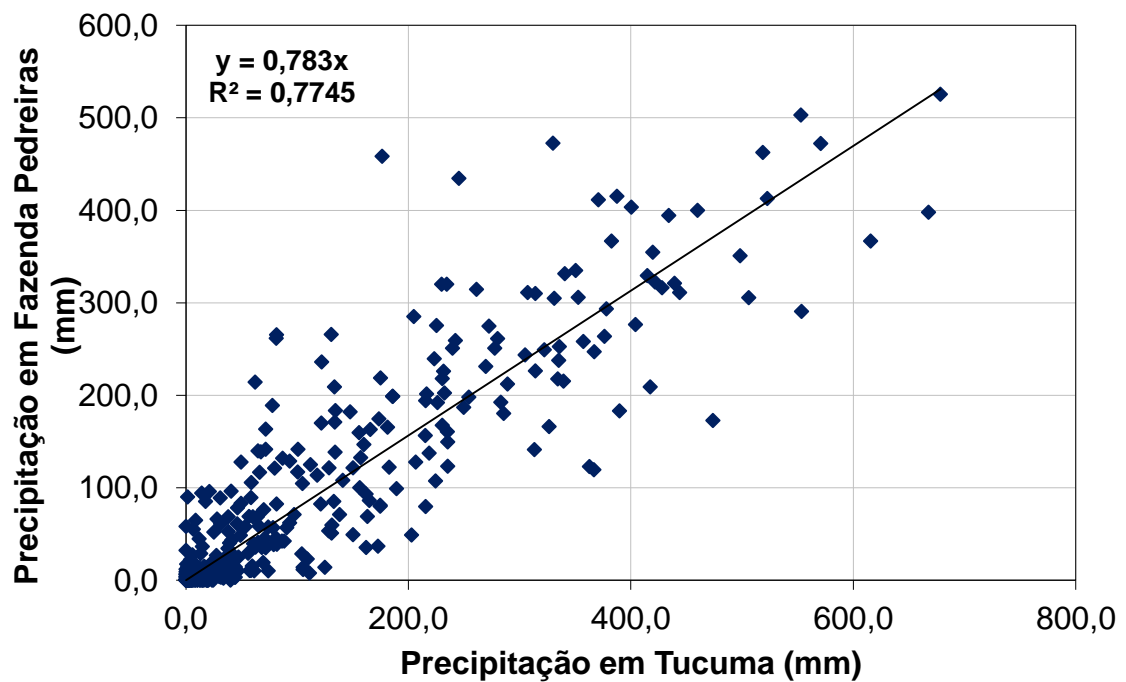


Figura 24 - Correlação entre Fazenda Pedreiras e Tucuma

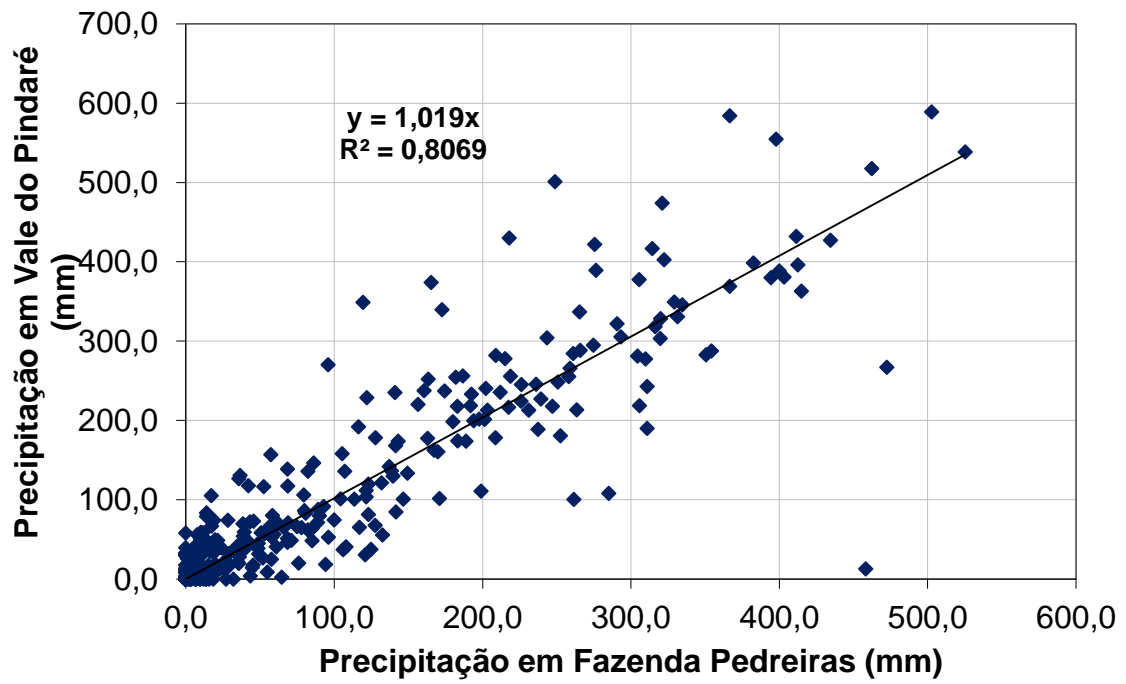


Figura 25 – Gráfico de Correlação entre Vale do Pindaré e Fazenda Pedreiras

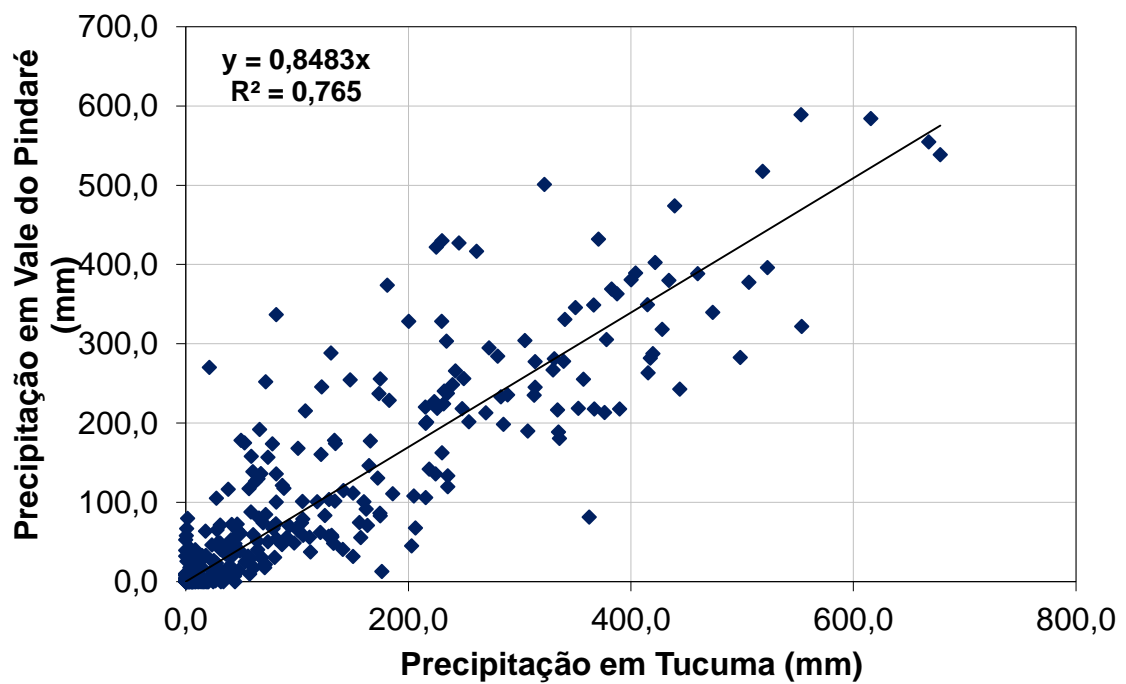


Figura 26 – Gráfico de Correlação entre Vale do Pindaré e Tucuma

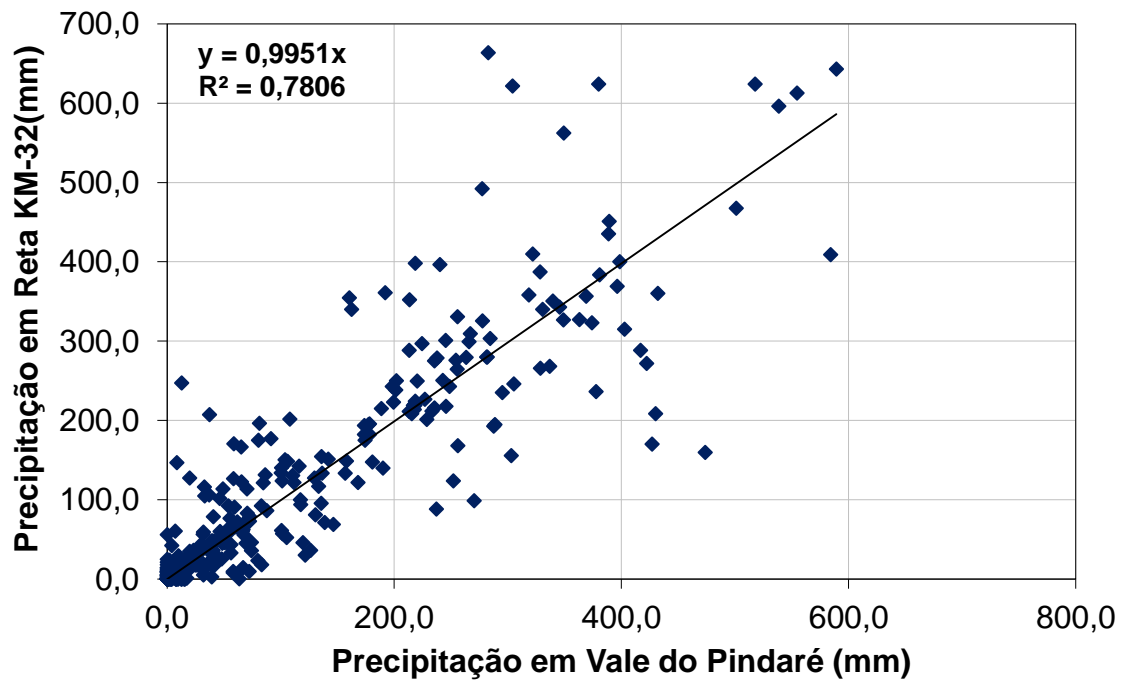


Figura 27 – Gráfico de Correlação entre Reta KM-32 e Vale do Pindaré

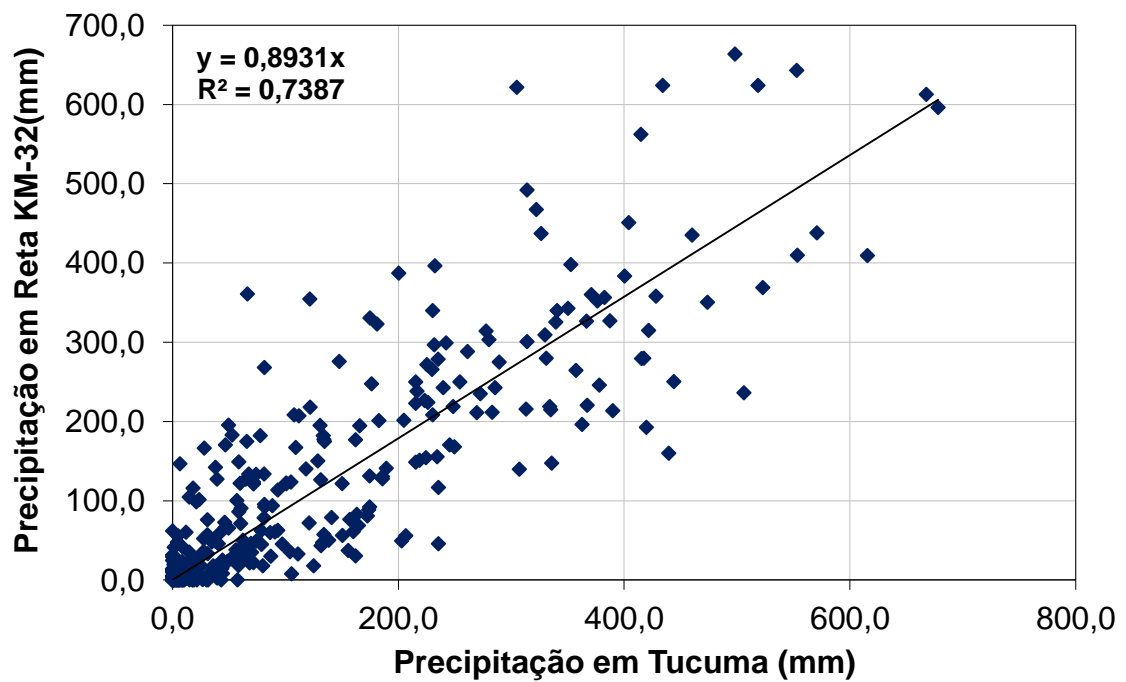


Figura 28 – Gráfico de Correlação entre Reta KM-32 e Tucuma

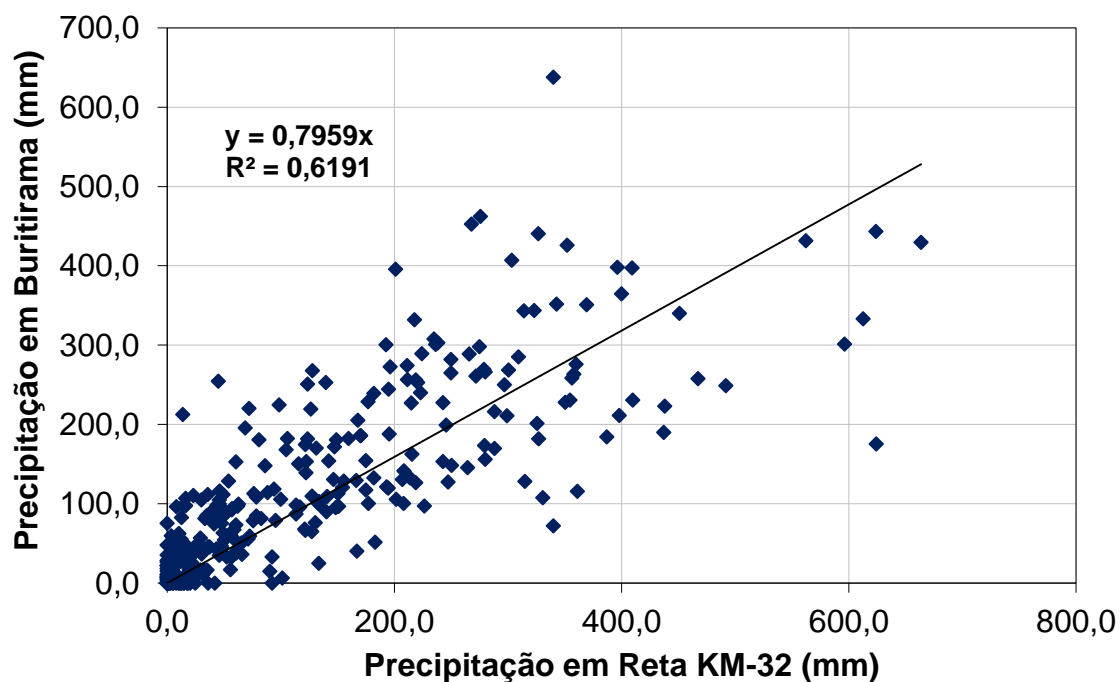


Figura 29 – Gráfico de Correlação entre Buritirama e Reta KM-32

Segundo Bertoni & Tucci (2002), o método de preenchimento de falha pela regressão linear é mais aprimorado em comparação com a ponderação regional.

Através das correlações entre séries de precipitações mensais, pode-se verificar a relativa qualidade dos dados, sendo estabelecidas séries preenchidas de totais pluviométricos mensais para todas as estações abrangendo o período consistido, conforme Tabela 19, onde as células coloridas foram preenchidas de acordo com a estação de mesma cor.

Tabela 19 - Preenchimento de falhas – método da Regressão Linear

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
Nome	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
jun/84	74,1	83,2	52,1	8,5	5,3	8,8	8,6	4,0	42,1	0,0
jul/84	80,2	72,6	25,4	10,8	21,7	12,6	7,1	18,5	10,6	4,0
ago/84	63,1	100,7	76,1	43,8	42,5	16,2	3,1	7,2	14,4	51,0
set/84	55,5	72,0	34,6	38,1	55,9	62,2	68,5	46,4	49,2	63,3
out/84	65,5	47,0	22,7	35,0	33,2	25,2	23,8	39,6	48,4	44,2
nov/84	59,5	86,2	35,3	29,3	38,0	16,0	19,7	49,6	54,2	128,4
dez/84	39,4	80,9	63,5	39,5	24,7	27,0	8,8	19,9	127,5	109,6
jan/85	322,6	310,9	291,8	460,1	424,1	410,4	400,0	388,6	435,2	346,4
fev/85	377,8	385,7	288,9	553,0	403,1	523,2	502,8	589,1	642,9	511,7
mar/85	624,5	645,0	544,3	428,2	287,1	356,4	316,3	318,4	358,2	263,2
abr/85	422,3	596,3	366,0	522,8	408,5	533,4	412,5	396,1	369,2	350,8
mai/85	446,6	436,8	362,8	389,9	204,3	238,2	183,1	217,7	213,8	132,6
jun/85	144,4	167,6	116,2	132,9	119,4	110,4	85,2	48,3	47,6	47,0

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
Nome	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
jul/85	54,7	70,3	80,2	31,6	17,5	5,8	3,2	0,0	0,0	0,0
ago/85	35,7	50,7	84,4	3,2	4,4	4,6	10,1	7,7	0,0	0,0
set/85	13,6	41,2	21,2	2,3	0,0	2,4	3,7	0,0	2,9	35,2
out/85	22,6	46,6	6,6	67,4	58,8	53,2	138,6	136,4	133,6	25,0
nov/85	88,2	66,4	83,0	134,5	106,7	202,1	183,2	174,1	174,9	117,1
dez/85	232,9	235,0	209,0	285,6	276,2	207,2	180,1	198,2	242,8	153,1
jan/86	273,9	277,3	198,8	174,6	173,5	102,3	80,0	86,2	131,3	170,3
fev/86	290,6	419,8	266,2	339,5	235,9	253,2	215,3	277,7	325,6	201,2
mar/86	624,3	611,4	498,6	678,2	493,1	524,3	525,5	538,5	596,3	301,4
abr/86	683,3	573,6	531,0	553,5	295,5	339,4	290,7	321,8	409,8	230,8
mai/86	225,7	272,9	162,7	162,0	52,7	76,0	35,5	36,2	30,3	36,5
jun/86	115,6	154,6	166,8	68,4	57,1	45,4	35,5	30,0	44,0	98,4
jul/86	23,4	56,8	47,0	18,0	5,0	12,1	12,1	0,0	0,0	8,4
ago/86	0,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,3	6,2	0,0	0,0	0,0
set/86	16,5	114,8	26,6	8,3	0,0	6,0	9,9	0,0	0,0	0,0
out/86	139,8	104,0	124,8	0,0	105,3	20,9	58,0	52,9	61,8	97,2
nov/86	105,9	81,2	67,0	30,9	36,0	83,8	88,8	71,3	75,9	78,6
dez/86	80,8	149,9	47,8	52,8	83,0	104,8	90,8	175,0	183,0	51,4
jan/87	133,5	206,3	155,2	116,0	139,3	143,1	75,0	66,2	60,5	73,2
fev/87	226,9	168,6	199,8	118,0	164,0	145,6	143,1	173,6	193,4	121,2
mar/87	367,2	336,0	395,8	279,4	341,6	344,7	382,6	398,5	400,0	364,8
abr/87	278,8	270,9	219,9	218,8	103,4	165,9	137,2	141,8	151,0	96,8
mai/87	121,8	181,8	106,4	46,5	47,5	73,0	78,1	64,9	65,9	36,2
jun/87	108,0	154,9	94,9	44,3	20,3	53,2	3,2	0,0	8,3	10,4
jul/87	7,7	43,9	0,0	0,0	0,0	0,0	32,1	0,0	0,0	0,0
ago/87	34,4	14,5	14,6	6,2	9,5	7,6	13,6	0,0	0,0	35,4
set/87	90,0	42,4	22,4	14,3	1,3	3,6	0,0	0,0	18,0	37,2
out/87	11,0	8,0	3,4	3,3	28,2	4,5	7,0	0,0	1,0	28,0
nov/87	29,1	20,9	0,0	30,9	28,1	13,9	21,4	48,8	57,0	92,2
dez/87	39,8	73,0	16,9	27,1	57,9	33,4	39,0	49,1	113,6	87,2
jan/88	369,5	328,9	329,4	255,6	296,2	315,3	203,4	213,1	288,2	169,6
fev/88	337,1	240,8	255,0	242,4	148,2	290,9	259,0	265,9	299,2	210,8
mar/88	469,9	436,7	465,9	415,0	339,4	356,3	329,3	349,2	562,3	431,7
abr/88	378,5	470,2	396,9	350,3	362,0	407,2	334,7	345,6	342,9	351,8
mai/88	358,9	270,8	268,0	174,7	89,4	168,6	80,9	83,0	92,4	33,0
jun/88	77,0	156,7	121,2	71,6	37,6	39,4	35,0	21,6	21,8	37,2
jul/88	14,9	18,3	14,5	4,7	0,0	12,4	19,8	19,2	18,6	9,0
ago/88	18,0	12,6	17,7	27,4	1,2	34,0	26,6	23,2	36,1	0,0
set/88	10,8	10,2	7,4	8,5	3,2	0,2	0,0	9,8	13,0	37,0
out/88	21,4	16,4	41,6	61,3	18,7	41,6	10,2	17,5	27,1	49,4
nov/88	47,4	82,8	57,1	56,9	82,8	16,6	68,8	117,4	100,1	105,4
dez/88	118,8	203,9	176,7	174,9	249,8	181,2	218,8	255,7	330,8	107,7
jan/89	196,2	229,2	222,1	150,3	150,9	152,0	121,5	111,8	121,8	66,4
fev/89	209,1	180,0	253,9	230,4	181,4	278,2	167,3	162,4	339,9	71,9
mar/89	393,0	371,0	302,5	314,1	346,6	399,0	310,0	277,3	492,0	248,9
abr/89	453,8	532,8	416,6	434,2	411,0	413,9	394,4	379,8	624,2	175,3
mai/89	391,9	384,6	346,1	185,9	156,7	228,8	199,0	110,7	130,4	76,2
jun/89	108,2	100,8	174,4	53,3	52,9	77,6	57,7	25,0	29,4	16,2
jul/89	14,7	35,2	14,7	25,2	16,2	10,6	52,0	26,4	17,8	32,4
ago/89	49,1	78,3	13,4	20,2	8,4	9,2	0,0	0,0	10,0	25,4

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
Nome	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
set/89	40,1	64,5	16,2	13,3	14,9	12,4	28,6	15,7	12,4	55,2
out/89	158,7	97,4	121,9	33,7	56,8	27,0	2,1	0,0	9,7	61,3
nov/89	288,6	221,8	170,8	121,1	64,8	86,0	82,4	61,8	72,2	220,0
dez/89	260,8	266,4	365,3	231,7	371,8	253,8	225,9	224,4	296,8	250,0
jan/90	176,8	150,9	150,8	206,5	101,1	121,2	127,6	67,8	55,7	62,6
fev/90	285,2	290,4	316,9	216,4	235,2	225,6	201,5	201,4	238,4	302,8
mar/90	236,9	298,0	264,2	224,4	121,9	196,8	107,2	135,9	154,5	120,4
abr/90	301,0	192,0	250,7	215,5	188,0	189,0	79,6	106,0	148,5	95,0
mai/90	100,0	115,6	114,3	81,7	85,4	71,6	38,8	54,0	92,4	0,0
jun/90	52,6	46,2	83,1	24,7	8,6	21,7	0,0	0,0	4,9	0,0
jul/90	80,2	129,9	107,2	47,4	21,2	25,4	24,9	14,1	21,8	25,8
ago/90	31,4	10,0	42,2	1,6	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	48,0
set/90	14,5	47,0	8,6	16,2	20,4	17,8	13,9	0,0	3,7	59,4
out/90	20,2	20,0	17,0	23,5	31,4	6,5	0,0	13,7	16,3	97,6
nov/90	38,5	47,6	62,1	86,5	33,0	41,8	42,4	46,5	60,0	38,4
dez/90	165,1	87,4	106,5	90,7	83,2	71,9	56,6	55,9	60,7	152,8
jan/91	315,7	308,8	276,4	304,9	347,6	314,4	243,5	304,2	621,5	494,7
fev/91	352,7	159,2	126,9	162,1	133,0	124,0	93,0	91,4	176,8	228,6
mar/91	449,3	294,0	405,8	326,6	261,0	258,4	165,9	169,1	437,2	190,0
abr/91	322,5	227,7	294,6	189,3	140,6	116,1	99,1	101,0	140,9	109,4
mai/91	208,8	217,2	244,6	49,5	49,8	64,3	83,2	60,6	65,7	50,5
jun/91	48,2	97,4	42,1	9,0	0,0	0,0	9,5	0,0	0,0	11,0
jul/91	53,9	34,2	23,0	8,3	0,0	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0
ago/91	0,0	1,2	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	3,1	4,5	53,6
out/91	10,4	6,2	13,3	2,8	3,6	2,6	0,0	0,0	6,1	4,0
nov/91	20,1	18,2	11,1	19,6	6,0	0,0	0,0	0,0	8,2	96,4
dez/91	0,0	35,0	9,2	14,7	34,0	35,2	2,8	33,1	104,7	168,0
jan/92	172,7	129,1	186,5	314,1	222,4	377,3	226,1	245,1	300,7	268,5
fev/92	267,0	274,2	412,1	200,4	204,4	208,5	180,7	328,3	387,1	184,3
mar/92	355,4	258,8	399,3	415,4	247,4	245,9	213,1	263,2	279,5	173,3
abr/92	271,1	154,2	200,5	141,7	118,9	124,2	100,2	115,0	114,4	118,2
mai/92	105,1	103,7	124,4	7,6	49,0	6,7	1,8	2,1	2,1	0,0
jun/92	20,2	16,7	16,6	13,4	8,7	11,7	4,5	5,2	5,2	0,0
jul/92	12,6	34,0	15,0	10,7	7,0	9,4	0,0	0,0	0,0	4,6
ago/92	28,6	26,2	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/92	3,2	8,2	2,1	3,6	16,6	5,7	0,0	17,5	27,0	16,3
out/92	5,2	20,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,7
nov/92	81,2	46,6	63,6	56,0	89,8	29,3	29,1	32,1	38,2	88,9
dez/92	77,2	97,4	71,5	81,0	63,6	62,8	45,7	72,9	78,5	108,4
jan/93	150,2	167,9	152,8	93,2	80,3	94,4	62,0	70,2	113,6	98,4
fev/93	221,7	240,2	241,3	215,5	204,0	180,5	194,0	199,4	223,1	240,0
mar/93	571,0	294,9	446,9	357,3	232,4	354,1	258,1	255,3	264,6	145,6
abr/93	235,3	230,6	375,5	134,1	156,1	110,9	138,3	140,9	177,2	100,2
mai/93	181,7	93,0	86,9	138,3	124,4	130,6	71,1	72,5	50,1	85,6
jun/93	27,4	52,7	47,9	21,7	17,7	11,7	9,5	9,7	26,3	10,2
jul/93	5,3	16,7	10,3	5,8	6,9	5,1	0,0	0,0	0,0	6,2
ago/93	18,2	21,6	24,0	12,4	30,3	14,4	0,0	0,0	19,9	32,0
set/93	1,0	46,3	13,0	1,4	13,4	0,0	10,0	38,2	41,5	74,6
out/93	14,5	82,5	13,2	41,7	24,4	11,1	8,5	32,1	59,0	67,2

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
Nome	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
nov/93	63,0	54,8	57,3	64,9	167,9	175,6	139,7	129,6	127,4	65,0
dez/93	204,3	218,5	205,1	131,1	190,1	116,9	50,9	58,5	126,6	219,3
jan/94	290,8	297,9	200,0	289,3	336,3	315,5	211,9	235,4	275,1	297,9
fev/94	322,4	261,0	322,7	235,2	291,5	228,7	160,6	237,5	278,8	269,4
mar/94	313,0	389,1	362,4	400,4	440,7	438,5	403,3	380,8	383,6	305,3
abr/94	411,5	388,4	432,7	334,2	279,7	361,7	217,6	216,7	218,9	256,0
mai/94	253,5	251,8	216,7	203,0	149,5	185,5	48,9	45,1	49,3	93,0
jun/94	133,8	157,0	133,0	64,7	51,7	37,5	40,9	40,3	36,1	82,5
jul/94	114,8	59,1	123,2	36,7	25,8	50,8	18,5	12,4	14,4	0,0
ago/94	31,2	39,7	23,2	2,9	0,0	6,1	0,0	2,7	1,1	0,0
set/94	3,5	34,8	0,0	0,0	38,5	25,0	0,0	1,5	0,0	15,0
out/94	19,4	32,4	15,7	0,0	16,0	0,0	9,2	9,7	12,7	82,7
nov/94	51,9	47,5	52,8	46,2	46,0	90,7	61,0	72,5	72,8	59,1
dez/94	74,2	95,2	108,8	58,6	94,0	88,1	89,2	87,8	86,3	148,0
jan/95	180,8	157,7	156,7	235,5	210,4	190,1	149,4	133,4	117,0	95,9
fev/95	376,5	254,2	350,0	340,7	320,1	354,9	331,4	330,7	340,0	637,6
mar/95	267,0	219,8	208,1	269,6	339,4	228,5	231,2	213,1	211,3	274,4
abr/95	377,4	439,9	411,2	417,4	230,9	226,4	209,0	281,9	279,9	266,0
mai/95	415,5	318,9	357,0	335,1	306,6	261,4	237,5	188,6	214,9	226,9
jun/95	32,7	39,8	35,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,1	0,0
jul/95	48,4	57,6	45,1	0,0	9,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
ago/95	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/95	28,9	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
out/95	30,5	56,2	0,0	14,7	32,4	69,4	36,2	27,9	35,3	16,2
nov/95	54,3	75,5	52,7	88,3	41,6	33,3	42,2	117,7	94,0	118,6
dez/95	49,7	114,1	88,4	97,3	67,7	57,4	71,0	48,6	45,2	254,5
jan/96	358,0	157,5	313,0	254,5	232,1	189,5	197,8	201,8	250,0	282,1
fev/96	289,1	325,4	272,4	226,1	205,2	198,2	191,9	218,5	224,3	289,1
mar/96	712,9	413,1	518,2	518,6	382,9	433,3	462,5	517,7	624,1	443,4
abr/96	489,6	350,2	358,0	444,0	278,1	425,3	311,0	242,8	250,5	148,2
mai/96	206,6	207,1	180,5	163,2	115,0	144,9	68,9	70,7	82,8	81,4
jun/96	12,4	17,2	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
jul/96	47,3	23,8	88,7	5,9	13,2	0,0	15,3	17,4	1,1	0,0
ago/96	26,2	39,3	23,7	4,8	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0
set/96	9,2	11,2	21,4	0,0	12,5	0,0	0,0	3,5	4,5	23,2
out/96	21,3	49,3	1,2	22,3	37,9	27,5	35,8	19,8	16,1	23,5
nov/96	14,1	11,6	20,3	104,8	148,5	184,3	104,4	101,2	123,6	250,9
dez/96	81,1	81,4	42,0	78,4	77,0	93,2	56,9	67,0	62,3	97,2
jan/97	353,0	209,5	360,5	147,8	190,4	305,2	182,0	254,3	275,8	462,3
fev/97	196,2	170,7	140,0	64,2	105,4	67,7	68,6	50,9	45,8	104,8
mar/97	354,1	255,2	251,7	280,2	252,0	152,7	261,1	284,5	303,4	406,8
abr/97	279,9	394,2	327,2	235,5	130,2	154,9	123,2	119,6	45,9	99,8
mai/97	98,4	152,2	86,2	60,7	77,4	41,2	39,5	59,2	90,5	14,8
jun/97	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
jul/97	1,4	16,2	0,0	0,8	0,0	0,0	6,5	0,0	1,3	0,0
ago/97	0,0	32,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0
set/97	3,7	30,7	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6
out/97	14,4	35,6	23,6	40,6	156,3	11,9	96,2	52,7	45,9	35,1
nov/97	12,7	100,7	53,9	8,4	103,7	4,1	5,8	40,1	17,9	41,9
dez/97	80,3	182,5	42,5	65,8	71,1	38,3	58,4	80,3	174,9	154,6

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
Nome	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
jan/98	417,5	479,3	480,6	322,2	297,1	162,0	248,9	500,9	467,4	257,5
fev/98	120,0	74,8	102,2	131,4	148,7	65,1	59,4	56,3	43,4	43,1
mar/98	670,3	479,1	515,6	307,3	210,9	300,8	310,9	189,9	139,8	252,9
abr/98	226,5	181,6	254,7	160,1	167,7	147,5	146,7	100,6	61,0	37,9
mai/98	119,8	177,4	134,0	70,0	84,6	69,9	76,1	19,9	35,0	85,0
jun/98	40,9	93,4	103,8	36,0	18,3	7,5	16,6	34,7	18,0	7,2
jul/98	48,2	93,3	35,6	1,6	50,4	17,3	14,4	10,1	20,2	26,0
ago/98	13,9	27,2	18,4	15,1	9,9	0,0	0,0	30,6	20,4	0,0
set/98	5,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	5,2	15,6
out/98	30,9	11,4	27,6	14,1	40,8	56,7	94,1	18,4	16,3	106,9
nov/98	163,1	44,5	29,3	100,8	137,4	97,9	141,4	168,0	121,8	174,4
dez/98	161,5	121,5	229,0	104,1	58,0	111,2	28,3	74,3	35,7	111,6
jan/99	178,5	200,7	196,0	66,2	121,3	55,2	116,5	192,0	361,1	115,5
fev/99	405,3	545,7	335,1	313,2	291,2	247,8	141,0	235,3	215,6	162,6
mar/99	627,6	481,5	479,2	439,4	306,7	466,3	321,1	473,8	159,8	182,3
abr/99	494,3	401,8	316,0	234,4	157,2	131,5	319,9	303,1	155,5	128,4
mai/99	206,1	278,6	357,2	173,7	217,4	209,5	174,4	237,1	88,4	114,2
jun/99	22,6	82,5	29,0	11,5	0,0	0,0	1,5	0,0	1,3	0,0
jul/99	24,2	41,5	9,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ago/99	0,8	3,1	0,0	2,2	0,0	1,5	0,0	12,5	0,0	22,6
set/99	32,3	14,2	12,1	27,4	14,2	22,4	17,2	105,1	52,3	32,9
out/99	67,6	14,0	126,4	44,3	9,3	49,9	14,4	47,9	25,2	46,7
nov/99	128,3	17,2	67,5	128,8	114,7	100,9	121,6	103,7	150,5	112,8
dez/99	305,1	230,8	175,8	182,7	206,7	64,6	122,0	228,6	201,1	395,5
jan/00	97,2	150,9	117,9	225,2	324,3	367,2	275,5	422,0	271,8	261,1
fev/00	418,0	464,4	331,1	419,8	378,6	405,3	354,4	287,4	192,8	300,6
mar/00	443,0	379,0	326,1	239,7	211,8	283,8	250,7	248,6	242,9	227,6
abr/00	332,9	379,4	286,1	370,9	259,2	290,1	411,4	432,0	360,1	275,8
mai/00	227,7	250,0	214,8	157,1	95,9	123,7	132,5	55,4	76,4	113,0
jun/00	88,7	173,5	78,9	12,0	0,9	20,2	44,7	14,2	2,8	4,9
jul/00	40,6	123,5	57,2	39,3	19,0	54,3	40,2	39,3	2,5	4,6
ago/00	20,5	28,7	13,7	57,5	0,5	6,1	10,3	9,6	0,0	0,0
set/00	85,3	54,3	41,2	41,2	32,4	31,8	43,2	72,2	9,7	46,9
out/00	55,6	21,6	49,0	10,6	43,0	22,9	0,0	29,3	15,5	39,2
nov/00	6,3	9,7	0,0	4,2	34,3	58,0	22,3	41,4	47,9	75,5
dez/00	168,7	129,5	141,7	58,8	134,6	38,9	105,5	158,0	148,9	180,8
jan/01	215,2	267,6	217,1	71,7	176,0	192,5	163,4	252,1	123,6	182,0
fev/01	433,6	343,1	344,5	121,7	253,2	176,2	169,8	160,3	354,6	230,7
mar/01	390,6	467,0	400,5	331,1	416,5	260,7	304,6	281,3	280,0	155,9
abr/01	591,4	478,7	453,4	404,2	113,5	217,4	276,5	389,3	451,0	340,1
mai/01	115,9	89,1	111,5	48,9	8,0	29,3	48,6	38,6	23,8	38,1
jun/01	132,7	167,1	195,3	111,2	41,0	116,4	7,7	56,1	32,8	16,3
jul/01	44,1	70,4	104,9	16,2	0,0	6,6	0,0	0,0	21,3	9,5
ago/01	11,7	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/01	69,2	22,9	1,6	11,8	70,6	66,6	13,6	7,3	60,4	53,6
out/01	12,4	0,9	24,7	0,0	14,2	13,4	6,7	10,1	29,2	56,8
nov/01	3,9	0,0	25,3	6,6	18,7	31,9	54,9	8,6	146,6	130,4
dez/01	138,1	150,0	140,6	1,5	19,4	68,4	90,1	79,9	23,1	110,5
jan/02	364,5	314,6	331,5	229,9	183,7	282,7	320,1	328,5	265,9	288,6
fev/02	173,4	242,6	155,6	112,1	52,8	127,0	124,8	37,3	207,1	130,5

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
Nome	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
mar/02	386,5	420,6	334,9	335,8	147,3	299,6	252,6	180,6	147,4	171,7
abr/02	318,8	439,0	315,7	378,1	160,1	337,1	293,2	305,3	245,8	199,1
mai/02	205,3	293,4	217,9	155,7	91,9	175,4	159,4	162,4	37,4	45,4
jun/02	111,6	107,6	111,0	105,4	18,7	59,0	11,5	58,3	7,8	0,0
jul/02	18,1	70,9	38,4	41,5	23,2	44,7	23,1	12,6	10,6	0,0
ago/02	2,8	1,9	11,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/02	54,6	40,8	34,8	40,2	23,4	9,5	0,0	9,8	3,1	14,1
out/02	20,9	2,7	0,0	19,2	32,6	1,9	0,0	3,4	8,5	38,2
nov/02	17,1	31,5	76,9	78,8	43,9	109,7	38,5	69,5	45,0	86,4
dez/02	99,2	177,3	125,6	38,1	259,0	45,7	52,5	116,3	142,2	154,1
jan/03	198,3	149,0	87,9	164,8	95,0	123,7	86,2	146,2	68,8	195,6
fev/03	467,4	651,6	378,9	506,0	228,2	384,0	305,5	377,6	236,4	300,9
mar/03	509,4	577,2	496,0	421,8	178,6	456,1	322,4	402,7	315,1	128,0
abr/03	408,8	352,2	337,4	223,3	212,6	329,2	239,4	226,9	226,5	97,1
mai/03	182,6	225,9	96,5	150,4	44,7	34,2	49,1	31,6	56,4	32,1
jun/03	168,4	259,0	178,0	17,6	13,7	30,5	85,2	63,6	0,1	0,0
jul/03	4,4	21,9	28,1	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ago/03	27,6	86,8	12,4	8,8	0,0	3,0	64,7	2,1	23,5	14,4
set/03	0,6	33,0	1,9	2,8	0,0	3,5	0,2	11,8	9,5	5,6
out/03	1,7	8,8	0,0	0,7	6,5	0,0	17,5	67,0	14,4	98,0
nov/03	61,3	65,5	16,8	28,1	31,5	35,3	66,0	65,2	166,5	129,4
dez/03	41,7	114,0	13,2	81,4	18,3	142,7	82,4	135,7	95,5	78,8
jan/04	500,1	269,4	314,1	81,4	272,6	249,1	265,4	336,9	268,0	452,7
fev/04	416,3	357,0	330,3	272,5	301,2	315,3	274,8	295,0	235,1	307,6
mar/04	327,3	373,5	288,8	362,7	146,7	381,9	123,0	81,3	196,4	272,5
abr/04	235,2	356,8	210,4	204,9	133,1	402,8	285,2	107,9	201,6	105,5
mai/04	215,7	145,9	171,9	125,0	22,6	71,7	13,9	83,3	17,9	0,1
jun/04	89,2	135,6	79,1	6,0	0,0	54,6	27,2	0,0	14,1	5,6
jul/04	40,4	69,1	10,5	43,0	0,0	32,9	26,6	12,8	0,0	0,0
ago/04	29,5	21,5	44,1	5,9	4,5	9,1	15,7	0,0	4,5	4,8
set/04	13,5	116,1	35,8	3,9	0,0	0,0	7,0	7,1	3,3	24,6
out/04	13,4	35,6	8,9	30,5	19,6	14,7	22,3	22,7	4,3	22,1
nov/04	10,7	31,2	18,0	93,3	22,6	56,1	128,8	131,2	62,9	99,6
dez/04	13,9	116,9	139,3	46,8	135,7	11,8	10,0	58,8	170,4	185,9
jan/05	170,6	162,8	131,8	81,2	190,6	117,0	261,6	100,3	133,7	102,7
fev/05	418,6	456,3	424,3	261,4	120,9	201,3	314,5	416,8	288,2	216,3
mar/05	320,6	370,0	323,2	330,0	130,6	361,9	472,5	266,8	309,3	285,1
abr/05	564,9	443,7	351,8	176,3	71,6	250,4	458,4	12,9	247,4	127,2
mai/05	212,5	171,2	172,9	62,3	16,8	57,8	214,3	218,4	50,4	54,2
jun/05	50,4	111,0	91,2	21,5	0,0	15,4	16,2	16,5	0,0	10,2
jul/05	11,3	17,1	37,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	0,0
ago/05	7,7	40,0	2,5	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
set/05	4,7	22,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	39,5	31,5	10,8
out/05	37,8	26,1	2,5	0,0	3,2	2,7	2,1	0,6	0,0	18,3
nov/05	3,3	9,0	11,4	62,5	54,2	82,0	35,8	126,4	36,2	46,0
dez/05	193,2	268,9	284,7	130,6	148,9	229,7	265,8	288,5	194,9	244,3
jan/06	297,6	311,2	231,9	165,9	153,3	101,8	162,9	177,4	194,8	119,5
fev/06	131,0	98,2	52,4	181,2	28,6	129,7	165,3	374,1	323,2	343,7
mar/06	261,9	265,8	240,3	366,7	203,2	297,0	119,5	348,9	326,8	440,3
abr/06	766,1	521,5	637,9	498,2	231,6	384,9	350,6	282,8	663,6	429,5

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
Nome	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
mai/06	336,9	289,9	346,9	118,1	120,5	173,8	113,5	100,7	140,4	89,9
jun/06	26,3	51,8	58,4	9,4	0,0	16,8	2,0	3,4	0,0	0,0
jul/06	0,0	21,3	11,7	19,0	24,8	5,9	0,0	0,0	0,3	0,0
ago/06	0,0	23,1	16,0	24,5	0,0	0,0	4,3	25,0	17,5	0,0
set/06	22,4	4,2	7,6	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	5,7
out/06	14,3	14,3	18,0	6,6	49,2	27,6	19,2	33,2	13,7	212,7
nov/06	39,5	63,9	138,2	31,3	0,0	96,6	61,0	40,5	33,3	81,4
dez/06	177,3	42,5	62,5	79,8	26,3	39,9	121,0	30,6	18,0	31,5
jan/07	115,5	90,9	152,1	69,5	51,7	23,3	18,9	74,2	46,3	116,1
fev/07	487,9	56,3	358,3	376,3	264,3	513,6	263,6	213,3	352,2	426,1
mar/07	527,6	977,3	474,9	249,8	80,6	176,2	186,8	256,0	168,0	205,4
abr/07	407,7	519,1	470,2	107,6	145,3	275,3	238,5	215,5	208,3	100,3
mai/07	62,2	159,6	20,1	68,2	23,6	51,5	44,6	29,8	21,7	41,1
jun/07	15,1	33,3	42,3	0,0	0,0	2,9	2,5	4,6	0,6	0,0
jul/07	49,1	3,0	10,1	4,9	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
ago/07	0,0	9,2	8,4	6,7	0,0	2,7	4,7	2,1	12,6	0,0
set/07	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	75,4
out/07	26,0	33,3	58,2	1,1	16,7	7,6	1,0	25,6	19,4	17,0
nov/07	0,0	0,0	1,2	23,5	0,0	58,3	18,9	46,4	101,5	6,2
dez/07	112,7	198,5	58,7	49,6	55,6	102,7	127,8	178,2	195,5	187,7
jan/08	210,9	412,5	245,8	232,4	139,9	122,6	202,3	240,2	396,5	398,1
fev/08	200,7	373,7	167,5	230,4	27,5	234,5	218,1	430,1	208,6	141,5
mar/08	297,6	490,8	582,9	615,6	346,7	642,1	366,7	584,0	409,2	397,4
abr/08	536,7	913,9	553,2	382,6	169,4	242,8	366,7	368,9	356,4	258,4
mai/08	188,7	433,8	117,3	86,9	118,9	85,5	131,9	121,5	30,2	104,6
jun/08	76,3	127,2	53,5	1,2	0,0	0,0	0,0	1,5	10,0	0,0
jul/08	54,9	16,5	67,5	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ago/08	20,3	57,6	0,0	5,2	0,0	6,4	0,0	2,3	0,0	0,0
set/08	23,9	22,1	31,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
out/08	20,8	25,1	59,4	4,8	0,0	2,6	0,0	0,0	55,9	17,0
nov/08	29,1	51,5	50,6	18,1	0,0	4,7	0,0	32,9	115,9	150,4
dez/08	110,2	169,3	127,6	133,6	204,3	172,2	208,8	178,1	182,1	239,1
jan/09	123,4	181,5	157,1	100,5	23,0	159,7	117,0	65,4	122,6	153,1
fev/09	238,0	354,3	167,1	387,5	393,3	352,6	415,0	363,1	327,0	182,0
mar/09	593,0	396,8	343,2	352,7	224,4	306,3	305,8	218,6	398,0	211,4
abr/09	583,3	546,8	471,3	667,8	341,9	382,6	397,9	554,6	612,8	333,3
mai/09	355,3	319,4	310,4	473,7	188,2	276,1	172,8	339,6	350,5	227,8
jun/09	172,0	129,6	87,4	37,9	0,0	15,1	34,4	41,1	16,5	9,2
jul/09	40,7	31,8	81,8	26,7	8,9	8,4	11,3	0,9	0,7	7,8
ago/09	24,8	65,9	0,0	0,0	0,0	0,0	18,5	0,0	0,0	26,6
set/09	10,4	19,2	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
out/09	5,6	32,4	2,1	0,0	7,8	23,7	11,9	8,3	10,4	62,6
nov/09	41,4	39,4	7,1	30,0	0,0	22,0	3,7	15,5	0,0	2,8
dez/09	58,7	92,7	39,7	59,7	36,4	73,6	106,0	37,1	105,9	182,1
jan/10	208,3	344,7	267,2	77,7	42,5	166,1	188,9	173,7	182,1	132,7
fev/10	224,1	195,4	263,5	172,6	19,8	98,8	36,7	130,6	80,9	180,7
mar/10	145,1	230,5	256,8	185,8	89,4	129,2	198,6	202,4	127,9	267,8
abr/10	313,0	518,3	451,0	277,8	292,5	275,8	250,8	255,6	314,0	343,4
mai/10	174,9	238,7	133,1	141,0	49,0	46,2	107,9	40,6	78,7	84,4
jun/10	104,5	102,6	97,2	48,5	38,1	45,1	43,6	4,0	1,1	0,9

Código	345006	345012	345013	346002	445008	446000	446001	446002	447002	547005
Nome	Pindaré-Mirim	Boa Vista Do Pindaré	Newton Belo	Tucuma	Arame	Ponte Br-222	Fazenda Pedreiras	Vale Do Pindare	Reta Km-32	Buritirama
jul/10	20,8	3,9	37,7	29,0	24,1	22,5	19,3	7,2	2,4	0,0
ago/10	0,0	7,3	3,1	0,0	0,0	0,0	3,5	4,0	0,0	0,0
set/10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,5	7,0
out/10	102,8	53,9	94,7	59,8	11,3	22,4	15,3	15,6	122,2	139,2
nov/10	66,4	99,1	119,3	109,1	1,5	56,6	22,8	23,2	167,1	40,3
dez/10	180,1	51,6	115,6	122,0	115,1	191,7	236,1	245,4	217,9	332,0
jan/11	286,1	171,5	238,1	283,1	109,6	108,4	192,5	233,1	211,7	256,4
fev/11	409,2	359,7	316,7	570,8	679,8	397,8	472,1	481,0	438,0	222,9
mar/11	225,7	224,2	226,1	245,5	250,8	234,5	434,6	427,0	170,3	186,0
abr/11	459,9	397,6	477,9	367,2	183,7	371,1	247,1	217,8	220,5	252,9
mai/11	148,8	279,3	152,6	134,0	48,9	216,9	170,9	101,5	57,3	93,7
jun/11	120,5	109,5	62,8	16,0	0,0	19,8	17,6	15,1	0,0	0,0
jul/11	49,0	38,0	36,0	37,9	8,3	57,1	11,1	12,2	10,9	26,9
ago/11	39,1	18,6	17,6	10,1	18,5	25,2	0,0	3,2	0,0	7,3
set/11	2,2	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,8	0,0
out/11	33,7	24,6	141,0	60,3	116,5	113,4	68,6	138,8	71,4	55,4
nov/11	7,3	48,0	56,6	73,9	166,7	84,0	57,3	156,7	133,5	99,4
dez/11	2,5	10,0	7,2	73,9	73,0	32,0	10,1	50,4	49,2	111,6
jan/12	335,3	263,9	339,8	21,1	145,1	145,7	96,0	270,4	98,6	224,5
fev/12	224,6	132,8	222,7	215,4	184,1	146,0	156,5	220,2	249,8	265,0
mar/12	192,9	238,4	272,8	248,5	255,9	241,3	209,1	218,1	219,0	126,5
abr/12	207,4	182,5	133,4	71,8	42,8	106,5	141,6	84,6	121,2	67,9
mai/12	82,0	34,3	68,9	70,8	22,0	20,7	45,5	17,6	17,5	0,5
jun/12	112,8	119,6	121,0	58,4	13,2	23,0	10,4	29,9	18,5	0,0
jul/12	8,4	5,0	9,5	3,4	0,0	0,0	0,0	2,1	8,0	35,4
ago/12	31,1	5,0	0,0	0,0	5,7	5,4	0,0	0,0	5,3	0,0
set/12	7,6	7,6	17,7	16,5	0,0	4,2	15,0	1,3	14,9	0,0
out/12	3,0	46,3	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	58,1	9,4	46,2
nov/12	50,3	49,9	42,4	105,3	11,2	31,3	14,0	79,1	78,7	150,7
dez/12	217,2	84,0	80,5	128,4	91,0	63,5	53,2	57,0	56,7	303,4
jan/13	57,7	49,2	90,2	165,8	117,6	204,6	126,1	128,5	127,9	195,1

6.3. Análise de Consistência – Método da Dupla Massa

Para análise da consistência dessas séries pluviométricas, foram elaboradas curvas duplo-acumulativas. Por esse método, também denominado de dupla-massa, é elaborado um gráfico com os registros totais mensais acumulados de uma estação contra uma série acumulada representativa do mesmo grupo/região, seja ela obtida a partir de dados de uma estação confiável ou de valores médios entre várias estações.

Se os valores dos postos a consistir forem proporcionais aos observados na base de comparação, os pontos devem se alinhar segundo uma única reta. A declividade desta reta determina o fator de proporcionalidade entre ambas as séries.

A homogeneização foi verificada tanto para as séries preenchidas pelo método da ponderação regional, quanto para as preenchidas pelo método da regressão linear.

Entretanto, como os resultados encontrados foram muito similares, serão apresentados nas Figuras 30 a 39 apenas os gráficos referentes às séries preenchidas pela regressão linear, que foi a usada para os cálculos de chuva média.

As curvas de dupla-massa das estações apresentaram resultados razoáveis, com poucas falhas preenchidas, tendo um máximo de 6% de sua extensão preenchida em Vale do Pindaré.

Algumas estações sugerem uma pequena quebra de tendência das séries, são elas: Boa Vista do Pindaré, Fazenda Pedreiras, Vale do Pindaré, Reta KM-32 e Buritirama. A curva de dupla-massa da estação Arame sugere duas mudanças de tendência na série. O restante das estações apresentou comportamento consistente com o grupo.

Análise de Dupla Massa

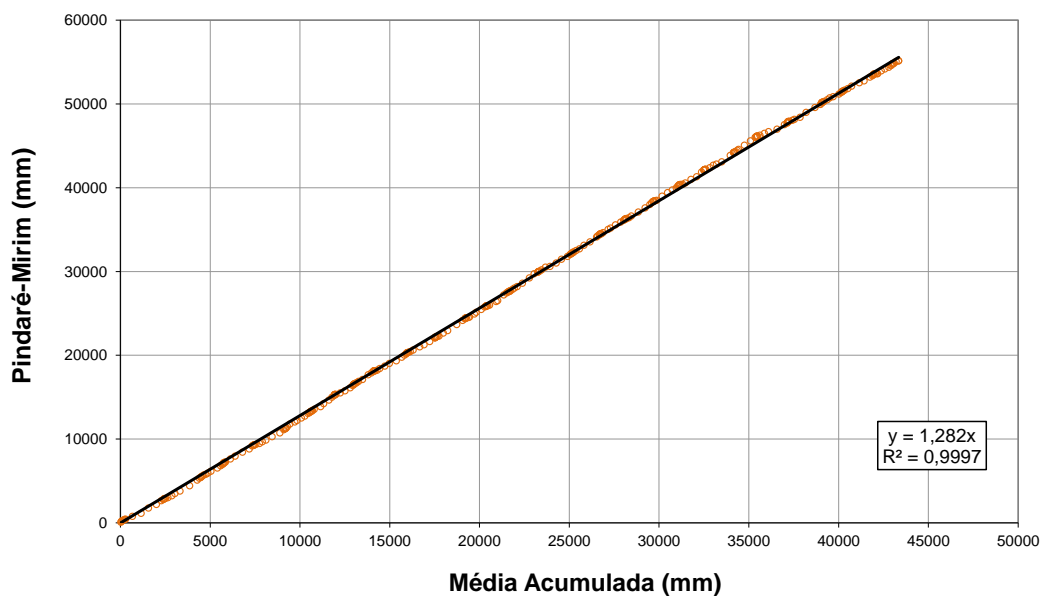


Figura 30 - Gráfico de Dupla Massa – posto Pindaré Mirim

Análise de Dupla Massa

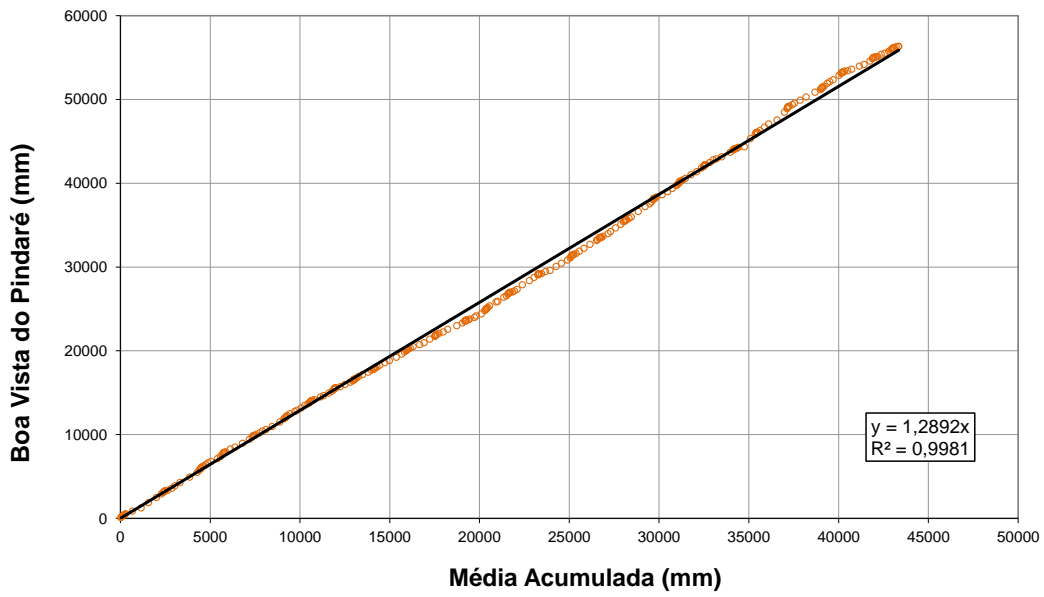


Figura 31 - Gráfico de Dupla Massa – posto Boa Vista do Pindaré

Análise de Dupla Massa

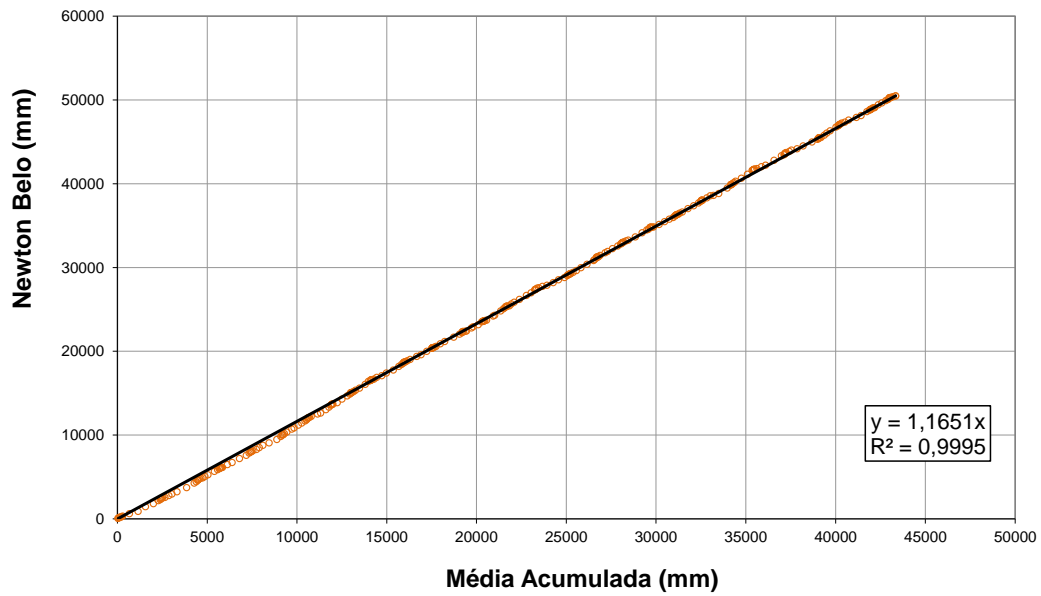


Figura 32 - Gráfico de Dupla Massa – posto Newton Belo

Análise de Dupla Massa

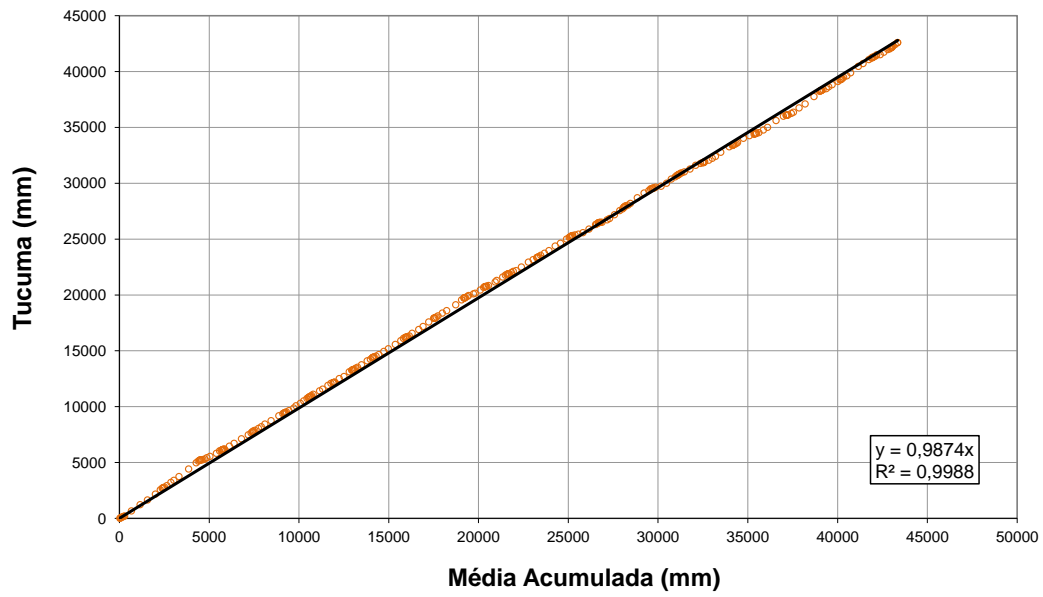


Figura 33 - Gráfico de Dupla Massa – posto Tucuma

Análise de Dupla Massa

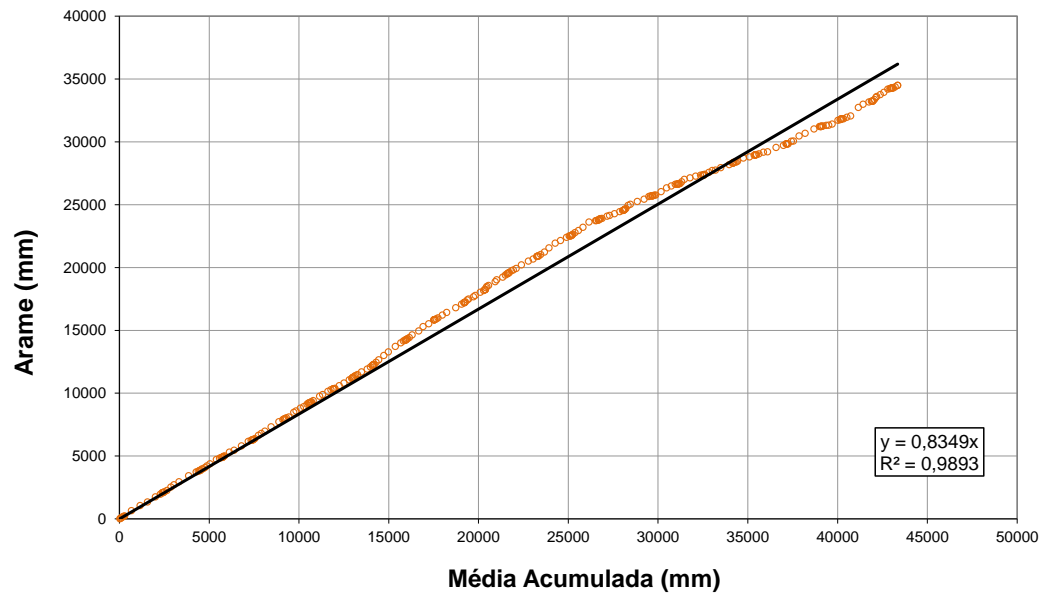


Figura 34 - Gráfico de Dupla Massa – posto Arame

Análise de Dupla Massa

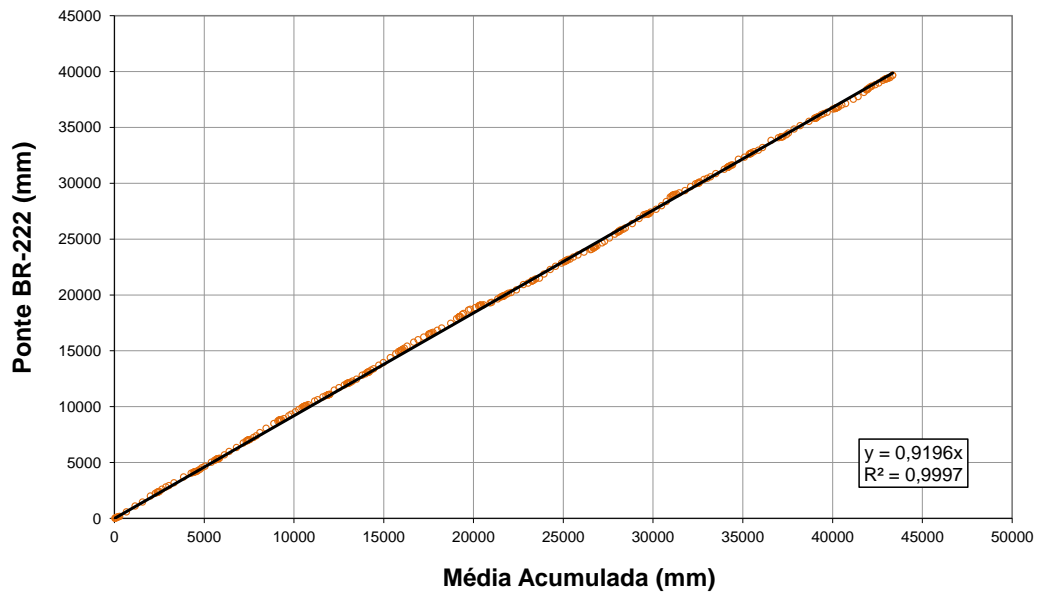


Figura 35 - Gráfico de Dupla Massa – posto Ponte BR-222

Análise de Dupla Massa

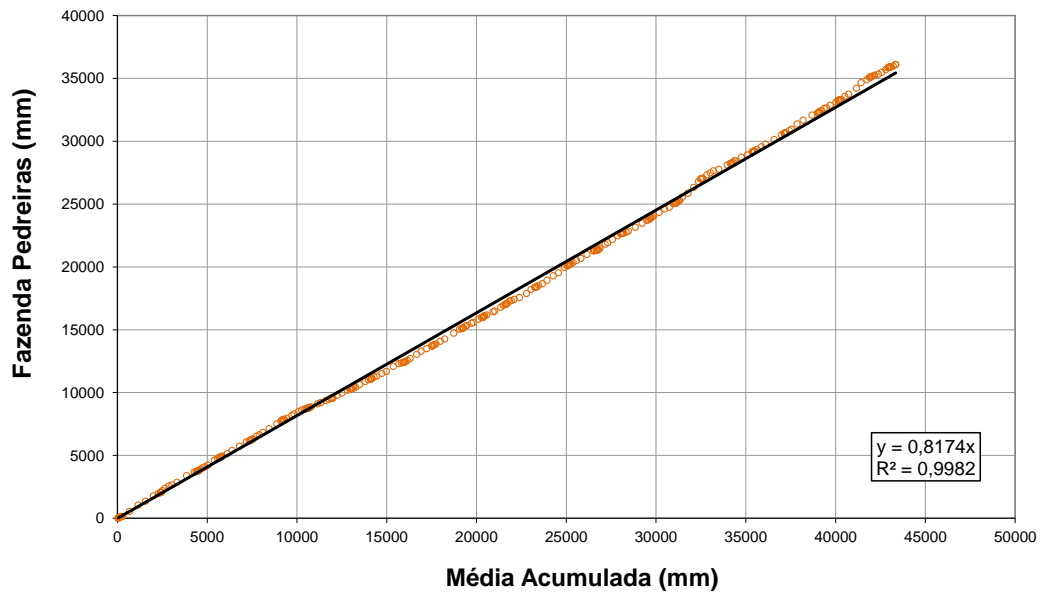


Figura 36 - Gráfico de Dupla Massa – posto Fazenda Pedreiras

Análise de Dupla Massa

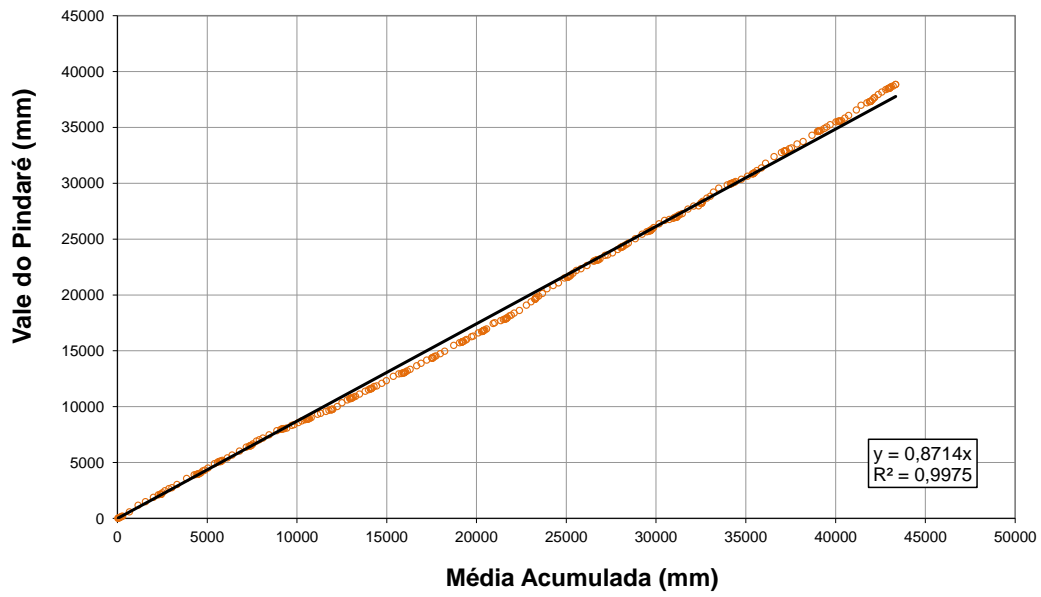


Figura 37 - Gráfico de Dupla Massa – posto Vale do Pindaré

Análise de Dupla Massa

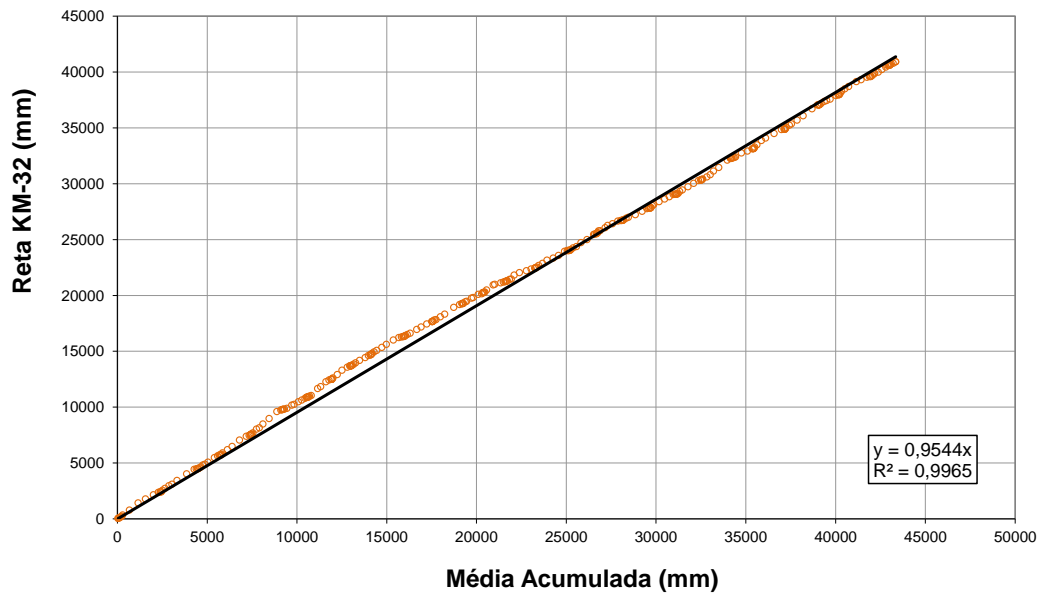


Figura 38 - Gráfico de Dupla Massa – posto Reta KM-32

Análise de Dupla Massa

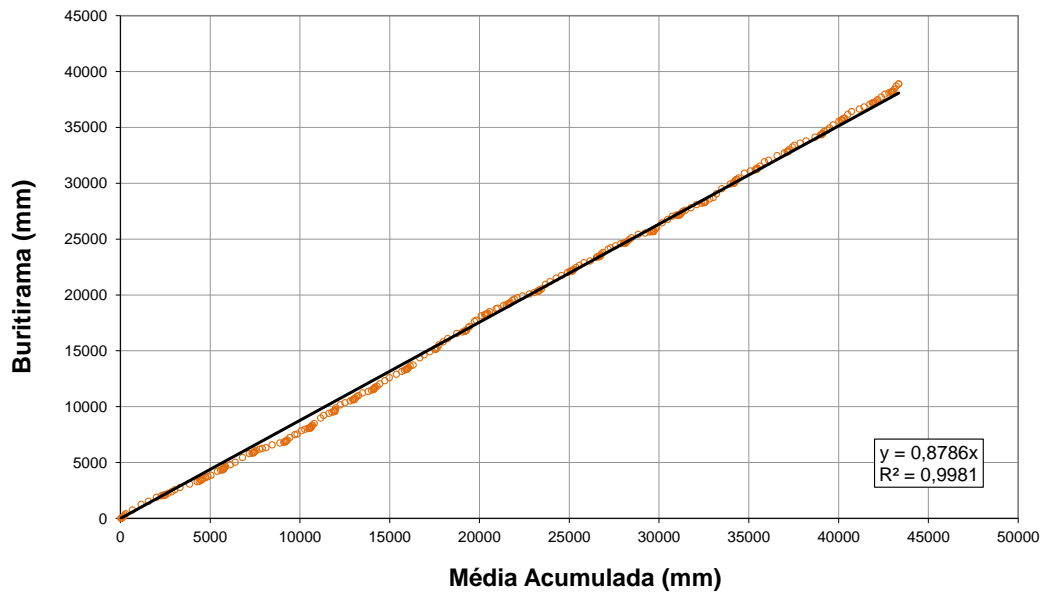


Figura 39 - Gráfico de Dupla Massa – posto Buritirama

6.4. Chuva Média na Bacia

6.4.1. Método da Média Aritmética

Este é um método simples, que considera uma área de influência igual para todos os postos selecionados, independente da distribuição dos mesmos em relação à bacia. Neste método, a chuva equivalente de cada mês é obtida através da média aritmética dos dados observados dos postos referidos.

A American Society of Civil Engineers (ASCE) recomenda o uso deste método nas seguintes condições:

- Bacias menores que 5.000 km²;
- Área plana ou de relevo muito suave (para evitar erros devidos a influências orográficas);
- Distribuição densa dos aparelhos na bacia;
- Distribuição uniforme dos aparelhos na bacia.

Dentre as características supracitadas, a bacia do Rio Pindaré não se enquadra em três dos quatro itens; na primeira pois sua área é aproximadamente 40.482 km² e nos dois últimos pois a distribuição dos postos pluviométricos não é densa e homogênea. Contudo, o método foi aplicado, e teve os resultados analisados e comparados com o método de Thiessen, considerado mais representativo.

Tabela 20 - Precipitação Total Média Anual – Método da Média Aritmética

Ano	PINDARÉ- MIRIM	BOA VISTA DO PINDARÉ	NEWTON BELO	TUCUMA	ARAME	PONTE BR-222	FAZENDA PEDREIRAS	VALE DO PINDARE	RETA KM-32	BURITIRAMA	Precipitação Total Média Anual(mm)
1985	2786	3053	2454	3012	2310	2647	2419	2475	2621	1982	2575,8
1986	2580	2818	2137	2086	1537	1569	1448	1590	1858	1274	1889,7
1987	1448	1521	1229	905	941	989	932	943	1069	983	1096,0
1988	2222	2248	2151	1843	1629	1864	1587	1721	2133	1543	1894,0
1989	2564	2562	2418	1813	1832	1949	1641	1395	2157	1299	1963,0
1990	1502	1435	1524	1235	929	994	693	695	857	1003	1086,7
1991	1782	1399	1456	1087	976	927	701	762	1566	1406	1206,2
1992	1400	1169	1518	1244	1028	1082	801	1081	1233	991	1154,6
1993	1694	1520	1674	1217	1248	1205	942	1006	1229	1144	1288,0
1994	2020	2054	1991	1671	1770	1828	1261	1342	1429	1609	1697,6
1995	1862	1759	1705	1799	1559	1421	1308	1342	1341	1890	1598,5
1996	2268	1687	1847	1823	1502	1696	1451	1460	1639	1639	1701,3
1997	1423	1580	1298	904	1087	776	841	949	1001	1342	1120,2
1998	2019	1784	1931	1263	1224	1036	1137	1236	984	1118	1373,1
1999	2493	2312	2103	1624	1439	1350	1350	1939	1411	1314	1733,3
2000	1985	2165	1658	1636	1535	1702	1691	1809	1371	1530	1708,1
2001	2159	2062	2019	1125	1131	1179	1136	1284	1546	1324	1496,6
2002	1773	2143	1754	1536	1037	1492	1276	1284	1121	1128	1454,3
2003	2072	2545	1647	1621	829	1542	1319	1530	1213	1080	1539,8
2004	1905	2029	1651	1276	1059	1600	1200	1137	1179	1481	1451,6
2005	1996	2098	1834	1129	737	1321	2041	1487	1303	1115	1506,1
2006	2073	1708	1822	1513	838	1274	1119	1417	1741	1754	1525,9
2007	1804	2081	1655	961	638	1215	907	1054	1126	1175	1261,5
2008	1770	3094	2057	1718	1007	1513	1495	1960	1765	1711	1808,8
2009	2247	2210	1667	2138	1224	1620	1594	1644	1944	1399	1768,7
2010	1540	1846	1839	1223	683	1054	1124	1102	1309	1528	1324,9
2011	1784	1690	1733	1873	1656	1660	1682	1837	1388	1313	1661,4
2012	1473	1169	1309	940	771	788	741	1038	898	1220	1034,7

6.4.2. Método de Thiessen

No método de Thiessen, a área da bacia é subdividida definindo-se uma área de influência específica para cada posto pluviométrico, cujos limites são determinados a partir dos polígonos formados pelas mediatrizes dos segmentos que ligam cada posto aos postos adjacentes. A precipitação média é então calculada atribuindo-se um peso a cada altura de chuva em cada uma das estações, peso este representado pela área de influência. Admite-se que cada posto seja representativo daquela área, onde a altura precipitada é considerada constante.

Assim, a determinação da série de precipitações equivalentes (h_e) por este método, é obtida a partir da expressão:

$$h_e = \frac{1}{A} \times \left(\sum A_i \times h_i \right)$$

Onde,

A_i = área de influência do posto i ;

h_i = precipitação registrada no posto i ;

A = área total da bacia

Diferentemente do método da média aritmética, a utilização deste método não é desaconselhada quando a distribuição dos postos não é uniforme. Entretanto, também apresenta limitações, pois não considera as influências orográficas, este simplesmente admite uma variação linear da precipitação entre as estações e designa cada porção da área para a estação mais próxima.

Tendo em vista a caracterização do método, serão apresentados na Figura 40 os respectivos polígonos de Thiessen obtidos para o estudo da bacia do Rio Pindaré, que definem as áreas de influência dos postos pluviométricos selecionados.

A Tabela 21 apresenta as respectivas áreas de influência e pesos dos postos.

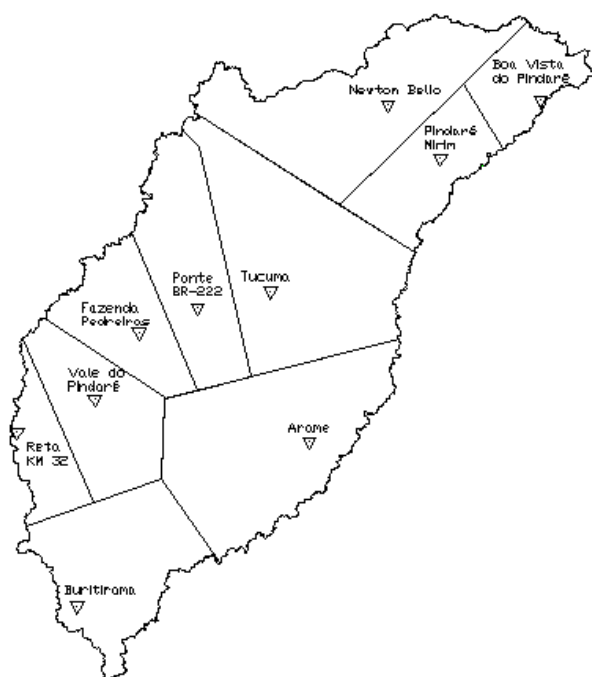


Figura 40 - Divisão da Bacia pelo Método de Thiessen

Tabela 21 - Área de Influência e Pesos dos Postos Pluviométricos

Posto	Área de Influência (Km ²)	Peso
PINDARÉ-MIRIM	2618,92	0,06
BOA VISTA DO PINDARÉ	1860,26	0,05
NEWTON BELO	6045,64	0,15
TUCUMA	7227,86	0,18
ARAME	6809,20	0,17
PONTE BR-222	3871,02	0,10
FAZENDA PEDREIRAS	2739,06	0,07
VALE DO PINDARE	3326,98	0,08
RETA KM-32	1619,61	0,04
BURITIRAMA	4363,92	0,11
Total	40482,47	1,00

Tabela 22 - Precipitação Total Média Anual – Método de Thiessen

Ano	PINDARÉ- MIRIM	BOA VISTA DO PINDARÉ	NEWTON BELO	TUCUMA	ARAME	PONTE BR-222	FAZENDA PEDREIRAS	VALE DO PINDARE	RETA KM-32	BURITIRAMA	Precipitação Total Média Anual(mm)
1985	2786	3053	2454	3012	2310	2647	2419	2475	2621	1982	2552,0
1986	2580	2818	2137	2086	1537	1569	1448	1590	1858	1274	1836,9
1987	1448	1521	1229	905	941	989	932	943	1069	983	1050,8
1988	2222	2248	2151	1843	1629	1864	1587	1721	2133	1543	1850,0
1989	2564	2562	2418	1813	1832	1949	1641	1395	2157	1299	1915,0
1990	1502	1435	1524	1235	929	994	693	695	857	1003	1108,9
1991	1782	1399	1456	1087	976	927	701	762	1566	1406	1168,2
1992	1400	1169	1518	1244	1028	1082	801	1081	1233	991	1168,5
1993	1694	1520	1674	1217	1248	1205	942	1006	1229	1144	1290,9
1994	2020	2054	1991	1671	1770	1828	1261	1342	1429	1609	1719,5
1995	1862	1759	1705	1799	1559	1421	1308	1342	1341	1890	1631,3
1996	2268	1687	1847	1823	1502	1696	1451	1460	1639	1639	1700,9
1997	1423	1580	1298	904	1087	776	841	949	1001	1342	1096,6
1998	2019	1784	1931	1263	1224	1036	1137	1236	984	1118	1369,6
1999	2493	2312	2103	1624	1439	1350	1350	1939	1411	1314	1691,4
2000	1985	2165	1658	1636	1535	1702	1691	1809	1371	1530	1671,3
2001	2159	2062	2019	1125	1131	1179	1136	1284	1546	1324	1426,8
2002	1773	2143	1754	1536	1037	1492	1276	1284	1121	1128	1424,6
2003	2072	2545	1647	1621	829	1542	1319	1530	1213	1080	1453,2
2004	1905	2029	1651	1276	1059	1600	1200	1137	1179	1481	1403,4
2005	1996	2098	1834	1129	737	1321	2041	1487	1303	1115	1383,9
2006	2073	1708	1822	1513	838	1274	1119	1417	1741	1754	1468,5
2007	1804	2081	1655	961	638	1215	907	1054	1126	1175	1174,2
2008	1770	3094	2057	1718	1007	1513	1495	1960	1765	1711	1701,7
2009	2247	2210	1667	2138	1224	1620	1594	1644	1944	1399	1709,9
2010	1540	1846	1839	1223	683	1054	1124	1102	1309	1528	1277,0
2011	1784	1690	1733	1873	1656	1660	1682	1837	1388	1313	1685,2
2012	1473	1169	1309	940	771	788	741	1038	898	1220	1020,2

7. CARACTERIZAÇÃO DO REGIME FLUVIAL

7.1. Análise da Série de Cotas

A análise inicial das séries de cotas médias diárias das estações foi feita de forma visual a partir dos cotagramas gerados, efetuando-se, sempre que possível, a análise conjunta de mais de uma estação fluviométrica do mesmo curso d'água ou bacia.

Procurou-se identificar a partir da análise dos cotagramas e das informações disponíveis no histórico de cada estação, erros evidentes de leitura, anotação e/ou digitação de cotas diárias, períodos extensos com leituras constantes, possíveis alterações na instalação das réguas limnimétricas, etc.

A partir da análise do histórico do posto Vale do Pindaré, foi identificado um período inconsistente de dados, compreendidos entre novembro de 1989 a maio de 1990. A Figura 41 apresenta o cotagrama do posto, no qual é possível observar o exposto acima. Desse modo, os referidos períodos de dados foram descartados para este estudo e preenchidos com as correlações citadas acima.

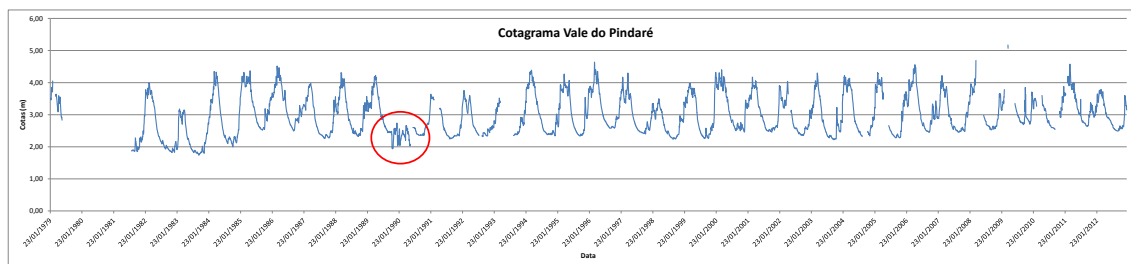


Figura 41 - Cotagrama do Rio Pindaré em Vale do Pindaré

Quando possível, as falhas foram preenchidas em períodos que variaram entre 1 e 20 dias. Considerou-se possível o preenchimento de falhas quando havia uma tendência marcante do fluviograma de ascensão, recessão ou estiagem. Não foram preenchidas falhas em períodos chuvosos quando o hidrograma se apresentava instável.

As cotas corrigidas de cada estação e sua justificativa podem ser observados nas Tabela 23 a 26.

Tabela 23 - Cotas corrigidas em Vale do Pindaré

Data	NA Bruto (cm)	NA Consistido (cm)	Tipo de Ocorrência
01/11/1989	198		Inconsistência
02/11/1989	198		Inconsistência
03/11/1989	196		Inconsistência
04/11/1989	196		Inconsistência
05/11/1989	194		Inconsistência
06/11/1989	194		Inconsistência
07/11/1989	198		Inconsistência
08/11/1989	198		Inconsistência
09/11/1989	196		Inconsistência
10/11/1989	194		Inconsistência
11/11/1989	194		Inconsistência
12/11/1989	196		Inconsistência
13/11/1989	198		Inconsistência
14/11/1989	198		Inconsistência
15/11/1989	203		Inconsistência
16/11/1989	212		Inconsistência
17/11/1989	218		Inconsistência
18/11/1989	222		Inconsistência
19/11/1989	225		Inconsistência
20/11/1989	230		Inconsistência
21/11/1989	235		Inconsistência
22/11/1989	238		Inconsistência
23/11/1989	245		Inconsistência
24/11/1989	249		Inconsistência
25/11/1989	254		Inconsistência
26/11/1989	257		Inconsistência
27/11/1989	257		Inconsistência
28/11/1989	254		Inconsistência
29/11/1989	252		Inconsistência
30/11/1989	250		Inconsistência
01/12/1989	254		Inconsistência
02/12/1989	256		Inconsistência
03/12/1989	256		Inconsistência
04/12/1989	258		Inconsistência
05/12/1989	254		Inconsistência
06/12/1989	252		Inconsistência
07/12/1989	240		Inconsistência
08/12/1989	244		Inconsistência
09/12/1989	239		Inconsistência
10/12/1989	240		Inconsistência
11/12/1989	250		Inconsistência
12/12/1989	250		Inconsistência
13/12/1989	252		Inconsistência
14/12/1989	254		Inconsistência

Data	NA Bruto (cm)	NA Consistido (cm)	Tipo de Ocorrência
15/12/1989	254		Inconsistência
16/12/1989	256		Inconsistência
17/12/1989	254		Inconsistência
18/12/1989	254		Inconsistência
19/12/1989	250		Inconsistência
20/12/1989	250		Inconsistência
21/12/1989	250		Inconsistência
22/12/1989	254		Inconsistência
23/12/1989	256		Inconsistência
24/12/1989	256		Inconsistência
25/12/1989	256		Inconsistência
26/12/1989	258		Inconsistência
27/12/1989	258		Inconsistência
28/12/1989	274		Inconsistência
29/12/1989	258		Inconsistência
30/12/1989	258		Inconsistência
31/12/1989	250		Inconsistência
01/01/1990	244		Inconsistência
02/01/1990	236		Inconsistência
03/01/1990	223		Inconsistência
04/01/1990	212		Inconsistência
05/01/1990	206		Inconsistência
06/01/1990	203		Inconsistência
07/01/1990	203		Inconsistência
08/01/1990	207		Inconsistência
09/01/1990	211		Inconsistência
10/01/1990	214		Inconsistência
11/01/1990	214		Inconsistência
12/01/1990	220		Inconsistência
13/01/1990	225		Inconsistência
14/01/1990	229		Inconsistência
15/01/1990	235		Inconsistência
16/01/1990	230		Inconsistência
17/01/1990	226		Inconsistência
18/01/1990	224		Inconsistência
19/01/1990	218		Inconsistência
20/01/1990	216		Inconsistência
21/01/1990	210		Inconsistência
22/01/1990	208		Inconsistência
23/01/1990	248		Inconsistência
24/01/1990	248		Inconsistência
25/01/1990	256		Inconsistência
26/01/1990	256		Inconsistência
27/01/1990	239		Inconsistência
28/01/1990	234		Inconsistência

Data	NA Bruto (cm)	NA Consistido (cm)	Tipo de Ocorrência
29/01/1990	232		Inconsistência
30/01/1990	228		Inconsistência
31/01/1990	225		Inconsistência
01/02/1990	204		Inconsistência
02/02/1990	207		Inconsistência
03/02/1990	207		Inconsistência
04/02/1990	210		Inconsistência
05/02/1990	212		Inconsistência
06/02/1990	214		Inconsistência
07/02/1990	216		Inconsistência
08/02/1990	218		Inconsistência
09/02/1990	220		Inconsistência
10/02/1990	220		Inconsistência
11/02/1990	222		Inconsistência
12/02/1990	224		Inconsistência
13/02/1990	225		Inconsistência
14/02/1990	226		Inconsistência
15/02/1990	228		Inconsistência
16/02/1990	230		Inconsistência
17/02/1990	232		Inconsistência
18/02/1990	234		Inconsistência
19/02/1990	234		Inconsistência
20/02/1990	234		Inconsistência
21/02/1990	236		Inconsistência
22/02/1990	236		Inconsistência
23/02/1990	236		Inconsistência
24/02/1990	238		Inconsistência
25/02/1990	238		Inconsistência
26/02/1990	240		Inconsistência
27/02/1990	240		Inconsistência
28/02/1990	240		Inconsistência
01/03/1990	248		Inconsistência
02/03/1990	248		Inconsistência
03/03/1990	250		Inconsistência
04/03/1990	251		Inconsistência
05/03/1990	251		Inconsistência
06/03/1990	250		Inconsistência
07/03/1990	250		Inconsistência
08/03/1990	249		Inconsistência
09/03/1990	247		Inconsistência
10/03/1990	244		Inconsistência
11/03/1990	240		Inconsistência
12/03/1990	240		Inconsistência
13/03/1990	240		Inconsistência
14/03/1990	240		Inconsistência

Data	NA Bruto (cm)	NA Consistido (cm)	Tipo de Ocorrência
15/03/1990	238		Inconsistência
16/03/1990	240		Inconsistência
17/03/1990	240		Inconsistência
18/03/1990	238		Inconsistência
19/03/1990	238		Inconsistência
20/03/1990	238		Inconsistência
21/03/1990	238		Inconsistência
22/03/1990	236		Inconsistência
23/03/1990	236		Inconsistência
24/03/1990	236		Inconsistência
25/03/1990	234		Inconsistência
26/03/1990	234		Inconsistência
27/03/1990	232		Inconsistência
28/03/1990	232		Inconsistência
29/03/1990	232		Inconsistência
30/03/1990	230		Inconsistência
31/03/1990	230		Inconsistência
01/04/1990	230		Inconsistência
02/04/1990	230		Inconsistência
03/04/1990	228		Inconsistência
04/04/1990	228		Inconsistência
05/04/1990	224		Inconsistência
06/04/1990	222		Inconsistência
07/04/1990	220		Inconsistência
08/04/1990	248		Inconsistência
09/04/1990	250		Inconsistência
10/04/1990	260		Inconsistência
11/04/1990	260		Inconsistência
12/04/1990	266		Inconsistência
13/04/1990	266		Inconsistência
14/04/1990	264		Inconsistência
15/04/1990	264		Inconsistência
16/04/1990	266		Inconsistência
17/04/1990	266		Inconsistência
18/04/1990	264		Inconsistência
19/04/1990	262		Inconsistência
20/04/1990	260		Inconsistência
21/04/1990	260		Inconsistência
22/04/1990	250		Inconsistência
23/04/1990	250		Inconsistência
24/04/1990	250		Inconsistência
25/04/1990	250		Inconsistência
26/04/1990	252		Inconsistência
27/04/1990	250		Inconsistência
28/04/1990	252		Inconsistência

Data	NA Bruto (cm)	NA Consistido (cm)	Tipo de Ocorrência
29/04/1990	254		Inconsistência
30/04/1990	257		Inconsistência
01/05/1990	240		Inconsistência
02/05/1990	242		Inconsistência
03/05/1990	246		Inconsistência
04/05/1990	248		Inconsistência
05/05/1990	248		Inconsistência
06/05/1990	246		Inconsistência
07/05/1990	245		Inconsistência
08/05/1990	244		Inconsistência
09/05/1990	244		Inconsistência
10/05/1990	240		Inconsistência
11/05/1990	240		Inconsistência
12/05/1990	240		Inconsistência
13/05/1990	240		Inconsistência
14/05/1990	238		Inconsistência
15/05/1990	236		Inconsistência
16/05/1990	236		Inconsistência
17/05/1990	220		Inconsistência
18/05/1990	220		Inconsistência
19/05/1990	222		Inconsistência
20/05/1990	217		Inconsistência
21/05/1990	215		Inconsistência
22/05/1990	213		Inconsistência
23/05/1990	211		Inconsistência
24/05/1990	209		Inconsistência
25/05/1990	205		Inconsistência
26/05/1990	208		Inconsistência
27/05/1990	206		Inconsistência
28/05/1990	204		Inconsistência
29/05/1990	204		Inconsistência
30/05/1990	202		Inconsistência
31/05/1990	202		Inconsistência
10/05/2010		329	Inconsistência
17/06/2010		307	Inconsistência
11/05/2011		390	Inconsistência
12/05/2011		386	Inconsistência
13/05/2011		382	Inconsistência
14/05/2011		377	Inconsistência
11/08/2011		278	Inconsistência
03/11/2011		307	Inconsistência

Tabela 24 - Cotas corrigidas em Pindaré Mirim

Data	NA Bruto (cm)	NA Consistido (cm)	Tipo de Ocorrência
04/12/1976		201	Falha de Leitura
05/12/1976		201	Falha de Leitura
06/12/1976		201	Falha de Leitura
07/12/1976		201	Falha de Leitura
08/12/1976		203	Falha de Leitura
09/12/1976		203	Falha de Leitura
10/12/1976		203	Falha de Leitura
11/12/1976		203	Falha de Leitura
12/12/1976		203	Falha de Leitura
13/12/1976		203	Falha de Leitura
14/12/1976		203	Falha de Leitura
15/12/1976		204	Falha de Leitura
16/12/1976		204	Falha de Leitura
17/12/1976		204	Falha de Leitura
18/12/1976		204	Falha de Leitura
19/12/1976		203	Falha de Leitura
20/12/1976		203	Falha de Leitura
21/12/1976		203	Falha de Leitura
22/12/1976		203	Falha de Leitura
23/12/1976		203	Falha de Leitura
21/06/1995		597	Falha de Leitura
22/06/1995		590	Falha de Leitura
23/06/1995		583	Falha de Leitura
24/06/1995		576	Falha de Leitura
25/06/1995		569	Falha de Leitura
26/06/1995		563	Falha de Leitura
27/06/1995		556	Falha de Leitura
28/06/1995		549	Falha de Leitura
29/06/1995		542	Falha de Leitura
30/06/1995		535	Falha de Leitura
18/03/2007		724	Falha de Leitura
19/03/2007		721	Falha de Leitura
20/03/2007		718	Falha de Leitura
21/03/2007		715	Falha de Leitura
22/03/2007		712	Falha de Leitura
23/03/2007		709	Falha de Leitura
24/03/2007		705	Falha de Leitura
25/03/2007		702	Falha de Leitura
20/09/2009		247	Falha de Leitura
21/09/2009		246	Falha de Leitura
26/09/2009		240	Falha de Leitura
14/10/2009		223	Falha de Leitura
15/10/2009		222	Falha de Leitura
24/10/2009		220	Falha de Leitura

Data	NA Bruto (cm)	NA Consistido (cm)	Tipo de Ocorrência
01/11/2009		214	Falha de Leitura
02/11/2009		215	Falha de Leitura
03/11/2009		214	Falha de Leitura
06/11/2009		212	Falha de Leitura
07/11/2009		211	Falha de Leitura
08/11/2009		211	Falha de Leitura
14/11/2009		206	Falha de Leitura
22/11/2009		213	Falha de Leitura
23/12/2009		220	Falha de Leitura
09/01/2010		327	Falha de Leitura
23/02/2010		440	Falha de Leitura
14/03/2010		314	Falha de Leitura
29/03/2010		406	Falha de Leitura
24/04/2010		683	Falha de Leitura
07/07/2011		380	Falha de Leitura
28/01/2012		465	Falha de Leitura
29/01/2012		475	Falha de Leitura
04/02/2012		459	Falha de Leitura
05/02/2012		445	Falha de Leitura
18/02/2012		397	Falha de Leitura
08/04/2012		633	Falha de Leitura
04/05/2012		490	Falha de Leitura
16/05/2012		396	Falha de Leitura
20/05/2012		381	Falha de Leitura
26/05/2012		364	Falha de Leitura
29/05/2012		348	Falha de Leitura
24/09/2012		150	Falha de Leitura

Tabela 25 - Cotas corrigidas em Esperantina

Data	NA Bruto (cm)	NA Consistido (cm)	Tipo de Ocorrência
31/07/2011		20	Falha de Leitura

Tabela 26 - Cotas corrigidas em Ponte BR-222

Data	NA Bruto (cm)	NA Consistido (cm)	Tipo de Ocorrência
01/07/2009	335	365	Erro de metro
02/07/2009	335	365	Erro de metro
03/07/2009	335	365	Erro de metro
04/07/2009	335	365	Erro de metro
05/07/2009	334	364	Erro de metro
06/07/2009	333	363	Erro de metro
07/07/2009	333	363	Erro de metro
08/07/2009	333	363	Erro de metro
09/07/2009	332	362	Erro de metro
10/07/2009	332	362	Erro de metro

Data	NA Bruto (cm)	NA Consistido (cm)	Tipo de Ocorrência
11/07/2009	332	362	Erro de metro
12/07/2009	331	361	Erro de metro
13/07/2009	331	361	Erro de metro
14/07/2009	331	361	Erro de metro
15/07/2009	331	361	Erro de metro
16/07/2009	331	361	Erro de metro
17/07/2009	330	360	Erro de metro
18/07/2009	330	360	Erro de metro
19/07/2009	330	360	Erro de metro
20/07/2009	330	360	Erro de metro
21/07/2009	329	359	Erro de metro
22/07/2009	329	359	Erro de metro
23/07/2009	329	359	Erro de metro
24/07/2009	329	359	Erro de metro
25/07/2009	329	359	Erro de metro
26/07/2009	328	358	Erro de metro
27/07/2009	328	358	Erro de metro
28/07/2009	328	358	Erro de metro
29/07/2009	328	358	Erro de metro
30/07/2009	328	358	Erro de metro
31/07/2009		362	Falha de Leitura

7.2. Curvas Chave

Inicialmente, foram solicitadas à ANA as curvas-chave dos postos de interesse definidas previamente. Como resposta, foram disponibilizadas as curvas-chave de dois postos utilizados: Vale do Pindaré e Pindaré-Mirim.

Com o objetivo de avaliar a qualidade dos dados fluviométricos dos postos selecionados, obtidos através do Hidroweb, banco de dados da ANA, foram plotadas todas as medições de descarga desses postos; desta forma, foi possível a verificação da representatividade das curvas-chave empregadas pelo próprio agente.

Essas curvas foram utilizadas para gerar as vazões apresentadas nos arquivos disponíveis no banco de dados Hidroweb; por isso, a qualidade delas interfere diretamente na confiabilidade das séries de vazões fornecidas, pela ANA, para os postos.

Foi feita a verificação das curvas-chave empregadas pela ANA, deduzidas a partir dos dados obtidos no Hidroweb, através de inspeção visual, confrontando-se as relações

leitura de régua x vazão com as respectivas medições de descarga. Além disso, também foram analisadas as curvas *leitura de régua x área*, *leitura de régua x largura* e *leitura de régua x velocidade* para cada um dos postos de interesse, de modo a facilitar a compreensão do comportamento hidráulico da seção de medição ao longo do tempo.

Caso os ajustes adotados pela ANA fossem considerados inadequados para as medições de descarga referentes aos postos em análise, ou a relação *leitura de régua x vazão* apresentasse inconsistências, procedeu-se o ajuste de novas curvas-chave que melhor representassem as medições aferidas no local do posto e minimizassem as inconsistências.

Desta forma, cada um dos quatro postos fluviométricos utilizados no presente estudo teve sua curva-chave analisada.

- *Vale do Pindaré*

Inicialmente, analisou-se a curva-chave fornecida pela ANA em formato de equação. Com isso, gerou-se a curva apresentada na Figura 42, chamada de *Curva ANA*. A curva-chave adotada pela ANA, assim como a série de vazões disponibilizada no Hidroweb, é válida apenas até o ano de 2007, sendo necessária uma revisão e atualização, considerando as novas medições do resumo de descarga, que foram realizadas posteriormente à elaboração da curva-chave e estão disponíveis no Hidroweb, para a complementação das vazões até 2012.

Considerou-se que a curva adotada pela ANA está bem ajustada às medições de descarga disponíveis, para os três primeiros períodos. Essa relação está ajustada exatamente em uma curva, confirmando o fato de ter sido gerada a partir de uma equação. Portanto, para os três primeiros períodos a curva-chave utilizada pela ANA foi mantida, no terceiro período foi feita somente uma mudança no intervalo da leitura de régua pois as curvas da parte alta e baixa não estavam se encontrando.

Considerou-se conveniente a modificação do quarto e quinto período desta curva-chave. De modo que a curva se ajustasse adequadamente às medições disponíveis e eliminasse as inconsistências os períodos foram juntados com o período não abrangido pela curva chave da ANA.

Além disso, como se pode observar na Figura 42, a relação *leitura de régua x vazão* fornecida pela ANA, através do Hidroweb, mostra-se coerente quando confrontada com as medições de descarga. Não representando porém, o período mais recente.

Desta forma, no presente estudo, foi gerada uma nova série de vazões para o posto. A Figura 43 apresenta a curva-chave empregada na geração da série de vazões no posto, com suas respectivas equações, ressaltando que, para o período de 01/01/1979 a 27/03/1994, 28/03/1994 a 19/10/2002 e 20/10/2002 a 31/03/2003 utilizou-se a mesma curva fornecida pela ANA.

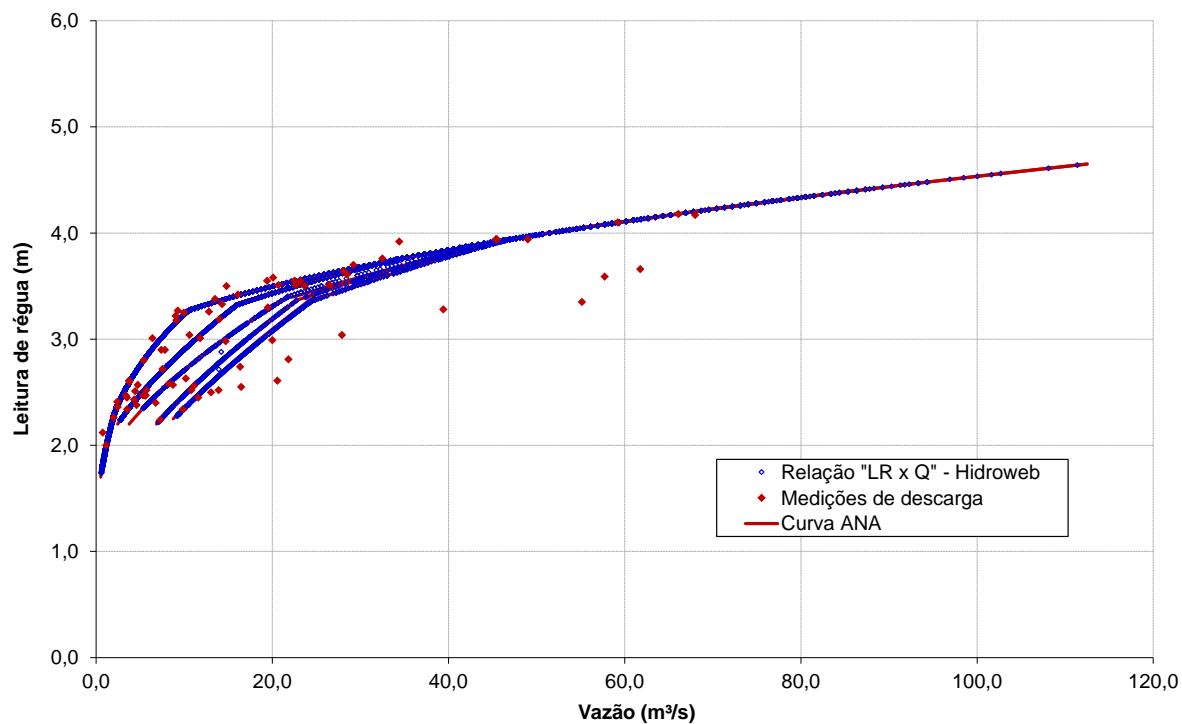


Figura 42 - Análise da Curva-Chave ANA do Rio Pindaré em Vale do Pindaré

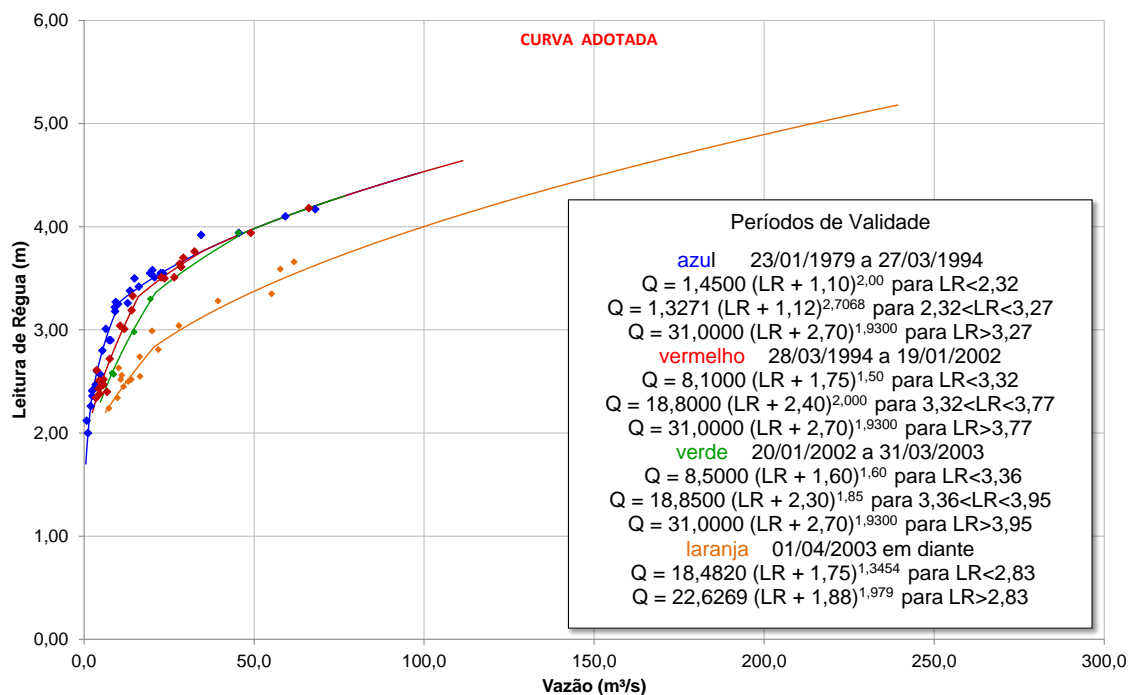


Figura 43 - Curva-Chave do Vale do Rio Pindaré em Pindaré (Adotada)

- **Ponte BR-222**

Inicialmente, observou-se a relação *leitura de régua x vazão* fornecida pela ANA, através do Hidroweb, exposta na Figura 44. Considerou-se conveniente a modificação desta curva-chave, de modo que a curva se ajustasse adequadamente às medições disponíveis e eliminasse as inconsistências representadas pelo excesso de períodos e cruzamento das curvas.

Desta forma, no presente estudo, foi gerada uma nova série de vazões para o posto, de modo a corrigir essas inconsistências. A Figura 45 apresenta a curva-chave empregada na geração da série de vazões no posto, com suas respectivas equações.

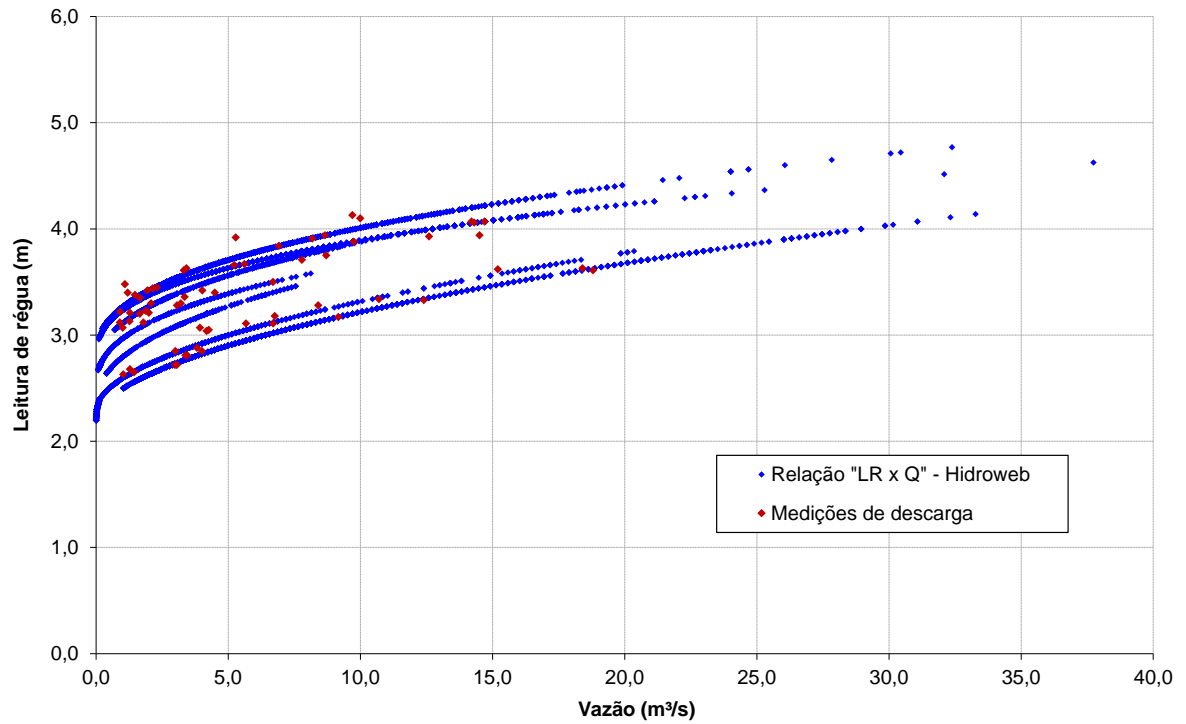


Figura 44 - Análise da Curva-Chave ANA do Rio Buritcupu em Ponte BR-222

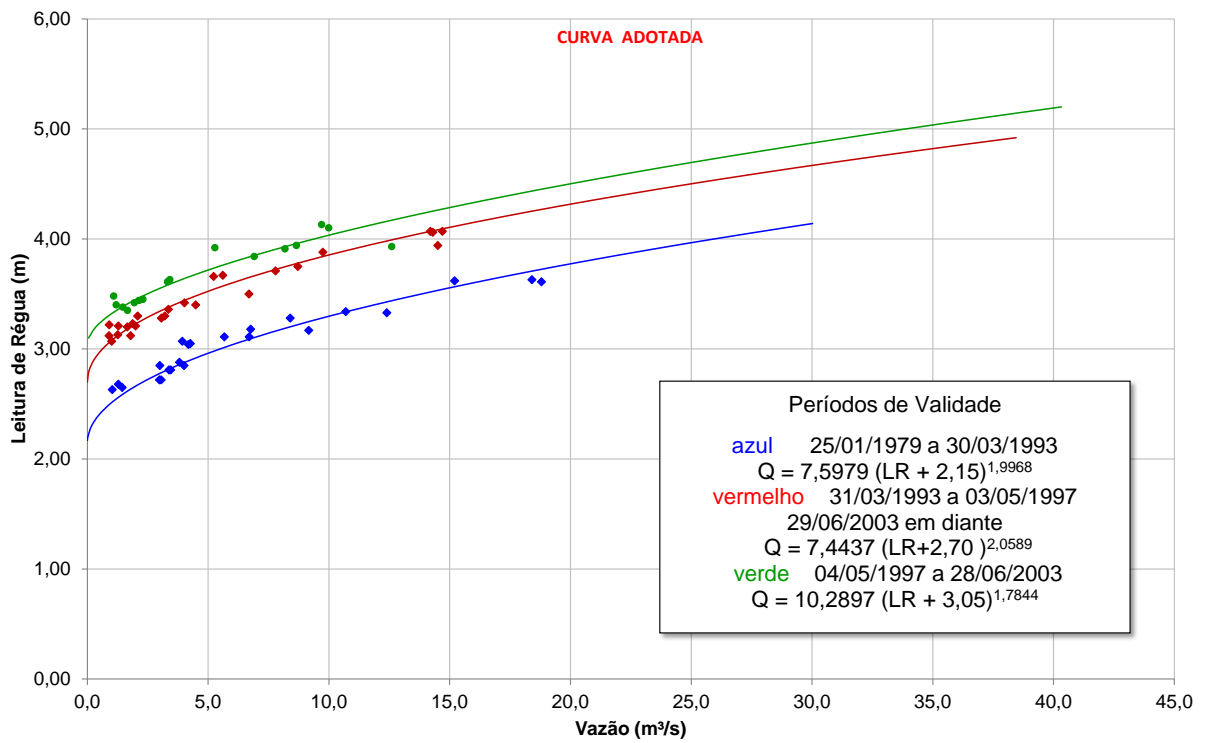


Figura 45 - Curva-Chave do Rio Buritcupu em Ponte BR-222 (Adotada)

- *Esperantina*

Inicialmente, observou-se a relação *leitura de régua x vazão* fornecida pela ANA, através do Hidroweb, exposta na Figura 46. Considerou-se conveniente a modificação desta curva-chave, de modo que a curva se ajustasse adequadamente às medições disponíveis e eliminasse as inconsistências representadas pelo excesso de períodos e cruzamento das curvas.

Desta forma, no presente estudo, foi gerada uma nova série de vazões para o posto, de modo a corrigir essas inconsistências. A Figura 47 apresenta a curva-chave empregada na geração da série de vazões no posto, com suas respectivas equações.

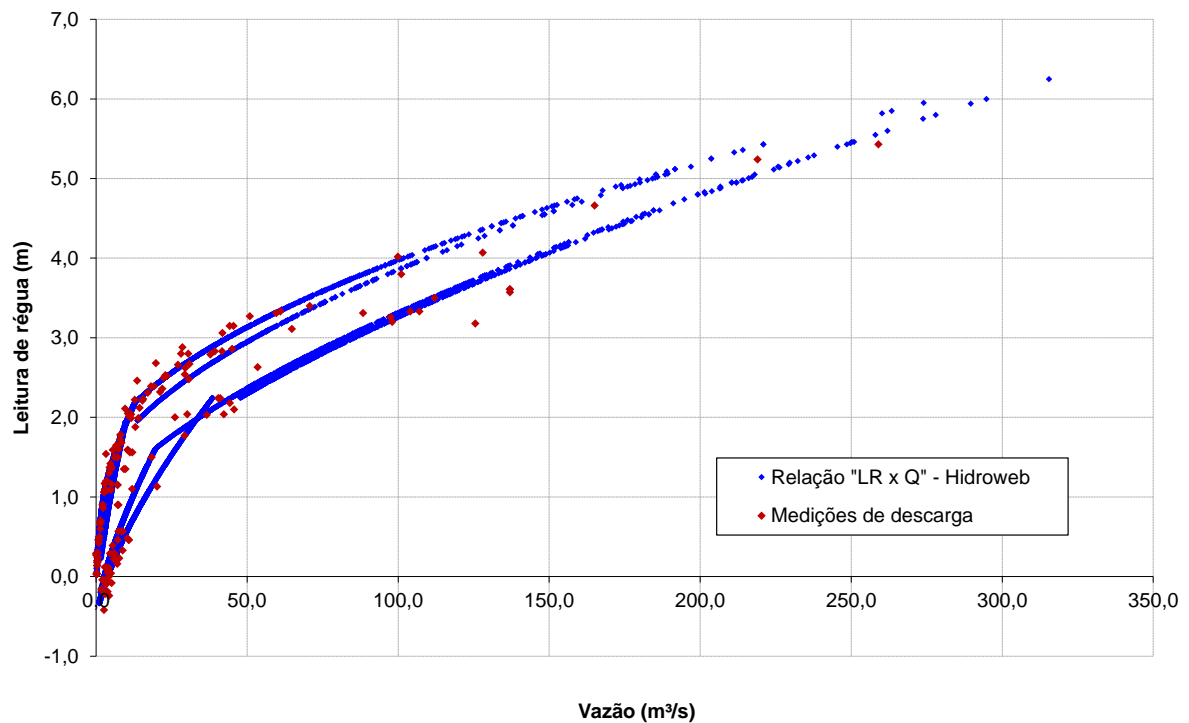


Figura 46 - Análise da Curva-Chave ANA do Rio Zutiua em Esperantina

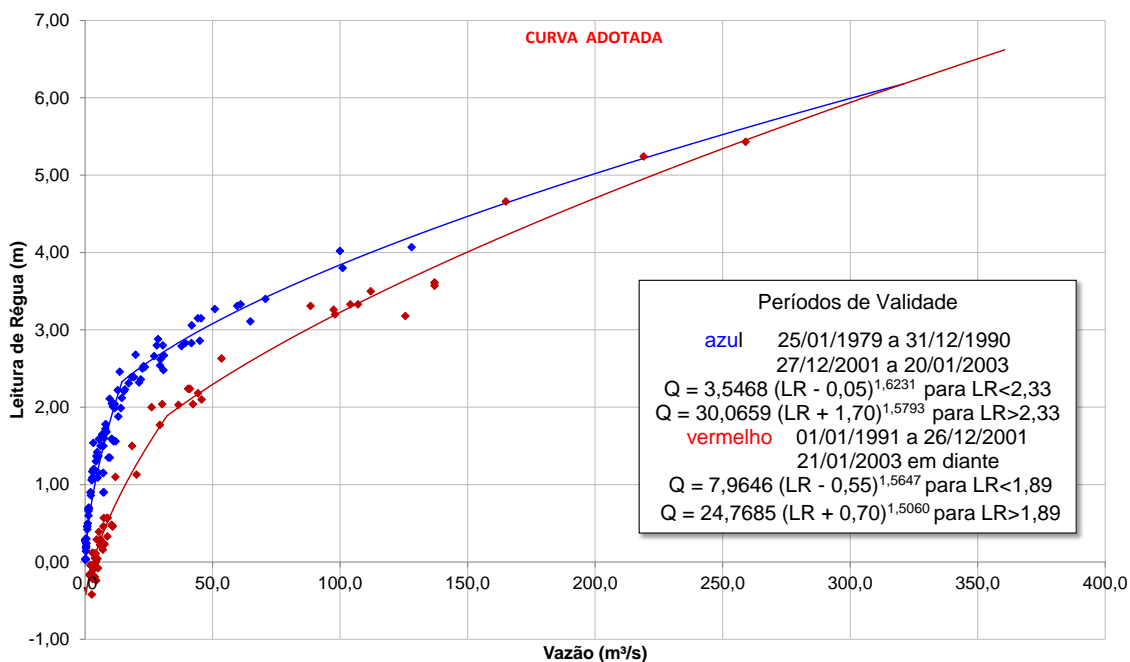


Figura 47 - Curva-Chave do Rio Zutiua em Esperantina (Adotada)

- *Pindaré Mirim*

Inicialmente, analisou-se a curva-chave fornecida pela ANA em formato de equação e tabela. Com isso, gerou-se a curva apresentada na Figura 48, chamada de *Curva ANA*. A série de vazões médias diárias do posto disponível no Hidroweb apresenta valores observados até 2007. Entretanto, a série de cotas médias diárias da mesma base de dados apresenta valores observados até o ano de 2012. Com isso, a partir da curva-chave do posto, é possível complementar a série de vazões até o ano de 2012.

A curva-chave enviada pela ANA é válida apenas de 1984 até o ano de 2007, o período fornecido não condiz com a série de vazões disponibilizada pelo próprio agente no Hidroweb, que vai de 1972 até 2007.

Considerando as novas medições do resumo de descarga, que foram realizadas posteriormente à elaboração da curva-chave e estão disponíveis no Hidroweb, é necessária uma revisão e atualização da curva chave, para a complementação das vazões até 2012. Além disso, considerou-se conveniente a modificação da curva-chave enviada, de tal forma que a curva empregada se ajustasse adequadamente às medições disponíveis.

Além disso, como se pode observar na Figura 48, a relação *leitura de régua x vazão* fornecida pela ANA, através do Hidroweb, possui anomalias quando confrontada com

as medições de descarga. Essa relação apresenta pontos dispersos, enquanto deveria estar ajustada exatamente em uma curva, visto que, teoricamente, foi gerada a partir de uma equação.

Desta forma, no presente estudo, foi gerada uma nova série de vazões para o posto. A Figura 49 apresenta a curva-chave empregada na geração da série de vazões no posto, com suas respectivas equações.

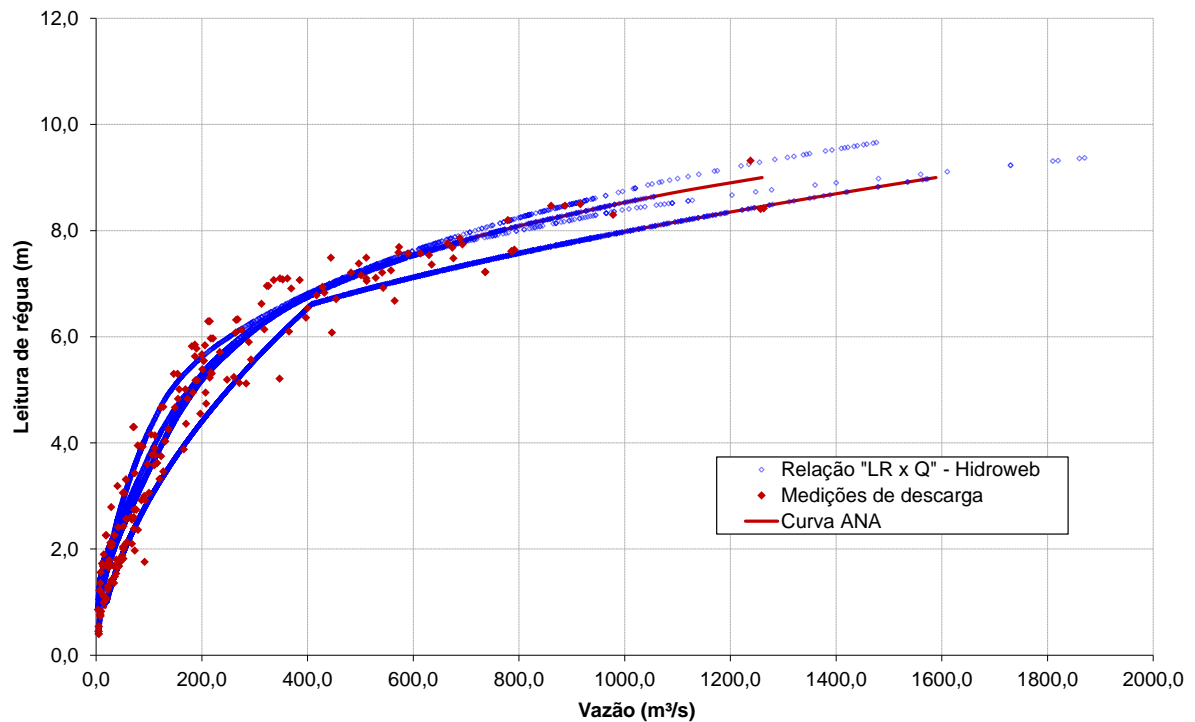


Figura 48 - Análise da Curva-Chave ANA do Rio Pindaré em Pindaré Mirim

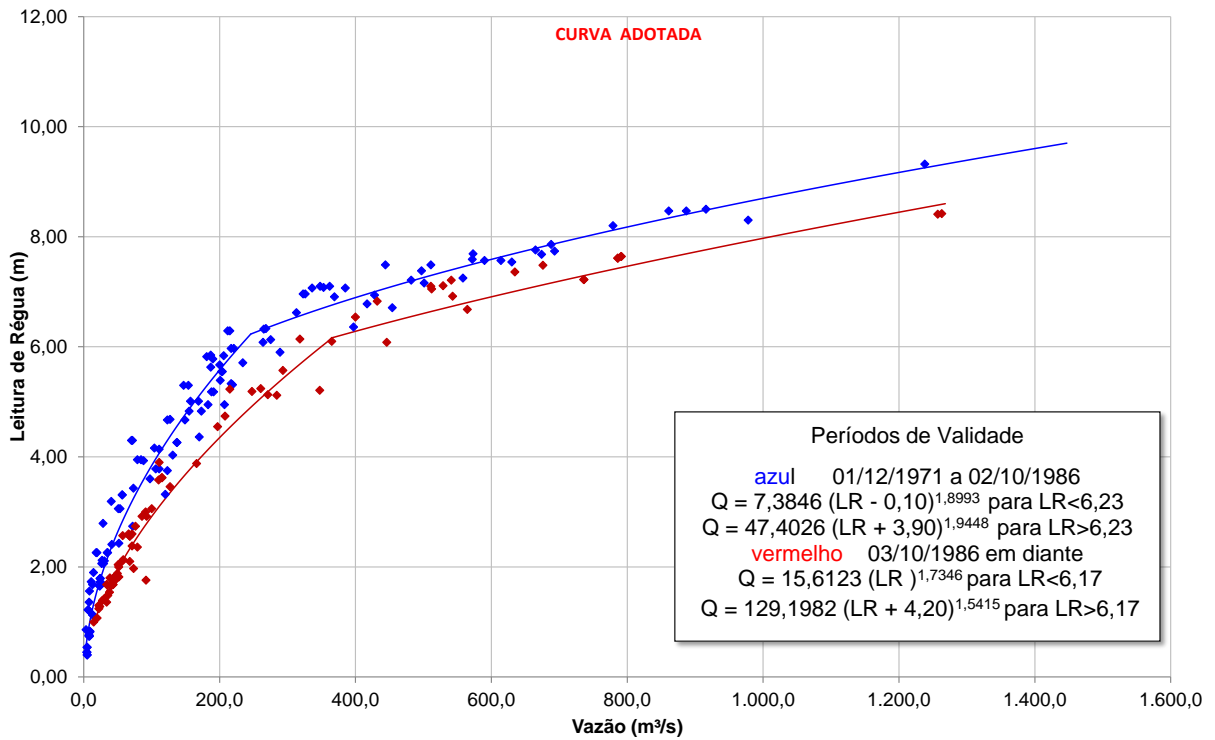


Figura 49 - Curva-Chave do Rio Pindaré em Pindaré Mirim (Adotada)

7.3. Séries de Vazões Diárias nos Postos Fluviométricos

Após as análises das curvas-chave, foram geradas as séries de vazões diárias com as equações adotadas nas curvas-chave e a série de cotas fornecida pelo Hidroweb e anteriormente consistida. Abaixo podemos ver a comparação entre as séries diárias geradas e as séries diárias do Hidroweb.

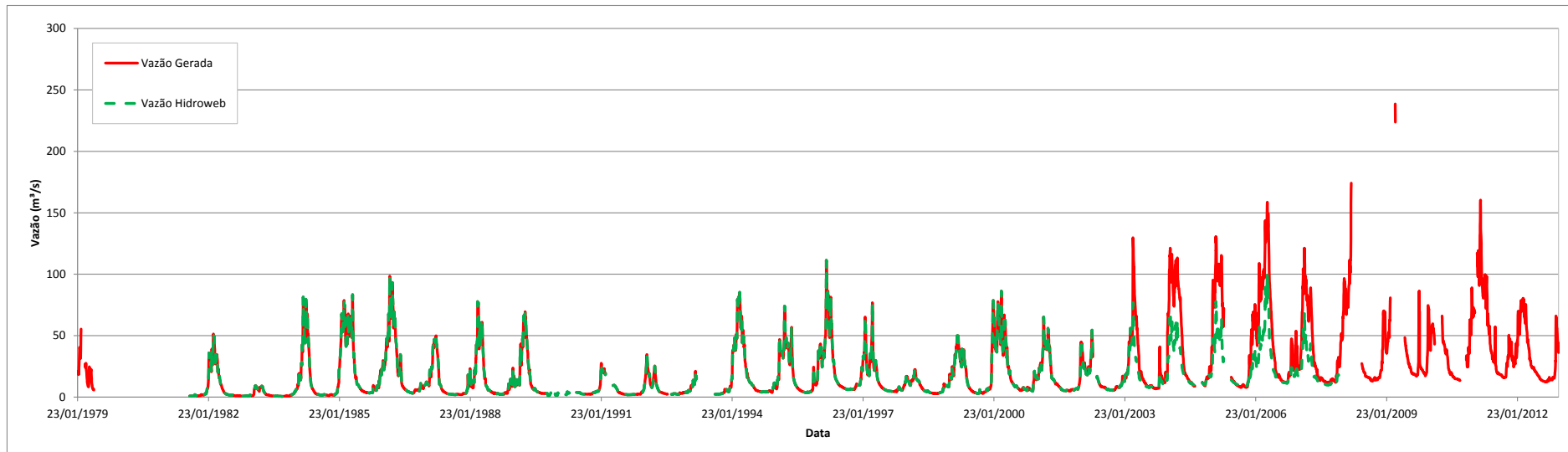


Figura 50 - Comparação entre vazões em Vale do Pindaré

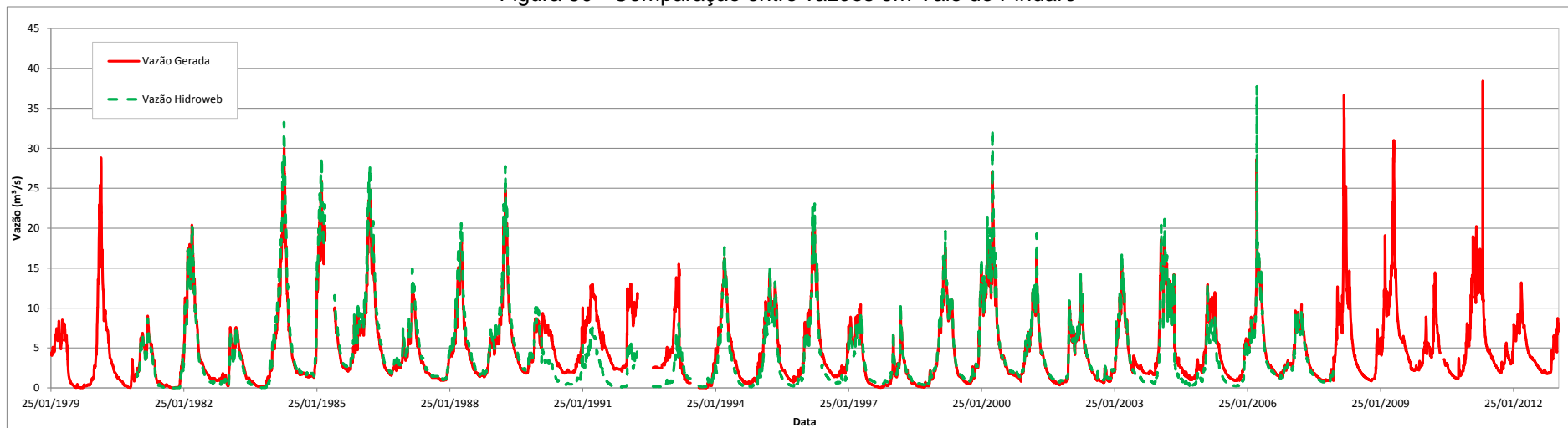


Figura 51 - Comparação entre vazões em Ponte BR-222

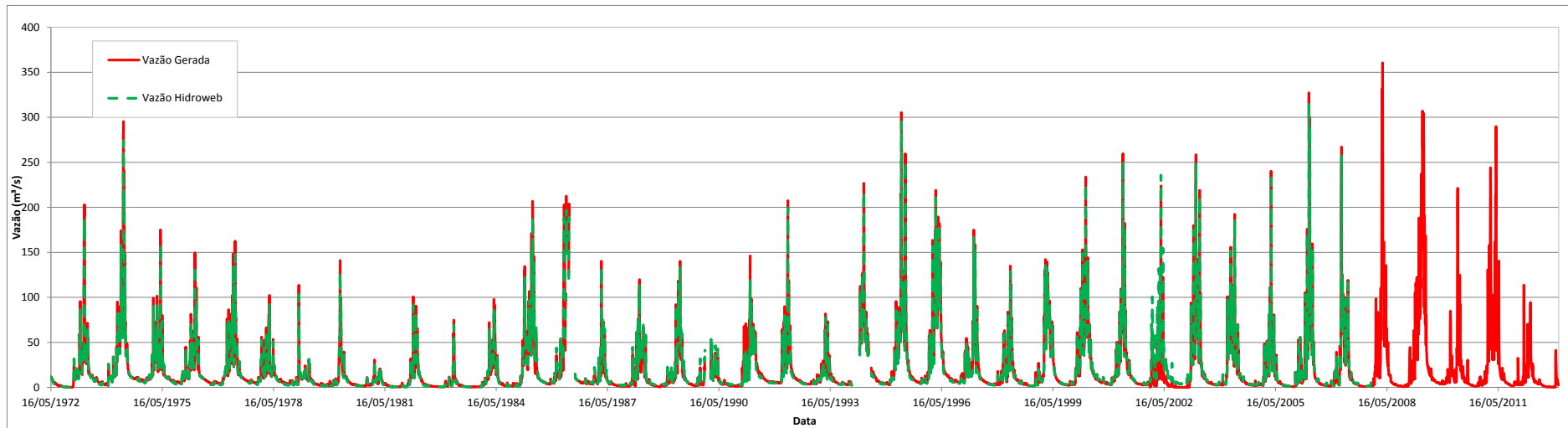


Figura 52 - Comparação entre vazões em Esperantina

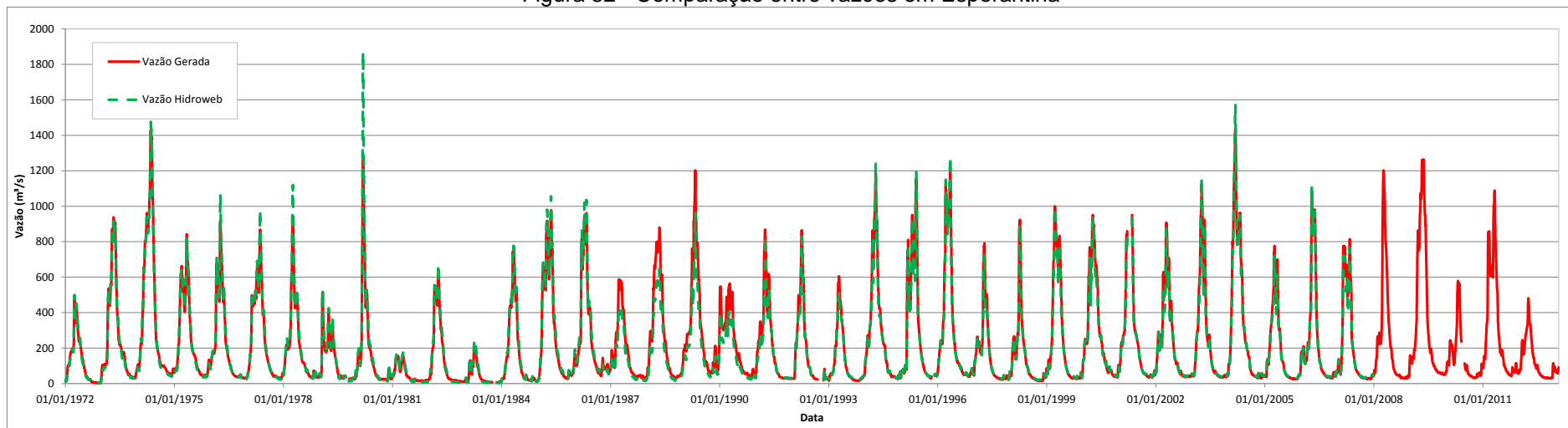


Figura 53 - Comparação entre vazões em Pindaré Mirim

7.4. Séries de Vazões Médias Mensais nos Postos Fluviométricos

Com as séries diárias, foram geradas as médias mensais nos postos selecionados. Em seguida foram observadas as correlações entre as séries mensais de forma que as falhas fossem preenchidas com as melhores correlações entre si.

- *Vale do Pindaré*

O posto de referência possui dados fluviométricos observados no período compreendido entre janeiro de 1979 a dezembro de 2012. Durante todo seu período histórico, a série de vazões médias mensais apresenta bastante falhas. Para o preenchimento e extensão da série de Vale do Pindaré foram analisados os valores de vazões médias mensais gerados nos postos fluviométricos Esperantina, Pindaré Mirim e Ponte BR-222. Para isso, foram estabelecidas correlações entre as séries de vazões médias mensais de Vale do Pindaré e dos demais postos.

Foi observado que o período compreendido de janeiro de 2004 a dezembro de 2007 apresenta vazões maiores que as disponibilizadas pelo hidroweb, isso se justifica pelo fato de a curva chave cedida pela ANA não representar bem o período em questão. Este período junto com os dados a partir de janeiro de 2008, período para o qual não existe uma curva ajustada pela ANA, compreendem um período só e sofreu portanto um novo ajuste de curva chave. Então as correlações foram feitas de 1979 até dezembro de 2003 para preencher os dados deste período e outra compreendendo toda a extensão de dados para preencher os dados a partir de janeiro de 2004 de modo a melhor preencher as falhas.

As correlações obtidas, como podem ser observadas mais adiante nas Figuras 54 e 55, que apresentaram melhor qualidade para a utilização em questão foi com a estação Esperantina e foram empregadas no preenchimento

Observa-se que a correlação selecionada apresenta deficiências, principalmente devido ao fato de estarem os dois postos em rios diferentes. Contudo, foi considerada válida para o estudo em questão.

A seguir, serão apresentadas as equações adotadas para o preenchimento das falhas da série fluviométrica do posto em questão e seus respectivos gráficos.

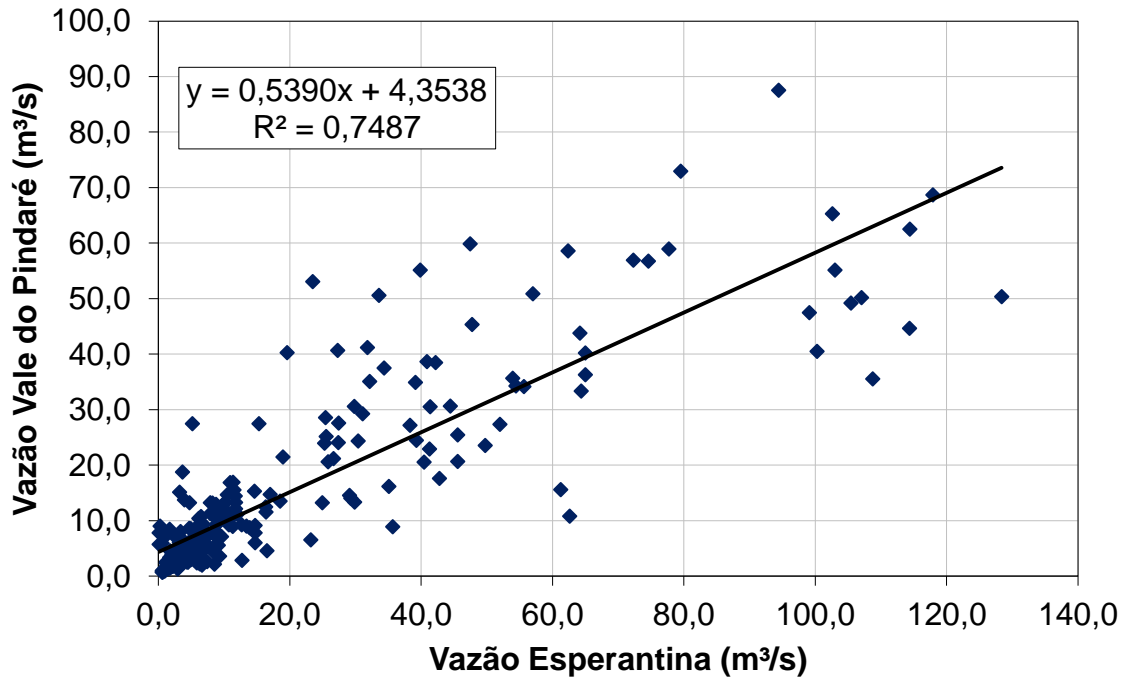


Figura 54 – Gráfico de Correlação entre Vale do Pindaré e Esperantina – até Dez/03

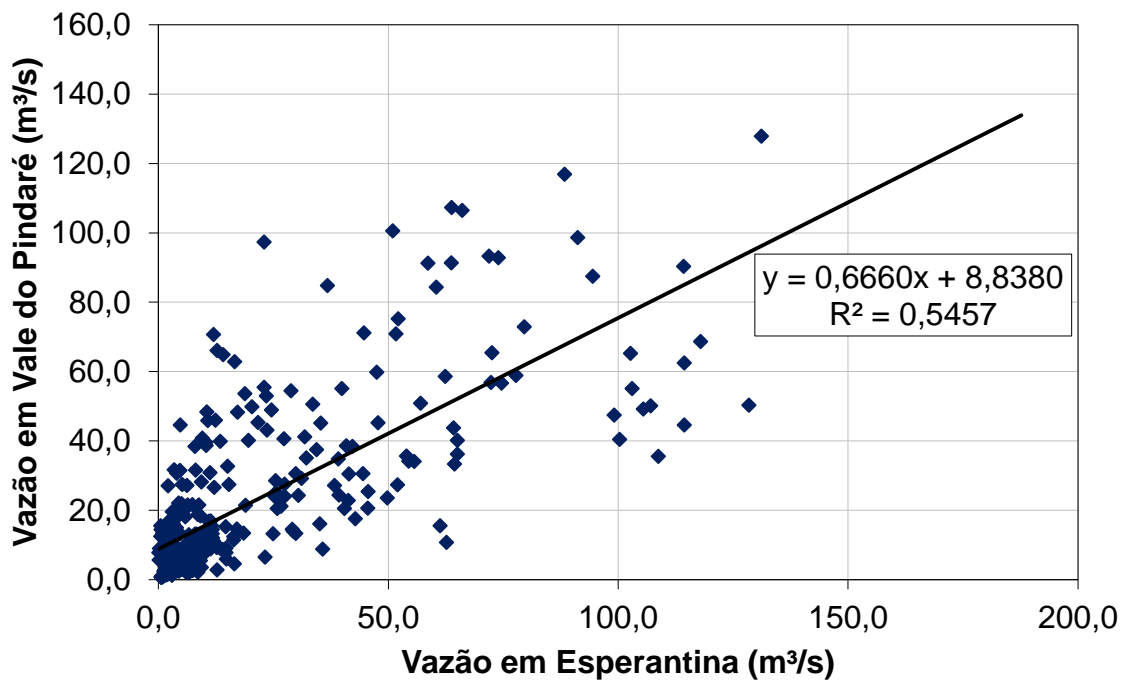


Figura 55 – Gráfico de Correlação entre Vale do Pindaré e Esperantina – até Dez/12

- *Ponte BR-222*

O posto de referência possui dados fluviométricos observados no período compreendido entre janeiro de 1979 a janeiro de 2013. Durante todo seu período histórico, a série de vazões médias mensais apresenta poucas falhas. Para o preenchimento e extensão da série de Ponte BR-222 foram analisados os valores de vazões médias mensais gerados nos postos fluviométricos Esperantina, Pindaré Mirim e Vale do Pindaré. Para isso, foram estabelecidas correlações entre as séries de vazões médias mensais de Ponte BR-222 e dos demais postos.

As correlações obtidas, como podem ser observadas mais adiante nas Figuras 56 e 57, que apresentaram melhor qualidade para a utilização em questão foi com a estação Pindaré Mirim e a estação Esperantina também foi utilizada devido a inexistência de dados nas outras estações em determinada data.

Observa-se que a correlação selecionada apresenta deficiências, principalmente devido ao fato de estarem os dois postos em rios diferentes. Contudo, foi considerada válida para o estudo em questão.

A seguir, serão apresentadas as equações adotadas para o preenchimento das falhas da série fluviométrica do posto em questão e seus respectivos gráficos.

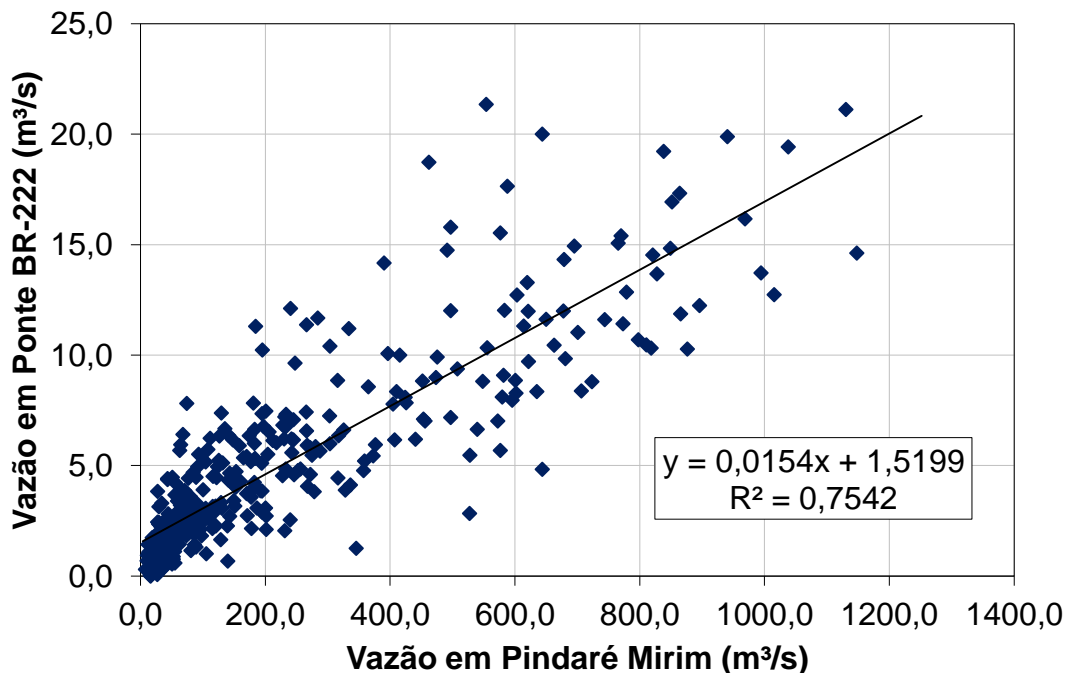


Figura 56 – Gráfico de Correlação entre Ponte BR-222 e Pindaré Mirim

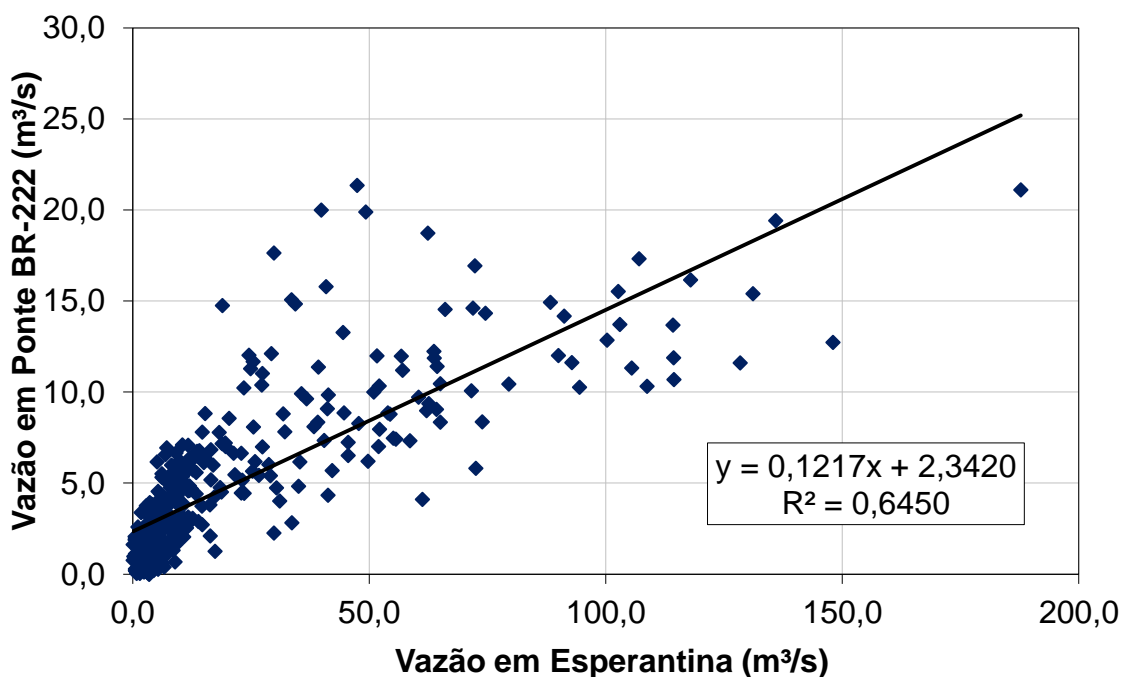


Figura 57 – Gráfico de Correlação entre Ponte BR-222 e Esperantina

- *Esperantina*

O posto de referência possui dados fluviométricos observados no período compreendido entre janeiro de 1972 a dezembro de 2012. Durante todo seu período histórico, a série de vazões médias mensais apresenta poucas falhas. Para o preenchimento e extensão da série de Esperantina foram analisados os valores de vazões médias mensais gerados nos postos fluviométricos Ponte BR-222, Pindaré Mirim e Vale do Pindaré. Para isso, foram estabelecidas correlações entre as séries de vazões médias mensais de Esperantina e dos demais postos.

A correlação obtida, como pode ser observada mais adiante na Figura 58, que apresentou melhor qualidade para a utilização em questão foi com a estação Pindaré Mirim.

Observa-se que a correlação selecionada apresenta deficiências, principalmente devido ao fato de estarem os dois postos em rios diferentes. Contudo, foi considerada válida para o estudo em questão.

A seguir, serão apresentadas as equações adotadas para o preenchimento das falhas da série fluviométrica do posto em questão e seus respectivos gráficos.

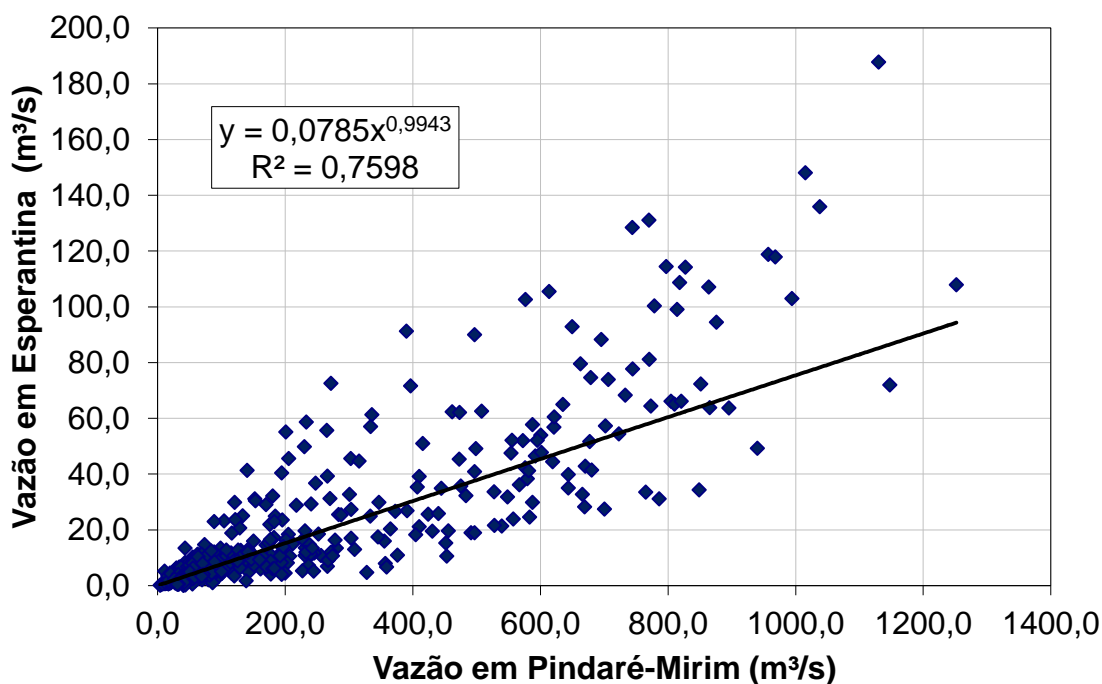


Figura 58 – Gráfico de Correlação entre Esperantina e Pindaré-Mirim

- *Pindaré Mirim*

O posto de referência possui dados fluviométricos observados no período compreendido entre janeiro de 1972 a dezembro de 2012. Durante todo seu período histórico, a série de vazões médias mensais apresenta poucas falhas. Para o preenchimento e extensão da série de Pindaré Mirim foram analisados os valores de vazões médias mensais gerados nos postos fluviométricos Ponte BR-222, Esperantina e Vale do Pindaré. Para isso, foram estabelecidas correlações entre as séries de vazões médias mensais de Pindaré Mirim e dos demais postos.

A correlação obtida, como pode ser observada mais adiante na Figura 59 que apresentou melhor qualidade para a utilização em questão foi com a estação Esperantina.

Observa-se que a correlação selecionada apresenta deficiências, principalmente devido ao fato de estarem os dois postos em rios diferentes. Contudo, foi considerada válida para o estudo em questão.

A seguir, serão apresentadas as equações adotadas para o preenchimento das falhas da série fluviométrica do posto em questão e seus respectivos gráficos.

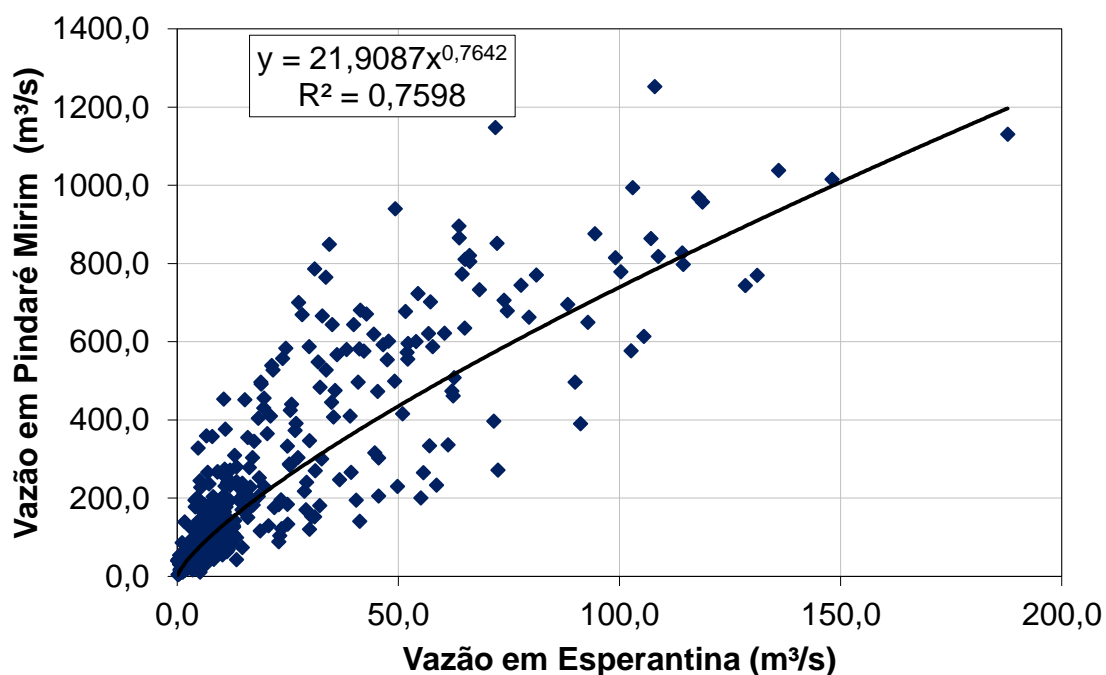


Figura 59 – Gráfico de Correlação entre Pindaré-Mirim e Esperantina

As séries fluviométricas mensais de referência para os estudos hidrológicos, nos postos estudados, encontram-se apresentadas nas Tabelas 27 a 30. Para o preenchimento de falhas e extensão da série de vazões mensais dos postos foram adicionadas cores para representar os diferentes postos utilizados; as células pintadas de rosa foram preenchidas pelo posto Esperantina, as células verdes pelo posto Pindaré Mirim e as em laranja pelo posto Ponte BR-222. Esses quadros apresentam também as principais estatísticas mensais das séries, para os períodos disponíveis.

Tabela 27 - Vazões Médias Mensais do Rio Pindaré em Vale do Pindaré

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Mínimo	Média	Máximo
1979	16,2	10,1	11,7	15,5	14,4	7,31	6,17	5,89	5,99	5,60	6,21	6,37	5,60	9,29	16,2
1980	7,15	17,8	30,9	12,6	8,71	6,66	6,05	5,71	5,29	5,22	7,00	5,81	5,22	9,90	30,9
1981	7,90	10,5	9,53	9,28	6,30	5,49	4,90	4,76	1,02	1,17	1,45	2,08	1,02	5,37	10,5
1982	13,3	28,6	38,6	21,4	7,67	2,81	1,74	1,47	1,12	0,99	0,83	0,97	0,83	9,96	38,6
1983	1,28	6,54	6,52	7,72	2,67	1,47	0,93	0,83	0,70	0,72	0,89	1,73	0,70	2,67	7,72
1984	4,56	12,9	40,7	59,9	30,6	6,15	2,60	1,71	1,95	1,48	1,90	2,22	1,48	13,9	59,9
1985	16,9	58,6	55,1	58,9	47,4	13,2	7,08	4,40	3,54	3,86	6,90	11,0	3,54	23,9	58,9
1986	23,3	35,1	65,3	70,6	37,3	21,1	7,49	4,79	3,54	4,95	5,89	8,58	3,54	24,0	70,6
1987	10,7	14,7	34,9	41,2	11,3	4,49	2,83	2,37	2,07	2,30	2,41	3,94	2,07	11,1	41,2
1988	12,1	11,1	45,3	50,6	27,6	7,19	4,37	2,99	2,63	2,45	3,29	8,81	2,45	14,9	50,6
1989	13,2	11,2	25,2	56,9	37,5	11,5	6,25	3,99	3,05	2,90	8,19	9,52	2,90	15,8	56,9
1990	21,7	17,3	14,2	14,5	10,2	6,49	3,74	2,71	2,41	2,47	3,34	4,54	2,41	8,64	21,7
1991	14,6	20,6	37,8	35,0	8,88	4,58	2,82	2,16	1,98	2,19	2,36	2,98	1,98	11,3	37,8
1992	9,01	24,4	10,8	17,6	6,00	3,57	2,64	7,21	2,53	2,48	2,98	3,70	2,48	7,75	24,4
1993	4,46	7,79	14,0	22,5	13,7	9,16	7,28	6,38	2,48	2,62	4,35	5,17	2,48	8,32	22,5

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Mínimo	Média	Máximo
1994	16,7	42,7	72,9	55,1	27,3	13,3	9,14	5,47	4,39	4,21	4,49	4,88	4,21	21,7	72,9
1995	8,95	22,9	35,6	50,3	35,5	27,2	8,71	5,56	4,13	3,82	5,08	13,2	3,82	18,4	50,3
1996	29,2	34,1	62,5	68,7	36,3	13,5	9,26	7,41	6,24	6,53	7,67	10,1	6,24	24,3	68,7
1997	24,3	40,2	25,4	40,2	21,2	9,68	6,63	5,23	4,74	4,62	6,76	6,56	4,62	16,3	40,2
1998	13,4	11,6	15,6	16,1	10,2	5,71	4,62	3,42	2,96	3,17	5,07	9,35	2,96	8,43	16,1
1999	12,9	20,5	40,5	33,4	30,5	13,3	5,77	3,74	3,43	3,52	4,97	7,34	3,43	15,0	40,5
2000	53,0	50,9	56,7	50,1	30,6	14,7	9,27	6,86	6,43	6,34	6,31	10,4	6,31	25,1	56,7
2001	15,3	24,0	43,8	44,6	24,1	12,4	9,27	6,08	5,39	5,22	6,08	6,86	5,22	16,9	44,6
2002	27,4	27,5	20,6	34,2	15,8	13,2	8,43	7,20	5,93	5,70	7,83	9,01	5,70	15,2	34,2
2003	15,1	23,6	49,2	87,5	38,4	16,9	10,7	8,60	8,01	7,07	18,8	13,8	7,07	24,8	87,5
2004	48,3	106	93,3	91,4	48,9	18,5	13,0	9,99	10,7	10,5	10,7	16,2	9,99	39,8	106
2005	39,6	97,4	101	84,4	21,9	12,8	13,6	10,1	8,33	9,12	12,4	40,8	8,33	37,6	101
2006	62,9	66,2	91,3	128	107	45,9	20,2	15,6	12,4	14,4	31,7	31,6	12,4	52,3	128
2007	26,6	65,4	92,9	75,3	45,4	21,7	15,0	13,3	11,9	13,4	13,6	27,1	11,9	35,1	92,9
2008	55,5	84,8	98,6	99,4	43,5	16,8	21,0	16,2	14,2	14,8	15,6	38,7	14,2	43,3	99,4
2009	48,4	45,5	70,7	107	134	36,2	32,7	21,6	18,2	31,5	22,2	21,6	18,2	49,1	134
2010	53,6	54,5	15,1	56,5	45,2	30,9	18,8	15,5	9,99	10,0	12,1	44,6	9,99	30,6	56,5
2011	70,7	68,7	117	90,4	70,9	39,9	28,2	19,2	17,1	19,7	38,4	30,7	17,1	50,9	117
2012	43,2	64,9	71,1	49,8	27,2	21,9	17,1	13,6	12,5	14,4	15,6	46,0	12,5	33,1	71,1
Mínima	1,28	6,54	6,52	7,72	2,67	1,47	0,93	0,83	0,70	0,72	0,83	0,97	0,70		
Média	24,8	36,4	47,5	51,7	31,9	14,6	9,66	7,41	6,10	6,75	8,92	13,7		21,6	
Máxima	70,7	106	117	128	134	45,9	32,7	21,6	18,2	31,5	38,4	46,0			134

Tabela 28 - Vazões Médias Mensais do Rio Buriticupu em Ponte BR-222

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Mínimo	Média	Máximo
1979	4,20	4,84	6,74	6,20	7,08	3,07	0,53	0,15	0,11	0,14	0,31	0,64	0,11	2,83	7,08
1980	2,15	11,3	19,9	8,83	5,51	2,85	1,61	1,02	0,48	0,19	1,21	1,46	0,19	4,71	19,9
1981	2,71	6,16	4,94	6,67	3,94	1,15	0,66	0,30	0,27	0,04	0,05	0,50	0,04	2,28	6,67
1982	3,67	11,7	15,8	14,8	6,95	3,31	2,23	1,52	1,17	1,02	1,03	1,43	1,02	5,38	15,8
1983	0,82	5,51	5,17	6,00	3,76	1,83	1,09	0,69	0,29	0,16	0,20	0,94	0,16	2,20	6,00
1984	3,14	6,24	10,4	21,3	17,6	6,57	3,30	1,99	1,75	1,74	1,47	1,49	1,47	6,42	21,3
1985	5,94	18,7	20,0	13,0	14,1	6,64	5,90	3,21	2,43	2,31	4,22	5,68	2,31	8,52	20,0
1986	7,38	7,82	15,5	19,2	12,7	6,61	4,06	2,40	1,81	2,37	2,58	2,85	1,81	7,11	19,2
1987	4,66	5,36	8,35	8,81	4,77	3,09	2,10	1,61	1,29	1,25	1,01	1,04	1,01	3,61	8,81
1988	3,15	4,60	8,28	15,1	11,0	5,21	3,58	2,25	1,65	1,57	1,71	4,43	1,57	5,21	15,1
1989	5,11	5,92	8,09	16,9	14,8	7,10	4,54	3,16	2,17	1,93	3,42	4,94	1,93	6,51	16,9
1990	7,84	6,36	7,78	7,17	5,94	3,85	2,70	1,97	2,03	1,99	2,15	3,40	1,97	4,43	7,84
1991	5,40	7,25	8,98	12,0	9,92	6,84	5,72	4,47	3,30	2,43	2,36	2,44	2,36	5,92	12,0
1992	4,41	11,4	9,37	11,9	5,16	3,06	2,23	1,90	2,53	2,48	2,84	3,83	1,90	5,09	11,9
1993	4,37	7,81	12,1	2,83	1,26	0,67	2,30	1,97	1,77	0,00	0,20	0,60	0,00	2,99	12,1
1994	3,08	5,86	10,4	13,7	7,02	4,44	2,72	1,32	0,77	0,65	0,70	1,04	0,65	4,31	13,7
1995	2,73	4,34	8,85	11,6	10,3	8,10	2,89	1,99	1,25	0,86	1,18	1,78	0,86	4,66	11,6
1996	4,02	7,43	10,7	16,2	10,5	4,77	3,07	2,20	1,60	1,48	1,71	2,12	1,48	5,48	16,2
1997	4,73	7,21	6,53	8,35	5,43	1,64	0,58	0,34	0,14	0,07	0,28	0,39	0,07	2,97	8,35
1998	2,27	2,11	4,12	4,83	2,05	1,00	0,55	0,26	0,14	0,24	0,74	1,42	0,14	1,64	4,83
1999	3,00	7,35	12,9	11,4	9,84	4,59	1,82	1,18	0,72	0,60	1,36	2,59	0,60	4,78	12,9
2000	10,2	11,2	14,3	17,3	13,3	5,99	3,87	2,59	1,83	1,69	1,44	1,44	1,44	7,10	17,3
2001	3,73	5,66	9,05	11,9	6,99	3,81	2,15	1,15	0,76	0,50	0,59	0,88	0,50	3,93	11,9
2002	6,35	6,17	6,19	8,79	6,64	3,88	2,27	1,41	1,11	0,77	1,64	0,98	0,77	3,85	8,79

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Mínimo	Média	Máximo
2003	2,08	6,20	11,3	10,3	5,69	2,55	3,32	2,59	2,13	1,80	1,97	1,86	1,80	4,32	11,3
2004	4,24	14,5	14,6	12,2	12,0	4,06	2,73	1,91	1,58	1,14	1,45	2,81	1,14	6,11	14,6
2005	2,71	6,64	10,0	9,72	7,01	3,98	2,36	1,54	1,15	0,95	1,10	2,52	0,95	4,14	10,0
2006	5,18	6,33	7,33	15,4	11,9	5,46	3,06	2,43	1,79	1,51	2,11	2,78	1,51	5,44	15,4
2007	2,88	5,82	8,37	7,96	5,47	3,17	2,02	1,53	1,12	0,91	0,96	1,70	0,91	3,49	8,37
2008	4,47	9,64	14,2	19,4	10,3	4,84	2,88	1,95	1,41	1,08	1,02	3,21	1,02	6,20	19,4
2009	5,12	7,47	11,6	12,7	21,1	9,08	6,13	5,24	3,61	2,31	2,40	2,72	2,31	7,46	21,1
2010	4,52	6,03	4,34	10,1	6,16	3,70	3,07	2,09	1,48	1,42	1,87	3,16	1,42	3,99	10,1
2011	6,36	12,0	14,9	13,7	12,0	5,58	4,28	3,28	2,40	2,31	3,88	3,81	2,31	7,04	14,9
2012	4,45	6,78	8,85	8,56	5,33	3,90	3,35	2,60	2,07	1,98	1,90	4,69	1,90	4,54	8,85
Mínima	0,82	2,11	4,12	2,83	1,26	0,67	0,53	0,15	0,11	0,00	0,05	0,39	0,00		
Média	4,33	7,64	10,3	11,6	8,64	4,31	2,81	1,95	1,47	1,23	1,56	2,28		4,84	
Máxima	10,2	18,7	20,0	21,3	21,1	9,08	6,13	5,24	3,61	2,48	4,22	5,68			21,3

Tabela 29 - Vazões Médias Mensais do Rio Zutiua em Esperantina

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Mínimo	Média	Máximo
1972	3,70	10,8	17,5	31,1	19,6	5,99	2,95	1,83	0,80	0,34	0,11	5,12	0,11	8,32	31,1
1973	13,4	25,0	32,3	81,1	31,0	13,0	9,09	7,77	4,78	4,15	3,11	11,5	3,11	19,7	81,1
1974	12,9	26,8	66,1	119	108	23,8	11,9	9,73	9,86	8,13	7,21	8,90	7,21	34,3	119
1975	10,6	31,2	46,5	49,1	32,7	13,4	10,6	7,69	6,31	5,70	6,45	10,8	5,70	19,3	49,1
1976	15,9	32,7	36,1	68,3	21,0	11,0	8,15	5,89	4,51	5,64	4,74	4,59	4,51	18,2	68,3
1977	12,1	29,9	45,3	57,7	57,2	15,9	10,5	8,03	6,46	6,59	4,94	7,12	4,94	21,8	57,7
1978	20,6	18,3	34,8	28,2	19,5	10,6	8,09	5,82	4,50	4,75	4,90	5,69	4,50	13,8	34,8
1979	21,9	10,7	13,6	11,5	11,7	5,49	3,37	2,85	3,03	2,31	3,44	3,75	2,31	7,80	21,9
1980	5,18	24,9	49,3	15,3	8,08	4,28	3,15	2,52	1,74	1,60	4,92	2,69	1,60	10,3	49,3
1981	6,58	11,5	9,60	9,14	3,60	2,10	1,02	0,75	0,57	0,79	1,49	1,54	0,57	4,06	11,5
1982	10,2	25,4	40,9	18,9	7,17	3,25	2,16	1,52	0,96	0,83	0,72	0,97	0,72	9,41	40,9
1983	2,92	6,17	23,2	8,19	2,85	1,75	0,94	0,66	0,54	0,58	0,56	1,21	0,54	4,13	23,2
1984	4,62	9,89	27,3	47,4	29,8	6,86	3,37	1,96	2,50	1,55	3,04	1,74	1,55	11,7	47,4
1985	10,9	62,4	39,8	77,7	99,1	24,9	9,60	6,49	4,57	3,90	6,28	11,2	3,90	29,7	99,1
1986	9,87	32,2	103	63,3	45,7	24,7	9,18	6,27	5,31	5,78	5,61	4,90	4,90	26,3	103
1987	9,22	10,5	39,1	31,8	7,87	4,51	3,24	2,22	1,37	1,12	1,72	2,03	1,12	9,55	39,1
1988	11,7	12,0	47,7	33,5	27,4	6,60	4,05	2,08	1,20	1,24	2,01	5,80	1,20	12,9	47,7
1989	8,24	9,07	25,5	72,3	34,3	10,5	5,31	3,43	1,99	3,76	7,11	9,59	1,99	15,9	72,3
1990	32,3	24,1	18,3	18,9	10,8	3,97	4,82	2,80	2,04	1,67	1,68	1,74	1,67	10,3	32,3
1991	29,1	45,5	62,1	56,8	35,7	16,5	12,7	8,51	6,61	6,28	5,82	5,37	5,37	24,2	62,1
1992	13,4	39,3	62,6	42,8	14,7	9,28	7,41	5,31	4,21	3,68	4,87	5,33	3,68	17,7	62,6
1993	8,27	14,7	29,3	33,6	17,4	8,92	5,43	3,75	4,46	3,46	4,39	3,22	3,22	11,4	33,6
1994	14,2	21,3	79,5	103	52,0	24,0	14,7	8,54	5,71	4,44	4,24	4,28	4,24	28,0	103
1995	11,3	41,3	53,9	128	109	38,3	13,9	9,09	6,36	5,12	6,91	7,89	5,12	35,9	128
1996	31,1	55,6	114	118	65,0	18,5	12,7	9,17	6,82	6,52	7,54	9,06	6,52	37,8	118
1997	30,4	19,5	45,5	65,0	26,6	9,19	6,26	4,56	3,53	3,19	5,32	6,61	3,19	18,8	65,0
1998	29,9	16,4	61,2	35,0	10,8	6,76	4,88	3,78	2,40	1,81	4,26	6,78	1,81	15,3	61,2
1999	8,76	40,4	100	64,4	41,4	11,7	6,46	3,90	2,82	2,47	4,04	7,27	2,47	24,5	100
2000	23,5	57,0	74,6	107	44,4	17,0	10,7	7,15	6,68	4,78	3,74	6,14	3,74	30,2	107
2001	14,6	25,3	64,2	114	27,4	16,3	8,68	4,83	3,78	3,11	3,15	3,38	3,11	24,1	114
2002	15,3	5,13	25,8	54,4	21,3	4,73	1,67	1,05	0,52	0,07	0,07	0,20	0,07	10,9	54,4
2003	3,21	49,7	105	94,4	42,2	11,3	6,46	4,67	3,33	2,57	3,64	3,94	2,57	27,6	105
2004	17,2	66,0	71,9	63,7	24,5	9,09	6,59	3,58	2,85	2,56	2,83	3,14	2,56	22,8	71,9

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Mínimo	Média	Máximo
2005	10,3	22,9	50,9	60,4	19,6	5,91	3,65	1,93	1,25	0,88	2,42	9,51	0,88	15,8	60,4
2006	16,5	12,7	58,6	131	63,7	10,7	5,72	3,21	2,52	1,91	3,35	8,06	1,91	26,5	131
2007	12,1	72,5	73,9	52,1	21,6	7,37	3,90	2,52	1,22	0,87	1,00	2,06	0,87	20,9	73,9
2008	23,0	36,7	91,2	136	52,1	12,0	4,33	2,70	1,57	1,10	1,56	10,3	1,10	31,0	136
2009	10,5	55,0	92,8	148	188	41,1	15,0	8,76	5,79	4,61	4,37	6,32	4,37	48,3	188
2010	18,8	28,8	9,41	71,5	35,3	11,2	8,51	2,97	1,73	1,78	4,88	4,70	1,73	16,6	71,5
2011	12,0	89,9	88,3	114	51,6	13,4	9,29	4,40	2,39	2,97	7,91	3,94	2,39	33,4	114
2012	23,6	14,0	44,7	20,3	6,18	5,00	3,29	1,09	0,49	0,51	0,47	12,4	0,47	11,0	44,7
Mínima	2,92	5,13	9,41	8,19	2,85	1,75	0,94	0,66	0,49	0,07	0,07	0,20	0,07		
Média	14,6	30,3	53,1	64,8	37,7	12,2	6,92	4,53	3,42	3,05	3,83	5,63		20,0	
Máxima	32,3	89,9	114	148	188	41,1	15,0	9,73	9,86	8,13	7,91	12,4			188

Tabela 30 - Vazões Médias Mensais do Rio Pindaré em Pindaré Mirim

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Mínimo	Média	Máximo
1972	48,2	141	230	410	258	161	72,0	28,4	15,5	5,51	3,78	10,9	3,78	115	410
1973	98,6	133	483	770	786	309	192	150	65,4	43,2	33,5	68,4	33,5	261	786
1974	142	391	805	957	1.252	557	194	115	96,3	70,8	53,7	63,8	53,7	392	1.252
1975	83,9	270	592	499	666	280	166	102	58,2	44,5	46,2	107	44,5	243	666
1976	150	300	567	733	410	177	98,9	53,0	38,9	42,5	33,9	32,0	32,0	220	733
1977	84,0	347	472	587	702	355	163	87,9	49,2	40,4	32,1	41,7	32,1	247	702
1978	129	205	445	669	431	207	121	80,4	47,1	39,8	51,6	39,1	39,1	205	669
1979	176	256	232	242	245	115	39,0	48,8	51,1	41,5	26,7	36,1	26,7	126	256
1980	115	184	940	452	204	116	54,0	29,9	24,3	23,6	42,6	34,3	23,6	185	940
1981	63,2	148	91,3	135	64,7	33,1	20,9	18,9	16,7	16,0	15,6	16,7	15,6	53,4	148
1982	55,1	284	497	491	236	89,1	33,0	21,3	17,7	14,3	12,5	11,5	11,5	147	497
1983	21,0	93,0	104	182	71,1	23,0	13,5	10,1	7,83	14,4	14,1	10,6	7,83	47,1	182
1984	29,2	111	303	554	587	266	85,8	30,6	28,1	18,2	27,7	15,5	15,5	171	587
1985	64,2	462	644	745	814	333	158	78,0	46,9	30,6	55,2	62,6	30,6	291	814
1986	129	180	576	838	603	325	152	84,9	54,4	96,6	90,7	79,8	54,4	268	838
1987	143	165	410	548	357	200	95,2	54,4	39,6	42,7	35,7	32,2	32,2	177	548
1988	115	272	601	765	700	359	177	79,4	44,3	33,0	42,2	76,7	33,0	272	765
1989	194	267	424	851	849	453	227	120	69,6	76,4	149	123	69,6	317	851
1990	425	317	404	497	376	195	143	83,0	57,0	49,6	47,3	58,9	47,3	221	497
1991	170	303	473	621	475	228	108	50,5	33,7	29,5	28,6	27,3	27,3	212	621
1992	42,9	266	508	670	238	102	48,5	27,5	65,7	59,3	73,5	27,3	27,3	177	670
1993	43,1	73,7	240	527	346	140	53,0	32,1	19,3	16,1	22,0	41,9	16,1	129	527
1994	186	280	663	994	572	316	201	88,6	50,9	39,9	29,9	41,5	29,9	289	994
1995	69,1	140	600	744	818	580	195	88,7	49,5	35,9	96,0	48,0	35,9	289	818
1996	152	265	797	968	810	252	130	92,4	56,2	51,5	45,4	62,0	45,4	307	968
1997	153	231	206	635	373	128	55,0	35,2	26,8	26,8	32,6	36,5	26,8	162	635
1998	120	201	336	644	231	105	50,5	31,0	20,3	17,1	20,4	47,2	17,1	152	644
1999	94,5	194	778	773	680	246	97,5	45,0	31,2	29,2	32,5	49,9	29,2	254	778
2000	195	334	679	864	619	303	192	109	73,3	60,2	42,7	61,9	42,7	294	864
2001	170	287	527	819	275	278	177	80,3	52,5	39,2	40,8	52,6	39,2	233	819
2002	174	245	440	723	539	328	139	86,3	54,3	40,2	40,3	43,3	40,2	238	723
2003	54,3	230	614	876	576	240	129	64,5	46,1	35,0	40,2	42,9	35,0	246	876
2004	182	821	1.148	895	583	267	171	70,4	43,8	38,2	35,3	44,2	35,3	358	1.148
2005	75,1	183	415	622	456	180	81,5	41,5	31,4	27,4	26,4	59,6	26,4	183	622
2006	177	126	233	770	865	274	104	57,7	38,5	34,5	45,9	54,8	34,5	232	865

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Mínimo	Média	Máximo
2007	88,5	272	706	595	528	151	69,2	43,3	31,9	29,0	28,7	40,0	28,7	215	706
2008	88,7	247	390	1.038	555	233	100	52,4	42,5	31,6	31,6	63,5	31,6	239	1.038
2009	131	201	650	1.015	1.130	582	212	125	79,7	61,8	56,5	55,7	55,7	358	1.130
2010	116	218	147	396	407	139	89,3	51,0	37,6	33,2	50,7	74,0	33,2	147	407
2011	141	497	695	827	677	242	160	84,8	55,5	57,8	70,5	71,6	55,5	298	827
2012	122	197	316	365	183	100,0	69,2	41,6	33,0	31,2	31,0	84,2	31,0	131	365
Mínima	21,0	73,7	91,3	135	64,7	23,0	13,5	10,1	7,83	5,51	3,78	10,6	3,78		
Média	122	252	497	666	526	243	118	65,2	43,9	38,2	42,3	50,0		222	
Máxima	425	821	1.148	1.038	1.252	582	227	150	96,3	96,6	149	123			1.252

7.5. Parâmetros Estatísticos

Após o preenchimento de falhas e a geração da nova série de vazões, procedeu-se a análise da curva de permanência de vazões das estações e seus respectivos parâmetros estatísticos.

Com a ajuda do programa gerenciador de banco de dados hidrológicos Hidro 1.2, fornecido pela ANA, obtivemos valores de Q_{95} , Q_{90} e $Q_{7,10}$ para todas as estações fluviométricas.

As vazões Q_{95} e Q_{90} significam que em 95% e 90% a vazão é igual ou maior que o dado valor, a vazão $Q_{7,10}$ é calculada com a menor média das vazões de sete dias consecutivos em cada ano e em seguida procede-se uma análise estatística, Gumbel, Weibull e log-Normal, que permite interpolar ou extrapolar o valor para o tempo de recorrência de 10 anos.

Nas Figuras 60 a 63 podemos observar as curvas de permanência das estações e na Tabela 31 os parâmetros obtidos.

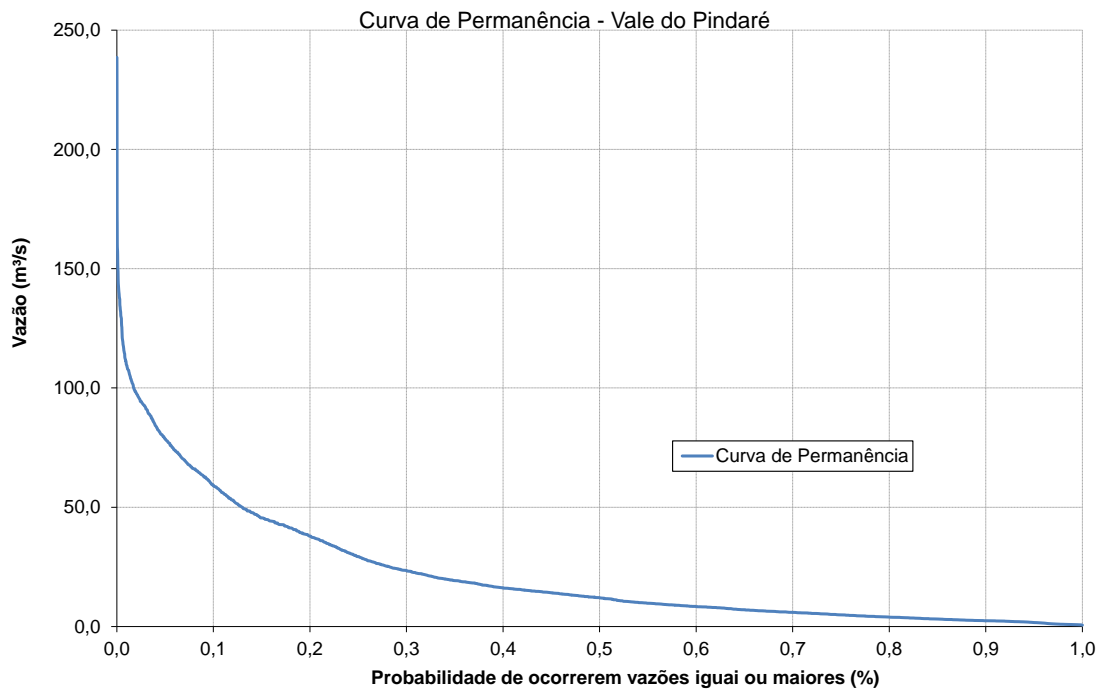


Figura 60 - Curva de Permanência em Vale do Pindaré

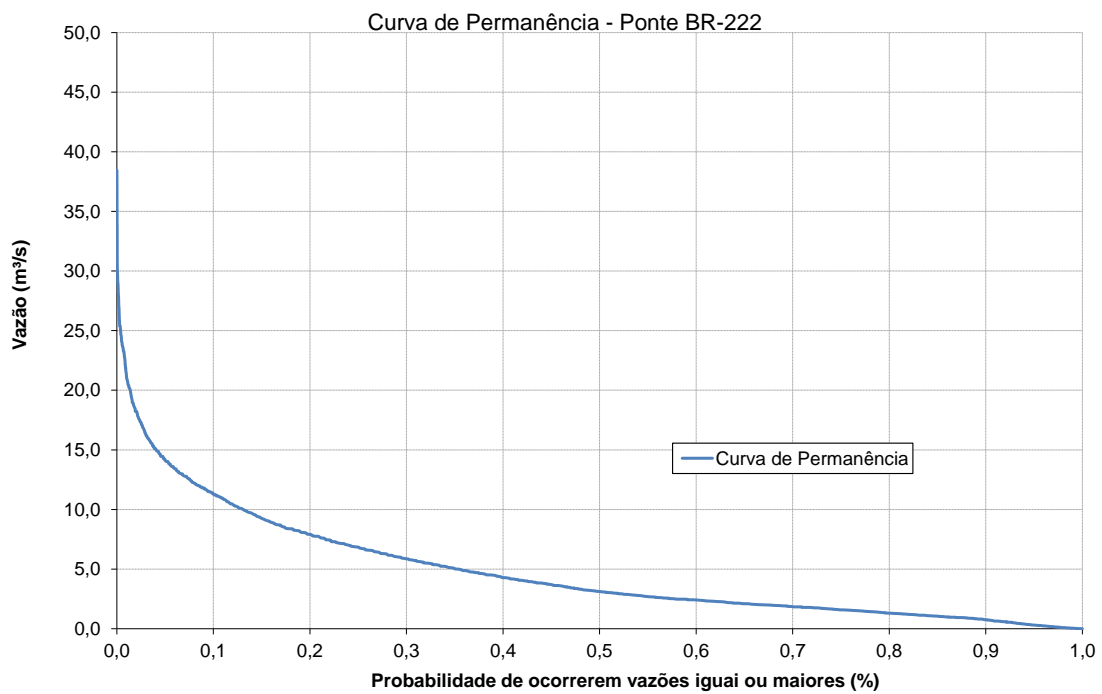


Figura 61 - Curva de Permanência em Ponte BR-222

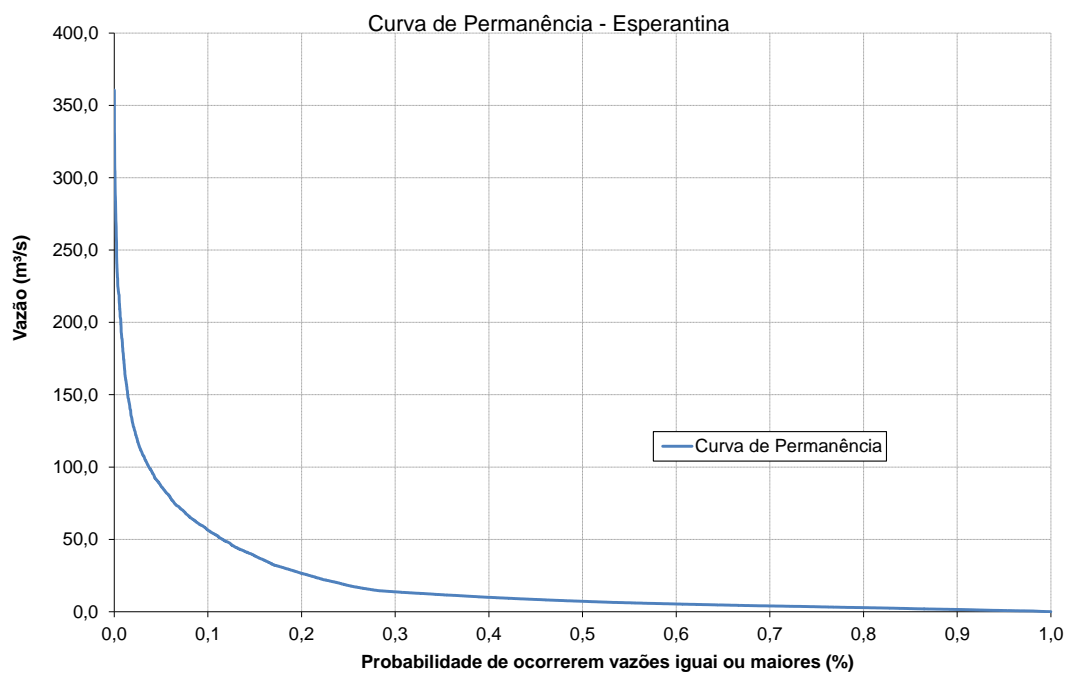


Figura 62 - Curva de Permanência em Esperantina

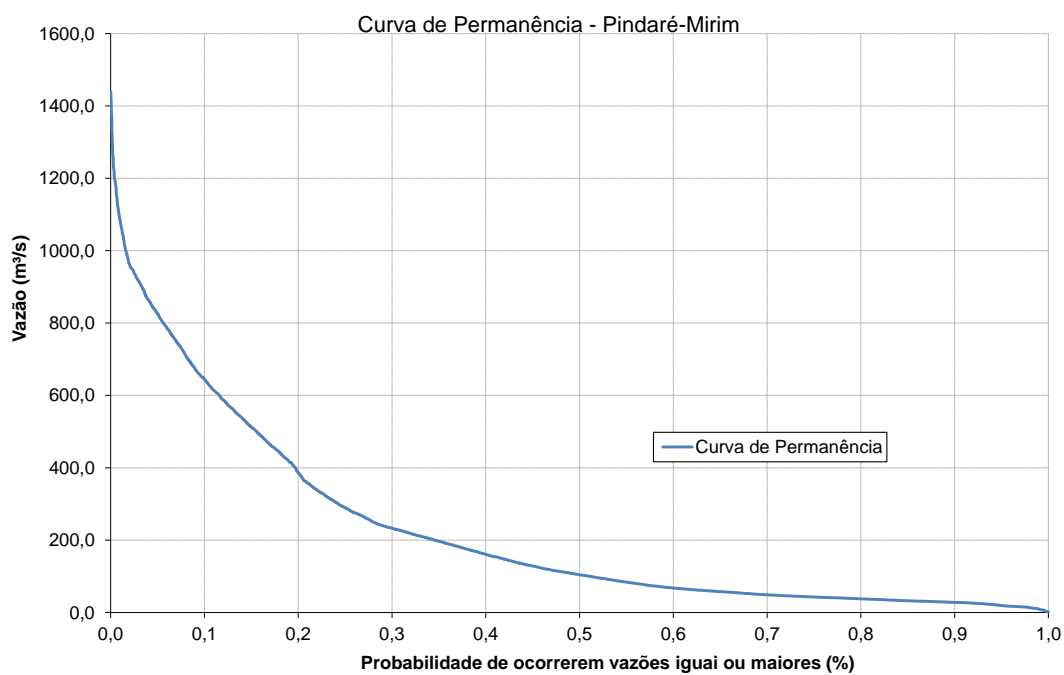


Figura 63 - Curva de Permanência em Pindaré-Mirim

Tabela 31 - Parâmetros Estatísticos

Postos	Área (km ²)	Q_{95} (m ³ /s)	Q_{90} (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	$Q_{méd}$ (m ³ /s)	$Q_{mín}$ (m ³ /s)
Vale do Pindaré	5480	1,92	2,64	1,03	21,60	0,70
Ponte BR-222	4750	0,32	0,77	0,21	4,84	0,00
Esperantina	5930	0,99	1,74	0,45	20,01	0,07
Pindaré Mirim	35400	20,00	29,30	14,20	222,00	3,78

8. CONCLUSÃO

Através deste trabalho foi possível a caracterização hidrológica e meteorológica da bacia do Rio Pindaré com base nos dados obtidos do postos pluviométricos, fluviométricos e da estação climatológica selecionados.

De forma geral, os resultados obtidos para caracterizar a bacia do rio Pindaré podem ser considerados consistentes, tendo em vista às informações disponibilizadas pelos órgãos competentes – ANA e INMET.

Para as análises climatológicas optou-se por basear nos parâmetros de apenas uma estação por ser a única inserida dentro da bacia em estudo mesmo levando em consideração sua grande área superficial, o que aumenta a possibilidade de divergências dentro da mesma bacia, com isso, apesar das deficiências associadas, considera-se válida a caracterização climática realizada.

Nos estudos de caracterização dos regimes pluviais e fluviais obtivemos uma boa quantidade de dados com uma extensão significativa para tais caracterizações.

Portanto, os estudos realizados neste trabalho podem servir como subsídios para a execução de projetos e novos estudos na área de recursos hídricos, como: disponibilidade hídrica de superfície, drenagem, irrigação e navegação.

Conclui-se ainda que mesmo com as dificuldades existentes, principalmente em relação à escassez de informações, isto não deve ser um fator limitante para o desenvolvimento de estudos hidrometeorológicos. Diversas metodologias, modelos e programas disponíveis nos permitem obter resultados, mesmo que aproximados das situações existentes e por isso podem subsidiar análises mais aprofundadas para a instalação de obras hidráulicas e determinação do uso múltiplo da bacia.

9. BIBLIOGRAFIA

PFAFSTETTER, Otto – Chuvas Intensas no Brasil. Rio de Janeiro. MVOP / DNOS. 1957

DNIT - Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem. 2005

INMET - Normais climatológicas. Rio de Janeiro, 1979.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. IBGE, 421p, 1989.

Notas de aulas de Hidrologia Geral 1 – Prof. Paulo Renato Junqueira Barbosa. Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente – DRHIMA, Escola Politécnica, UFRJ, 2013.

Notas de aulas de Hidrologia Geral 2 – Prof. Jorge Henrique Alves Prodanoff. Departamento de Recursos Hídricos e Meio Ambiente – DRHIMA, Escola Politécnica, UFRJ, 2013.

TUCCI, Carlos E.M. (Org.). Hidrologia. Ciências e aplicação. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993. 943p

PINTO, N. L. de S., HOLTZ, A. C.s T., MARTINS, J. A., GOMIDE, F. L. S. *Hidrologia Básica*. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 278p

PRODANOFF, J. H. A, ET AL. “PROGRAMA CAPES_NUFFIC – EDITAL No. 013/2013 PROJETO DE PESQUISA CONHECIMENTO INTEGRADO DE PESQUISA: SERVIÇOS DE ECOSSISTEMAS E ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO E MANEJO DA BIODIVERSIDADE E ECOSSISTEMAS, AMAZÔNIA DO MARANHÃO, BRASIL, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, BANCO DE DADOS HIDROWEB. <http://hidroweb.ana.gov.br/>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, PROGRAMA “HIDRO” VERSÃO 1.2. <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/redehidro.aspx>

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico - SIGEL <http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html>

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Normais Climatológicas do Brasil. <http://www.inmet.gov.br>