

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**DOMÍNIO DAS ÁGUAS NO TRECHO PERENIZADO DO RIO PIANCÓ PELOS
RESERVATÓRIOS COREMAS E MÃE D'ÁGUA: ESTUDO DE CASO**

MARIA DOLORS DE ANDRADE CARNEIRO NÓBREGA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Manoel Moseis Ferreira Queiroz

POMBAL - PB

2016

MARIA DOLORES DE ANDRADE CARNEIRO NÓBREGA

**DOMÍNIO DAS ÁGUAS NO TRECHO PERENIZADO DO RIO PIANCÓ PELOS
RESERVATÓRIOS COREMAS E MÃE D'ÁGUA: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão do Curso (Estudo de Caso) apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais com ênfase Hidrologia e Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Ciências e Tecnologia Agroindustriais

Linha de Pesquisa: Gestão e Tecnologia Ambiental

ORIENTADOR: Prof. Dr. Manoel Moseis Ferreira Queiroz

POMBAL – PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Sobrenome, Nome

Nome do trabalho nome do trabalho nome do trabalho nome do trabalho
nome do trabalho nome do trabalho– Cidade, ano.

Nº de páginas

Área de concentração: Lorem ipsum.

Orientador: Prof. Dr. Fulano de Tal.

Tese (DOUTORADO ou Mestrado) –Instituição com toda a hierarquia.

1. Palavra chave; 2. Palavra chave; 3. Palavra chave

MARIA DOLORES DE ANDRADE CARNEIRO NÓBREGA

**DOMÍNIO DAS ÁGUASPIANCÓ NO TRECHO PERENIZADO PELO AÇUDE
COREMAS MÃE D'ÁGUA : ESTUDO DE CASO**

Este Trabalho foi julgado visando à obtenção do grau de Pós-graduado “*Stricto Sensu*”, e aprovada na forma final pela Banca Examinadora designada pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologias Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande – PB, Campus Pombal/PB.

Aprovada em 3 de setembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz – Orientador
Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar

Prof^ª. Profa. Dr. Jussara Silva Dantas – Membro Interno
Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar

Prof^ª. Dr. Maria Edileuza Leite de Andrade- Membro Externo
Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar

*Ao meu marido Francinaldo, as minhas filhas
Ana Maria e Maria Clara e meu sobrinho
Gabriel pelo tempo que deixamos de estar
juntos...*

*Aos meus pais, Francisco e Aldenora e meu
irmão Junior: a eles todos os créditos...*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e da sabedoria, por todos os obstáculos superados durante o curso e pela perseverança na realização de mais um sonho em minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Manoel Moises F. de Queiroz, pela dedicação nas correções e orientações neste período de aprendizado.

Aos membros da banca examinadora, pelas ricas contribuições e melhoramentos dirigidos ao trabalho acadêmico.

A Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal/PB, pela oportunidade de dar continuidade a minha formação acadêmica.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho, e saibam que, toda a ajuda foi válida e toda sugestão teve o acolhimento merecido.

“Os sonhos não envelhecem... Vai em frente. Sorriso no rosto e firmeza nas decisões. Deus resolveu reformar o mundo, e escolheu o seu coração para iniciar a reforma. Isso prova que Ele ainda acredita em você. E se Ele ainda acredita, quem é você para duvidar...”.

Padre Fábio de Melo.

RESUMO

A Bacia Incremental do Rio Piancó está inserida na Bacia Hidrográfica do rio Piancó Piranhas Açú. Seu curso d'água principal, o rio Piancó, tem importância estratégica para o desenvolvimento regional pois é um manancial vital para o desenvolvimento de várias atividades socioeconômicas realizadas ao longo do seu curso. O trecho possui sistemas de adutora que abastece dezoito localidades. Este trabalho teve como objetivo apresentar e discutir o domínio das águas do rio Piancó, no trecho com a vazão regularizada até sua foz, partindo do estudo mais geral da bacia do rio Piancó, nos aspectos Fisiográficos, pedológico, capacidade de uso do solo, formas de uso e ocupação do solo e características e informações hidrológicas. De forma específica, sobre o trecho do rio regularizado, nos aspectos da dominialidade, disponibilidade e a qualidade da água decorrentes dos diversos usos, considerando a variabilidade climática ocorrida ao longo do tempo, com a consequente variação do volume armazenado no sistema de reservatórios e sua influência nas diferentes forma de uso da água ao longo do rio regularizado. Pode-se concluir que a qualidade de água com relação aos parâmetros analisados não houve alteração na temperatura no interior da bacia, Condutividade elétrica ocorrem um pequeno aumento nos seus valores, porém dentro da faixa preconizada pela legislação, Turbidez houve um leve aumento apenas nos período chuvoso mantendo-se dentro das faixa aceitável no restante do tempo, Oxigênio Dissolvido de modo geral ocorreu um pequeno aumento em período de estiagem ocasionado pela alevação no nível de altifização com intensa atividade de fotossíntese. Também foi possível concluir que o domínio das águas parte da bacia é de domínio estadual que tem como órgão gestor AESAA ocorrência de vazões máximas (cheias) está condicionada a vazão de sancria dos sistemas de reservatório, em menor proporção da formação de cheias na BHIRP associada a ocorrência de chuvas intensas na área da bacia. Entretanto a maior variação até 400 anos de período de recorrência com vazões cheias atingindo $900\text{m}^3/\text{s}$ As vazões mínimas estão condicionadas a vazão de regularização na maior parte do tempo principalmente no período de estiagem ficando as vazões de referência $Q_{7/10}$ e Q_{90} com valores de 1,087 e 3,689 respectivamente.

Palavras-chave: Bacia Incremental do Rio Piancó. Vazão. Bacia Hidrográfica. Domínio das Águas.

ABSTRACT

The Piencó River Incremental Basin is inserted in the Piencó Piranhas Açú River Basin. Its main watercourse, the Piencó River, has strategic importance for regional development since it is a vital source for the development of various socioeconomic activities carried out along its course. Its main watercourse, the Piencó River, has strategic importance for regional development since it is a vital source for the development of various socioeconomic activities carried out along its course. The section has systems of adductor that caters eighteen localities. The objective of this work was to present and discuss the domain of the Piencó river waters, in the section with the regularized flow up to its mouth, starting from the more general study of the Piencó river basin, in the Physiographic, pedological, Of soil use and occupation and hydrological characteristics and information. Specifically, on the part of the regularized river, in terms of the dominance, availability and quality of the water resulting from the various uses, considering the climatic variability occurred over time, with the consequent variation of the volume stored in the reservoir system and its Influence on the different forms of water use to the regularized river logo. It can be concluded that the water quality in relation to the analyzed parameters does not change the temperature inside the basin, Electrical conductivity occurs a small increase in its values, however within the range recommended by the legislation, Turbidity there was a slight increase only in the period Rainy season keeping within acceptable range for the rest of the time, Dissolved Oxygen in general occurred a small increase in drought period caused by the elevation in the level of altrophization with intense photosynthesis activity. It was also possible to conclude that the domain of the water part of the basin is of state domain that has as its managing organ AESAA occurrence of maximum flows (floods) is conditioned to the flow of sancria of the reservoir systems, to a lesser proportion of the flood formation in the associated BHIRP The occurrence of intense rains in the area of the basin. However, the greatest variation up to 400 years of recurrence period with full flow rates reaching 900m³ / s. The minimum flows are conditioned to the flow of regularization most of the time mainly in the dry season, leaving the flows of Reference $Q_7 / 10$ and Q_{90} with values of 1.087 and 3.689 respectively.

Key words: Piencó River. Incremental Basin. Flow. Hydrographic Basin. Water Domain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PIANCÓ PIRANHAS AÇÚ NA REGÃO HIDROGRÁFICA ATLANÂNTICO NORDESTE ORIENTAL	17
Figura 02 -	MAPA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ PIRANHAS-AÇÚ COM SEUS MUNICÍPIOS	18
Figura 03 -	MAPA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS CONSTITUINTES DA BACIA AÇÚ DO RIO PIANCÓ PIRANHAS- AÇÚ	19
Figura 04 -	MAPA DA BACIA DO RIO PIRANHAS-AÇÚ INSERIDA NO ESTADO DA PARAÍBA	20
Figura 05 -	SISTEMA DE RESERVATÓRIO COREMAS MÃE D'ÁGUA	21
Figura 06 -	HIDROGRAFIA E RELEVO DA BACIA DO RIO PIANCÓ	24
Figura 07 -	BACIA INCREMENTAL MOSTRANDO O DIVISOR DE ÁGUAS	24
Figura 08 -	IMAGEM DO RIO PIANCÓ NO TRECHO ENTRE O RESERVATÓRIO DE COREMAS ATÉ A SUA FOZ, NA CONFLUÊNCIA COM O RIO PIRANHAS	25
Figura 09 -	CURVA HIPSOMÉTRICA DA BACIA INCREMENTAL DO RIO PIANCÓ	28
Figura 10 -	CURVA DE DECLIVIDADE DA BACIA INCREMENTAL DO RIO PIANCÓ	30
Figura 11 -	SANGRADOURO DO SISTEMA DE RESERVATÓRIOS SOBRE O BARRAMENTO DE MÃE D'ÁGUA	31
Figura 12 a -	SISTEMA CUREMA/MÃE D'ÁGUA COM SEUS VOLUMES REVITALISADOS POR BATIMETRIA	33
Figura 12 b -	ESQUEMA DOS RESERVATÓRIOS CUREMA E MÃE D'ÁGUA COM SEUS VOLUMES REVISADOS POR BATIMETRIA	34
Figura 13 a -	ACOMPANHAMENTO DO VOLUME ACUMULADO DO COMPLEXO HÍDRICO COREMAS MÃE D'ÁGUA AO LONGO DO TEMPO	37

Figura 13 b -	ACOMPANHAMENTO DO VOLUME ACUMULADO DO COMPLEXO HÍDRICO COREMAS MÃE D'ÁGUA AO LONGO DO TEMPO	37
Figura 14 -	VARIAÇÃO DO VOLUME MENSAL ARMAZENADO NO RESERVATÓRIO COREMAS	38
Figura 15 -	BACIA HIDROGRÁFICA INCREMENTAL COM AS COMPONENTES DO SEU BALANÇO HIDRICO	40
Figura 16 -	ESQUEMA REPRESENTATIVO DO DOMÍNIO DAS ÁGUAS NO RIO PIANCÓ	41
Figura 17 -	INDICAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DA CHUVA E DA VAZÃO NA BHIRP	42
Figura 18 -	HIDROGRAMA DA VAZÃO DIÁRIA NA ESTAÇÃO DO SÍTIO PAU FERRADO EM 50 ANOS	44
Figura 19 -	VALORES DAS MÉDIAS E DESVIOS PADÕES DAS VAZÕES DIARIAS AO LONGO DO ANO	45
Figura 20 -	VALORES DAS MÉDIAS E DESVIOS PADRÕES DAS VAZÕES MENSAIS AO LONGO DO ANO	45
Figura 21 -	HIDROGRAMA DAS VAZÕES DIÁRIAS MÁXIMAS ANUAIS OBSERVADAS NA ESTAÇÃO DO SÍTIO PAU FERRADO ENTRE 1967 E 2016	46
Figura 22 -	AJUSTE DA DISTRIBUIÇÃO GEV AOS VALORES DE VAZÃO DIÁRIAS MÁXIMAS ANUAL	47
Figura 23 -	CHEIAS MÁXIMAS ESPERADAS PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNOS	47
Figura 24 -	HIDROGRAMA VAZÕES MÍNIMAS DIÁRIAS E DE VAZÕES MÍNIMAS DE MÉDIAS DE SETE DIAS CONSECUTIVOS OBSERVADAS NA ESTAÇÃO SÍTIO PAU FERRADO ENTRE 1967 E 2016	48
Figura 25 -	AJUSTE DE DISTRIBUIÇÃO GEV AOS VALORES DE VAZÕES MÍNIMAS ANUAIS DE MÉDIAS DE 7 DIAS	48
Figura 26 -	CURVA DE PERMANÊNCIA DA ESTAÇÃO PAU FERRA REFERENTE A 50 ANOS DE OBSERVAÇÃO	
Figura 27 -	VAZÕES REFERENTES AOS DIAS DE COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA NAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DE PAU	50

FERRADO E VASSOURAS

Figura 28 -	ISOIETAS DA PRECIPITAÇÃO ANUAL NA BACIA DO RIO PIANCÓ	51
Figura 29 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E DESVIO PADRÃO NA CIDADE DE COREMAS	51
Figura 30 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E DESVIO PADRÃO NA CIDADE DE POMBAL	52
Figura 31 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E DESVIO PADRÃO NA CIDADE DE CAJAZEIRINHAS	52
Figura 32 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL E DESVIO PADRÃO NA CIDADE DE SÃO BENTINHO	52
Figura 33 -	TEMPERATURA DO AR E DA ÁGUA	55
Figura 34 -	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	55
Figura 35 -	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO	58
Figura 36 -	VALORES DE TURBIDEZ	58
Figura 37 -	VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 -	QUANTITATIVO DE RESERVÁTORIOS (AÇUDES) IDENTIFICADOS NA BACIA, POR ÁREA OCUPADA PELOS ESPELHOS D'ÁGUA NA UPH PIANCÓ	22
Tabela 02 -	PARÂMETROS FISIAGRÁFICOS DA BACIA DO RIO PIANCÓ	26
Tabela 03 -	POSTOS FLUVIOMÉTRICOS NO RIO PIANCÓ	42
Tabela 04 -	CRITÉRIOS DE CONCESSÃO DE OUTORGA UTILIZADOS POR ALGUNS ESTADOS BRASILEIROS	61
Tabela 05 -	VOLUME MÉDIO RETIRADO PELOS USOS OUTORGADOS	61

LISTA DE ABREVIATURAS

ADESE	AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SERIDÓ
AESA	AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA
ANA	AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
BHIRB	BACIA HIDROLÓGICA INCREMENTAL DO RIO PIACÓ
CAGEPA	CAMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DA PARAÍBA
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
CPRM	SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
DNOCS	DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA SECA
GEV	PROBABILIDADE DE VALORES EXTREMOS GENERALIZADOS
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
INMET	INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
SEMARH	SECRETARIA EXTRAORDINÁRIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA
SFI	SUPERINTENDÊNCIAS DE FISCALIZAÇÃO
SGH	SUPERINTENDÊNCIAS DE GESTÃO DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA
SRE	SUPERINTENDÊNCIAS DE REGULAÇÃO
SUM	SUPERINTENDÊNCIAS DE USOS MÚLTIPLOS
URP	UNIDADE PIRANHAS-AÇU

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Piancó	19
3 BACIA INCREMENTAL DO RIO PIANCÓ NO SEU TRECHO PERENIZADO	25
3.1 Aspectos Fisiográficos	25
3.1.1 Cobertura Vegetal	27
3.1.2 Curva Hipsométrica	27
3.1.3 Declividade da Bacia Incremental do Rio Piancó	29
3.2 Sistema de Reservatórios Curemas/Mãe D'Água	31
3.2.1 Volume de Armazenamento de Curemas/Mãe D'Água	36
4 SISTEMA HIDROLÓGICO BACIA INCREMENTAL DO RIO PIANCÓ	39
4.1 Domínio das Águas	40
4.2 Regime Hidrológico da BACIA INCREMENTAL DO RIO PIANCÓ	41
5 QUALIDADE DA ÁGUA	53
5.1 Parâmetros Físico-Químicos	53
5.1.1 Temperatura do ar e da água	53
5.1.2 Condutividade Elétrica	54
5.1.3 Potencial de Hidrogeniônico (pH)	56
5.1.4 Turbidez	56
5.1.4 Oxigênio Dissolvido	57
6 OUTORGA	60
7 USOS DA ÁGUA	62
8 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

O progressivo desenvolvimento da sociedade e de suas atividades demanda um crescimento no consumo de água, impactando as fontes de abastecimento. O censo de 2010 mostrou que 84% da população do Brasil vivem em áreas urbanas causando uma crescente produção de esgotos domésticos e de consumo de água (IBGE, 2010).

No semiárido brasileiro o panorama sobre recursos hídricos revela grandes incertezas quanto ao uso da água e sua disponibilidade de oferta em quantidade e qualidade adequada aos usos a que se pretende destiná-la. Atualmente, as condições de disponibilidade e consumo mostram que há deficiência de recursos hídricos em boa parte do país, notadamente no semiárido nordestino (SOUSA et al., 2014).

Sob este cenário encontra-se a Bacia Hidrográfica do Rio Piancó, no semiárido Paraibano, que está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó Piranhas-Açu. Esta é uma bacia federal no semiárido nordestino e é a maior da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, com área total de 43.683 km². Seu território está totalmente inserido Semiárido e se divide entre os estados da Paraíba (60%) e do Rio Grande do Norte (40%). A citada bacia composta pela as sub bacias: Piancó, Alto Piranhas, Peixe, médio Piranha, Espinhara, Seridó e baixo Piranhas, foi dividida, em seu Plano de Recursos Hídricos, em onze Unidades de Planejamento Hidrológico (UPH), das quais uma corresponde ao península 45 municípios no estado do Rio Grande do Norte e 102 no estado da Paraíba, com uma população total de 1.363.802 habitantes, da qual 67% está no estado da Paraíba (AESAs, 2015).

A bacia hidrográfica do rio Piancó mantém sua capacidade hídrica através do armazenamento de 1.846.126.108 m³, por meio de 27 importantes reservatórios. Entre estes está o sistema Curema-Mãe D'Água como sendo o principal, com capacidade de armazenamento de 1,350 bilhões de m³, é responsável pela regularização (perenização) da vazão do rio Piancó Piranhas Açu no trecho entre os reservatórios Curema – Mãe d`água, na Paraíba, e Armando Ribeiro Gonçalves, no estado do Rio Grande do Norte (AESAs, 2015).

Os barramentos efetuados nos rios Piancó e Aguiar para construção dos respectivos reservatórios Coremas e Mãe d`água impuseram na bacia do rio Piancó a sua divisão em dois sistemas diferenciados sobre os aspectos hidrológicos hidráulicos, um correspondente a área de drenagem do sistema Curema-Mãe D`água, a montante dos barramentos, e outra imediatamente a jusante dos mesmos indo até a foz do rio Piancó na sua confluência com o rio Piranhas, aqui denominada de bacia incremental do rio Piancó no seu trecho perenizado.

As alterações no regime hidrológico da bacia de drenagem do sistema Coremas-Mãe d'água decorrentes da forte influência das condições climáticas do semiárido, notadamente, no curto período chuvoso que ocorre anualmente, com variações de vazões, da qualidade da água e da quantidade de sedimentos resultantes do escoamento dos volumes de água superficiais, associadas às formas de uso do solo, às características fisiográficas e geológicas da bacia e ao tipo da cobertura vegetal predominante da caatinga, são absorvidas pelos citados reservatórios. Enquanto que na bacia incremental o regime de vazões no rio Piancó é decorrente das vazões efluentes do vertedouro na barragem de Mãe d'água; da tomada de água no açude Coremas, usada na geração de energia e regularização desse trecho do rio; e das vazões decorrentes da precipitação na área de drenagem da bacia incremental, considerando suas condições fisiográficas e hidrológicas sob as mesmas condições climáticas da outra parte da bacia.

Além disso, devido às características geológicas da citada bacia, a mesma têm limitações de produção de água, ficando os seus cursos com caráter intermitentes, onde as vazões ocorridas no período chuvoso são resultados praticamente do escoamento superficial, em que sua qualidade fica comprometida pelo aporte de sedimentos e agroquímicos. Já no período de estiagem a vazão regularizada pelos reservatórios Coremas-Mãe d'água tem sua qualidade comprometida pelo aporte de águas servidas de uso doméstico e agrícola.

Assim, as águas do trecho regularizado e praticamente todo seu ecossistema aquático estão submetidas à qualidade da água das vazões efluentes do sistema Coremas-Mãe d'água e de uma série de impactos provenientes das atividades humanas na própria bacia hidrográfica incremental e dos seus diversos usos da água; associadas às drenagens urbanas e rurais, bem como ao escoamento de efluentes que modificam as características físicas, químicas e biológicas de suas águas, produzindo alterações que as tornam impróprias para o consumo humano e para outros usos - agropecuário, industrial, preservação da vida aquática e recreação.

Contudo, o trecho perenizado do rio Piancó é responsável pelo abastecimento urbano e rural, e garante a sustentabilidade hídrica das atividades agropecuárias e agroindustriais desta região, além da manutenção da vazão mínima que deve chegar ao Rio Grande do Norte. Três sistemas de captação e adução da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) possibilitam o abastecimento público de 17 municípios.

Portanto este trabalho teve como objetivo apresentar e discutir o domínio das águas do rio Piancó, no trecho com a vazão regularizada até sua foz, partindo da caracterização mais geral da bacia do rio Piancó Piranhas Açu, em relação ao Plano de Recursos Hídricos dessa

bacia, estabelecida pela Agencia Nacional das Água em 2016. De forma específica, sobre a bacia hidrográfica incremental do trecho do rio Piancó regularizado, nos aspectos da dominialidade, disponibilidade e da qualidade da água decorrentes dos diversos usos, considerando a variabilidade climática ocorrida ao longo do tempo, com a consequente variação do volume armazenado no sistema de reservatórios e sua influência nas diferentes formas de uso da água ao longo do rio regularizado, nos últimos 15 anos.

2. CARACTERIZAÇÃO DA AREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Rio Piancó está localizada na Bacia hidrográfica do rio Piancó Piranhas Açú que se insere na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (Figura 1). Essa região hidrográfica com área de 286.802 km², equivalente a 3,4% do território brasileiro, tem a quase totalidade de sua área no semiárido nordestino, caracterizado por baixa pluviosidade e alta evapotranspiração, apresentando frequentemente prolongadas estiagens, por vezes críticas. Segundo dados do INMET (2007), a precipitação média anual na região Atlântico Nordeste Oriental é de 1.052 mm, abaixo da média do país que é de 1.761 mm. Apresenta uma vazão média de 774 m³/s, correspondendo a 0,4% da vazão média no país. A sua disponibilidade hídrica, levando-se em conta a vazão regularizada pelos reservatórios da região, é de 91,5 m³/s (0,1% da média nacional). A vazão específica na região é de apenas 2,7 L/s/km², bem baixa quando comparada com a média brasileira de 20,9 L/s/km², caracterizando assim a região do semiárido.



Figura 1- Localização da Bacia do Rio Piancó Piranhas Açú na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (ANA, 2007).

A Bacia Hidrográfica do rio Piancó Piranhas Açú é a maior unidade hidrográfica da Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental com 15% de sua área, que corresponde a uma área de drenagem de 43.681,50 Km² totalmente inserida no semiárido nordestino. Localiza-se entre as latitudes -5025'17'' e -7052'14'' e entre as longitudes -3608'4.6'' e -38047'32.6'' (Figura 02), abrangendo parte dos estados do Rio Grande do Norte (40%) e Paraíba (60%).

A bacia apresenta precipitações médias variando entre 400 e 800 mm anuais concentradas entre os meses de fevereiro e maio. A concentração das chuvas em poucos meses do ano, conjugada a geomorfologia da região, caracterizada por solos rasos formados sobre um substrato cristalino, com baixa capacidade de armazenamento, é responsável pelo caráter intermitente dos rios da região. Além disso, o padrão de precipitação tende a apresentar uma forte variabilidade inter anual, ocasionando a alternância entre anos de chuvas regulares e anos de acentuada escassez hídrica, levando à ocorrência de secas hídricas. Por outro lado as taxas de evapotranspiração são bastante elevadas, podendo chegar a mais de 2000 mm/ano, o que ocasiona um déficit hídrico significativo e se constitui em fator chave a ser considerado na operação dos reservatórios da região..

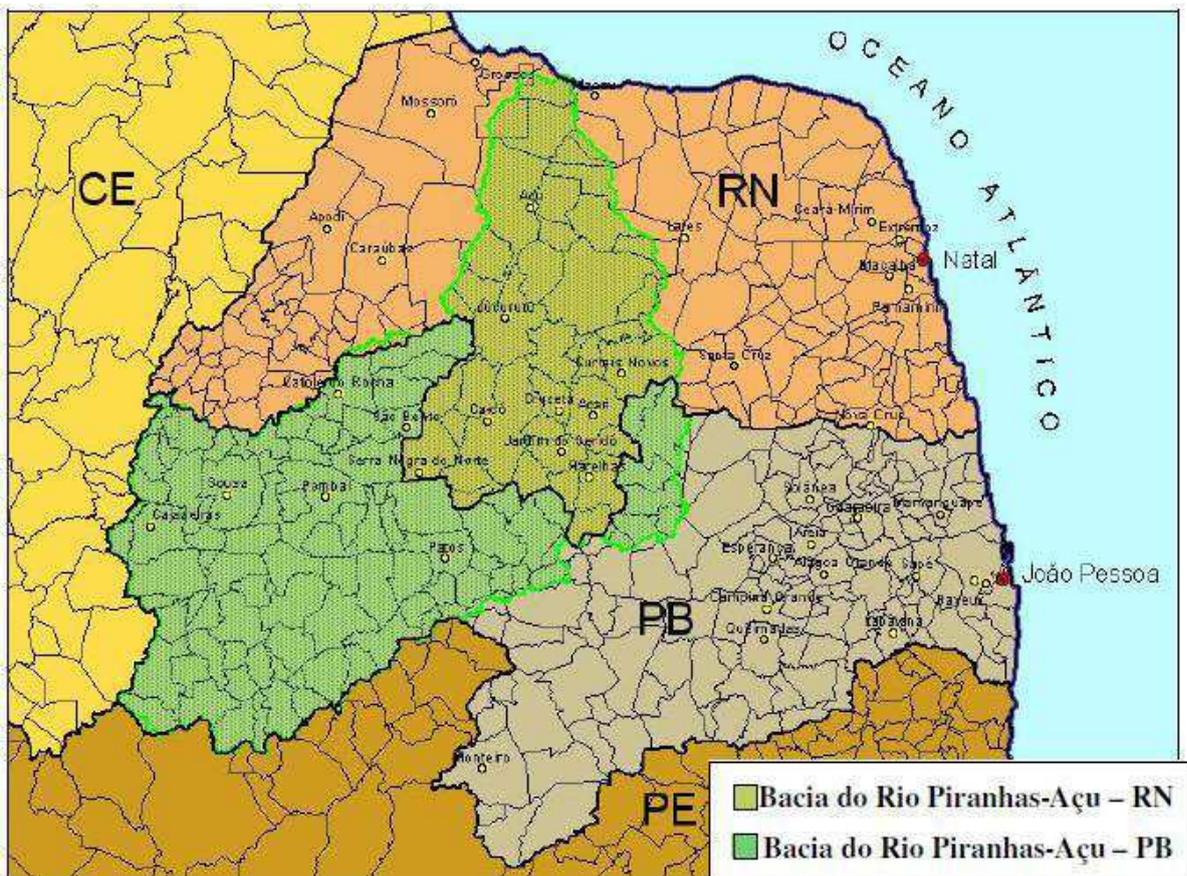


Figura 02 - Mapa da Bacia do Rio Piranhas-Açú com seus municípios (MOURA, 2007).

2.1 Bacia Hidrográfica do Rio Piancó

A Bacia do Rio Piancó compõe-se juntamente com as bacias dos rios: Peixe, Alto Piranhas, Médio Piranhas, Espinharas, Seridó e Baixo Piranhas a Bacia do Rio Piancó Piranhas Açú, uma bacia federal, inserida na região semiárida do Nordeste (Figura 3).

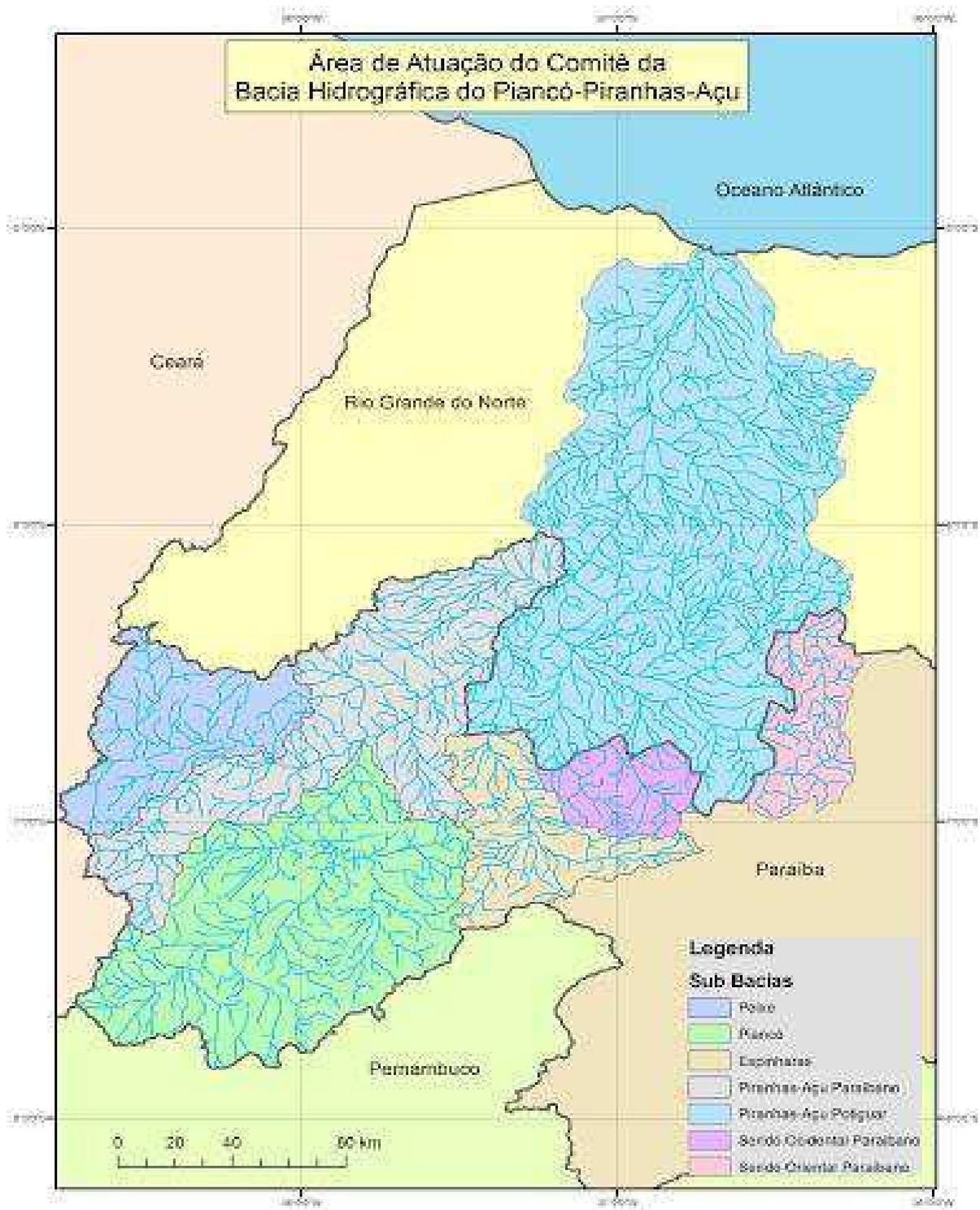


Figura 3 - Mapa das bacia hidrográficas constituintes da bacia do Rio Piancó Piranhas Açú (PIRES et al., 2016)

A Bacia do Rio Piancó está localizada no Sudoeste do estado da Paraíba, entre as latitudes 6° 43' 51'' e 7° 58' 15'' Sul e entre as longitudes 37° 27' 41'' e 38° 42' 49'' Oeste. Limita-se com as Bacias do Alto e Médio Piranhas ao norte, com o Estado de Pernambuco ao sul, com a Bacia do Rio Espinharas a leste e com o Estado do Ceará a oeste. O rio Piancó nasce na Serra do Umbuzeiro, próximo do ponto tríplice entre os estados da Paraíba, Pernambuco e Ceará, no município de Santa Inês, indo até sua exutória, no rio Piranhas, no município de Pombal, nas proximidades da ponte na BR 230 sobre o citado rio. A localização da bacia do Rio Piancó Piranhas- Açú no estado da Paraíba é exibida na Figura 4, onde está evidenciado a localização da Bacia do Rio Piancó, Alto Piranhas e Rio do Peixe, totalmente inseridas no referido estado.

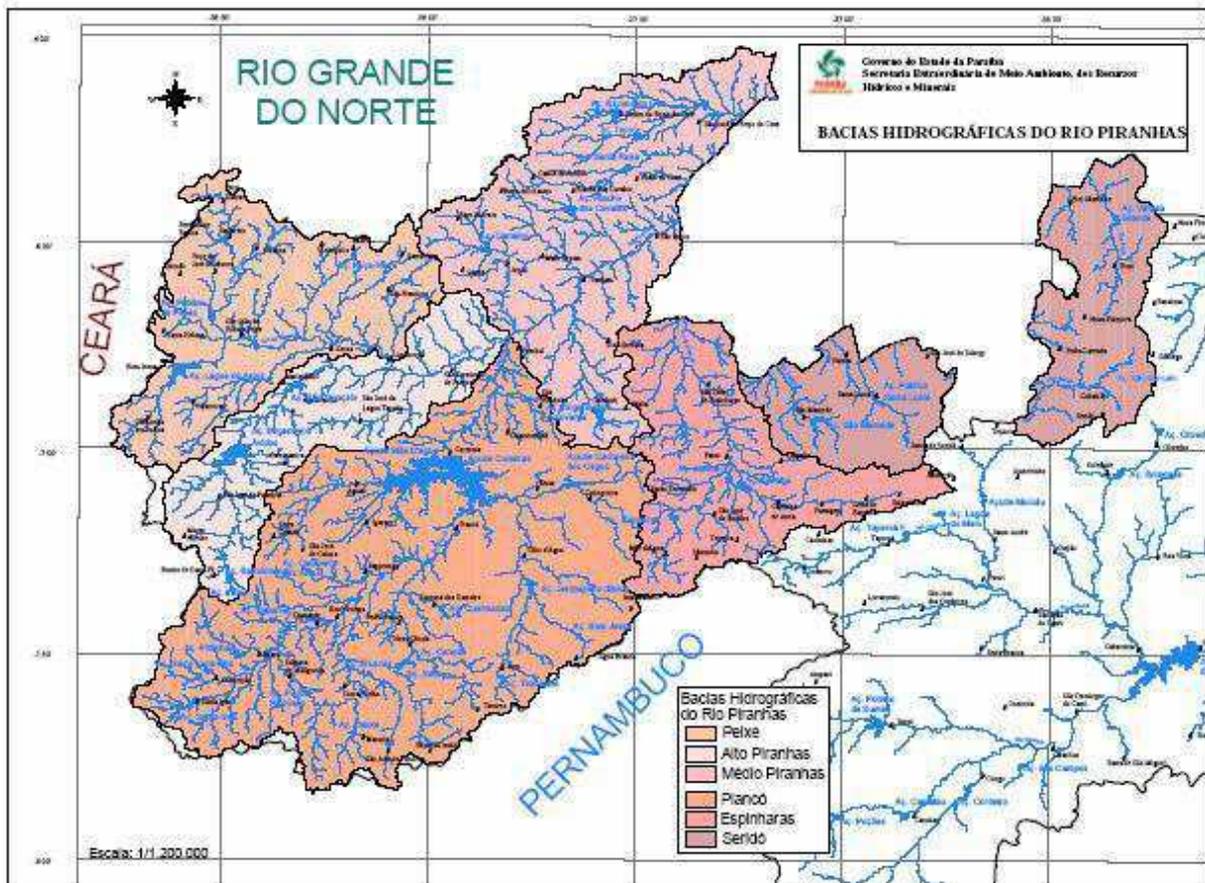


Figura 04 - Mapa da Bacia do Rio Piranhas-Açú inserida no Estado da Paraíba (ANA, 2016)

A bacia hidrográfica do Rio Piancó é uma das mais importantes do estado da Paraíba por conter a maior reserva hídrica do estado, com 1648 hm³, da qual, 1159,645 hm³ correspondem ao Sistema Curema-Mãe d'Água, e estar localizada na região semiárida. Além de ser manancial de importantes demandas hídricas nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.

O rio Piancó é um rio intermitente em condições naturais. Sua perenização ocorre com a regularização da vazão através de um sistema interligado dos reservatórios Curema e Mãe d'Água, quando atingem os volumes 280,416 e 232,562 hm³, respectivamente, com nível de água na cota 237,00 m, torna-se um único reservatório. Em situações de armazenamento com nível d'água abaixo da cota citada, via de regra, apenas o reservatório Curema mantém a regularização do rio.

O sistema de reservatórios Coremas-Mãe D'Água (Figura 05), construídos pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), possui, atualmente, capacidade de armazenamento de 1.159,645 hm³, Capacidade de acumulação revista, de acordo com os resultados do levantamento batimétrico realizado em 2013 (vide Nota Técnica Conjunta n° 02/2014/SRE/SUM-ANA). Este sistema garante o abastecimento urbano e rural de várias localidades, pereniza o rio Piancó, possibilitando o desenvolvimento agrícola desta região, além de perenizar 160 Km no trecho do rio Piranhas até o lago da barragem Armando Ribeiro Gonçalves-RN. Desta forma os reservatórios exercem um efeito regularizador das vazões naturais ao acumular parte das águas disponíveis nos períodos chuvosos de forma a atenuar eventuais deficiências nos períodos de estiagem, promovendo uma regularização no tempo.

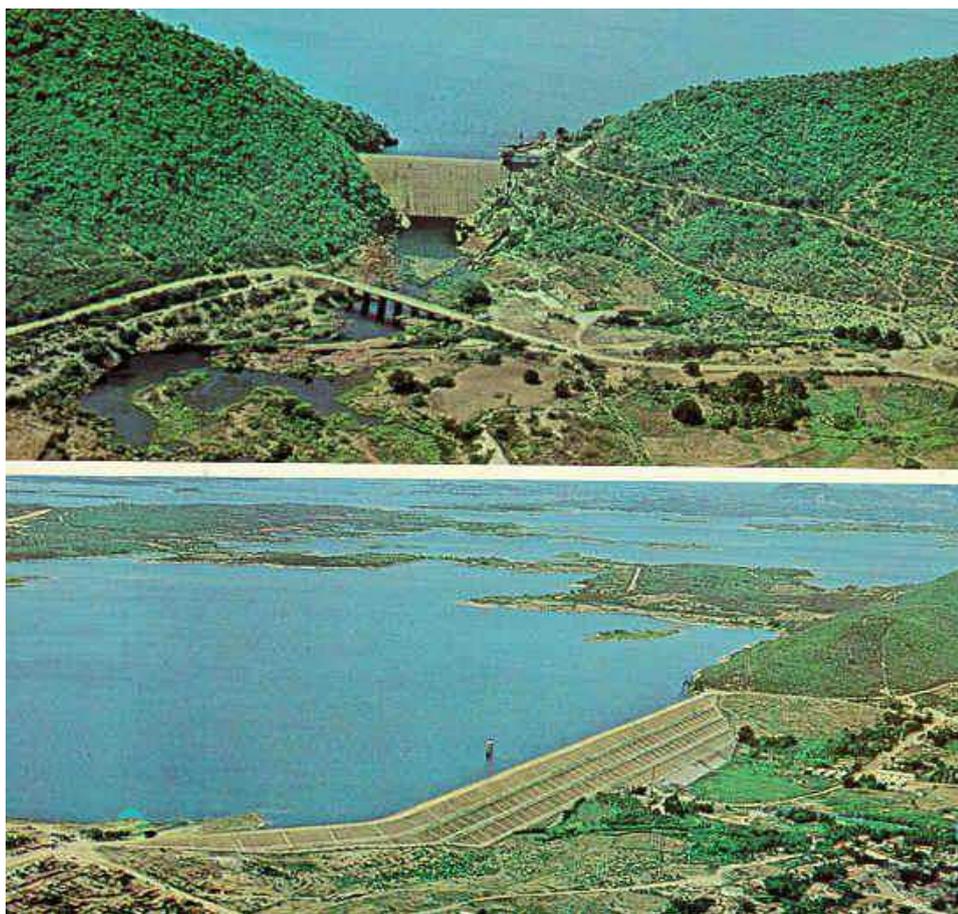


Figura 05 - O sistema de reservatórios Coremas-Mãe D'Água (ANA, 2016)

Na bacia do Piancó Piranhas Açu, o principal curso d'água da bacia é formado pelo rio Piancó, desde a sua nascente, no município de Santa Inês/PB, até a confluência com o rio Piranhas; pelo rio Piranhas, até o reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, entre os municípios de São Rafael/RN e Assú/RN; e pelo rio Açu, até a foz, na cidade de Macau/RN5 (ANA, 2016).

Na formulação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, a bacia foi subdividida em 11 unidades de planejamento hidrológico (UPH), considerando como critérios: hidrografia, presença de reservatórios de grande porte e unidades de gestão adotadas pelos Estados. Porquanto, com base nesses critérios, a Bacia do Rio Piancó foi assumida como unidade de planejamento hidrológico (Figura 06), apresentando 9207 km² de área (21% de toda bacia), 41 municípios e 30 sedes. Além disso, o quantitativo de reservatórios e o valor total de área ocupada pela água acumulada nos açudes (área do espelho d'água) como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 01 - Quantitativo de reservatórios (açudes) identificados na bacia, por área ocupada pelos espelhos d'água na UPH Piancó

UPH	Nº de Açudes por Área – em ha				Total
	5 - 10	10 - 20	20 – 50	➤ 50	
Piancó	49	11	23	24	107

A caracterização dos corpos hídricos superficiais considerou como estratégicos 51 açudes com capacidade individual de acumulação superior a 10 hm³. O armazenamento de água para atendimento dos diversos usos é assegurado por esses reservatórios de maior porte. Na UPH Piancó o Reservatório estratégico é o sistema Curema/Mãe d'água, Código PB-001, no município de Coremas-PB, com capacidade máxima de 1159,00 hm³. No trecho do rio a jusante desse açude, que tem sua vazão regularizada pelos reservatórios estratégicos Curema e Mãe d'água, desenvolvem diversos usos da água, com destaque para o abastecimento humano (urbano e rural) e a irrigação.

Os barramentos efetuados nos rios Piancó e Aguiar para construção dos respectivos reservatórios Coremas e Mãe d'água impuseram na bacia do rio Piancó a sua divisão em dois sistemas diferenciados sobre os aspectos hidrológicos hidráulicos, um correspondente a área de drenagem do sistema Curema – Mãe D'água, a montante dos barramentos, e outra imediatamente a jusante dos mesmos indo até a foz do rio Piancó na sua confluência com o

rio Piranhas, aqui denominada de bacia incremental do rio Piancó no seu trecho perenizado (Figuras 06 e 07).

As alterações no regime hidrológico da bacia de drenagem do sistema Coremas-Mãe d'água decorrentes da forte influência das condições climáticas do semiárido, notadamente, no curto período chuvoso que ocorre anualmente, com variações de vazões, da qualidade da água e da quantidade de sedimentos resultantes do escoamento dos volumes de água superficiais, associadas às formas de uso do solo, às características fisiográficas e geológicas da bacia e ao tipo da cobertura vegetal predominante da caatinga, são absorvidas pelos citados reservatórios. Enquanto que na bacia incremental o regime de vazões no rio Piancó é decorrente das vazões efluentes do vertedouro na barragem de Mãe d'água; da tomada de água no açude Coremas, usada na geração de energia e regularização desse trecho do rio; e das vazões decorrentes da precipitação na área de drenagem da bacia incremental, considerando suas condições fisiográficas e hidrológicas sob as mesmas condições climáticas da outra parte da bacia..

Lima et al. (2005) criticou o não envolvimento da parte à montante do Reservatório Coremas-Mãe D'água na elaboração do Marco Regulatório, visto que as intervenções possíveis a montante desse sistema, tais como: conclusão ou construção de reservatórios, implantação de perímetros irrigados e a operação dos 24 reservatórios de montante interferirão na sua disponibilidade hídrica e, conseqüentemente, no atendimento às demandas de jusante. O estudo mostrou que é inadequada a utilização da vazão regularizável com garantia de 100% como parâmetro de planejamento de uso dos recursos hídricos deste sistema, e que o mesmo se encontra no limite de uso da sua capacidade hídrica nas condições atuais de demanda.

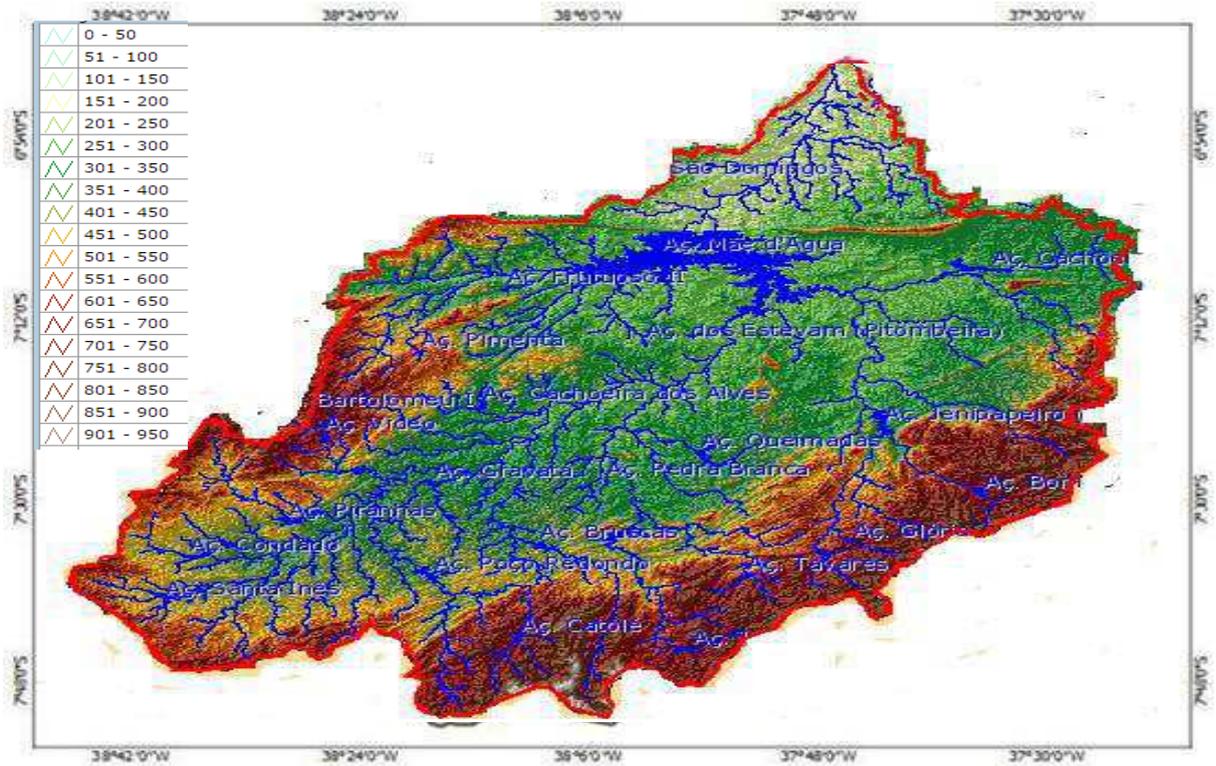


Figura 06 - Hidrografia e relevo da bacia do rio Piancó (AESA, 2016)

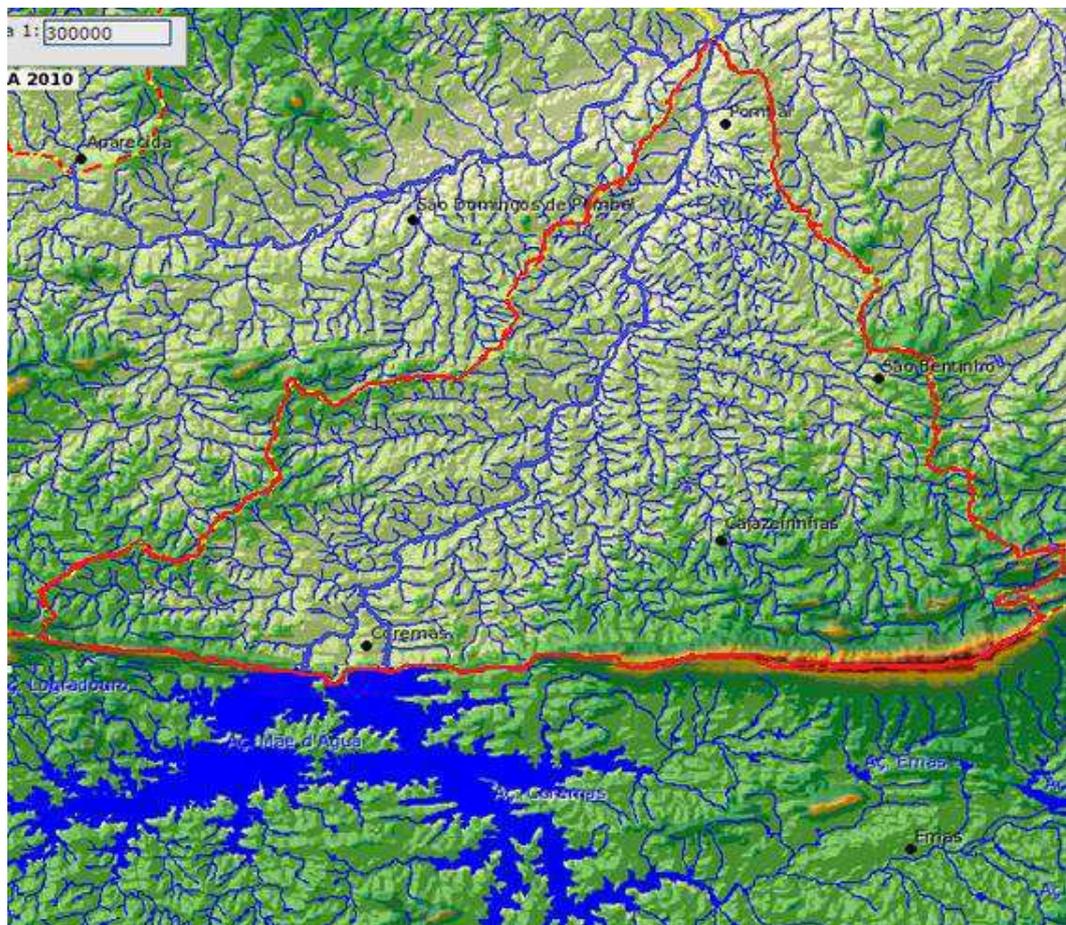


Figura 07 - Bacia Incremental mostrando o divisor de águas (AESA, 2016)

3 BACIA INCREMENTAL DO RIO PIANCÓ NO SEU TRECHO PERENIZADO

Uma bacia hidrográfica corresponde a uma unidade natural, ou seja, uma determinada área na superfície terrestre, cujos limites são criados naturalmente pelo próprio escoamento das águas ao longo do tempo. Para a determinação de suas propriedades, os tributários de um rio, bem como seu leito, são de fundamental importância. Normalmente, sistemas como um riacho ou um córrego apresentam variações químicas e físicas na água do trecho regularizado do Rio Piancó, entretanto, à medida que seu canal se expande, aumentando o volume de água, a influência de outros cursos confluentes diminui, tornando-se mais estável. Assim, um correto estudo das características fisiográficas da bacia hidrográfica, bem como seu uso e ocupação, torna-se importante fator para a avaliação da degradação ambiental e, por conseguinte da degradação da qualidade da água, que ela possa estar sofrendo ou mesmo contribuindo para a degradação ambiental de outras bacias (LIMA, 2012).

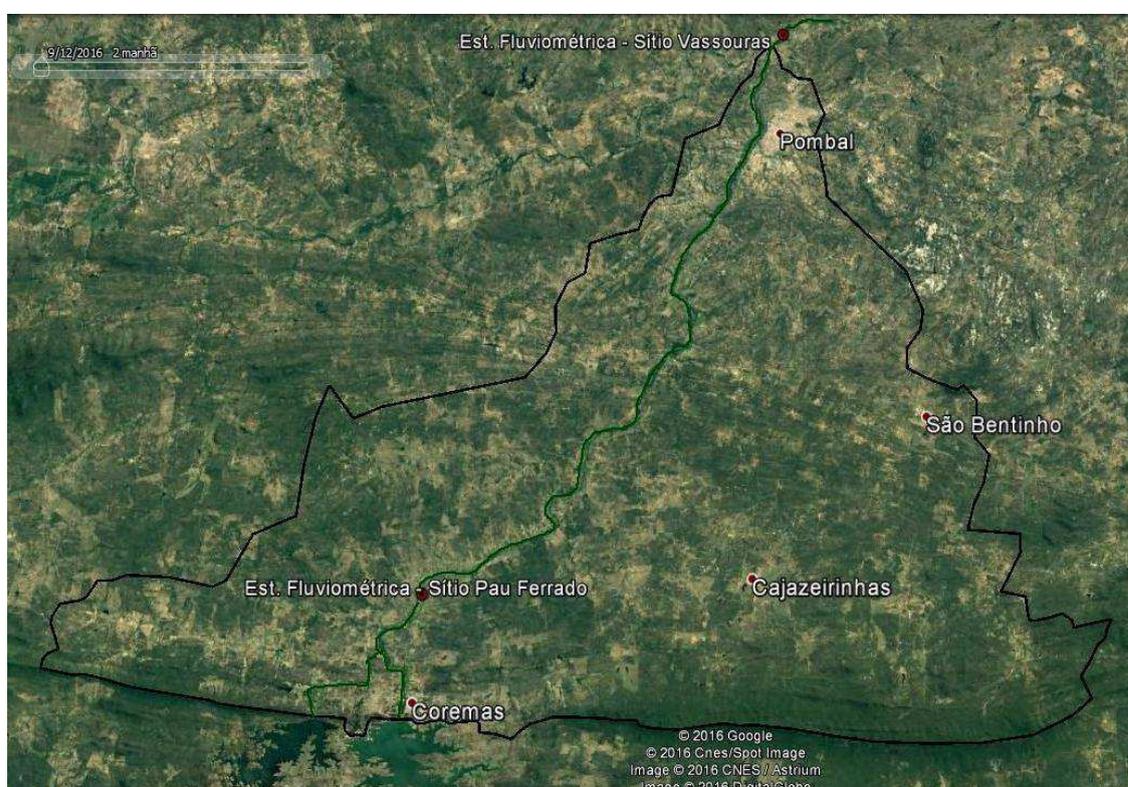


Figura 08 - Imagem do Rio Piancó no trecho entre o reservatório de Coremas até sua foz, na confluência com o rio Piranhas (ANA, 2016)

3.1. Aspectos Fisiográficos

O estabelecimento das características físicas e funcionais da bacia hidrográfica tem a finalidade de proporcionar o conhecimento dos diversos fatores que intervêm no regime

hidrológico e na natureza das descargas do rio, em respostas aos eventos de precipitações. A importância desse conhecimento reside no fato de que através da avaliação dos parâmetros que condicionam essa vazão podem-se fazer comparações entre bacias, permitindo-se conhecer melhor os fenômenos passados e fazer extrapolações. Desse modo, o aproveitamento dos recursos hídricos pode ser feito de maneira mais racional com melhores direcionamentos ao atendimento das demandas com base nos usos múltiplos, trazendo benefícios à sociedade em geral.

Os reservatórios de Coremas Mãe d'Água são responsáveis pela regularização da vazão do rio Piancó em Período em que não há ocorrência de Chuva. Já no período chuvoso o rio possui como afluentes pequenos riachos temporários: Riacho Sem Nome, Riacho Madruga, Riacho do Meio, Riacho Miguel e Riacho de Boi. Portanto a contribuição lateral para o Rio Piancó, no trecho da Bacia Incremental é mínima.

As principais características fisiográficas da Bacia Incremental no trecho perenizado do rio Piancó estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros Fisiográficos da bacia do rio Piancó

Características Físicas	Valores dos Parâmetros
Perímetro da Bacia – km	154
Área da Bacia – km ²	771
Comprimento da Bacia – km	32,5
Comprimento axial da Bacia – km	41,94
Comprimento do Rio Principal – km	42,49
Largura média da Bacia – km	20,72
Fator de Forma	0,74
Índice de Compacidade	1,55
Índice de Conformação	23,84
Altitude média – m	350
Declividade média – m/m	0,0075
Declividades do curso principal – m/m	0,001
Ordem do rio Principal	4
Densidade de drenagem	0,06

3.1.1. Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal predominante na Bacia é a caatinga do tipo xerofítica. Esta é caracterizada pela presença de cactáceas, arbustos e árvores de pequeno a médio porte. O processo de destruição da vegetação do semiárido está diretamente relacionado à ação do homem através das atividades agrícolas, pastagem e outros tipos de uso e como consequência dessas ações a maior parte da vegetação se encontra bastante danificada, elevando o nível de degradação. Além da perda de biodiversidade, a remoção da vegetação sem critérios de manejo, expõe o solo à ação erosiva das chuvas provocando o transporte de sedimentos para os corpos hídricos. Segundo Lourenço (2012), na bacia hidrográfica do rio Piancó encontra-se uma vegetação natural, do bioma Caatinga, e, caso a mesma não seja explorada de forma racional, podem ser desencadeados processos de assoreamento de rios e reservatórios (CBHRPPA, 2014).

3.1.2. Curva Hipsométrica

A curva hipsométrica é a representação onde caracteriza o relevo da bacia, através da relação entre as altitudes e as áreas contidas acima de sua altitude. As áreas da curva hipsométrica de um modo geral são expressas através dos percentuais da área total da bacia.

A forma da curva hipsométrica dá uma ideia geral do relevo da bacia, onde acentua uma forte inclinação no início da curva, no qual surge uma planície, enquanto um suave declive no princípio e na zona intermediária do relevo, aumentando bruscamente no final representando um planalto com vale encaixado. A curva hipsométrica pode definir também a altitude mediana e altitude média da bacia do rio (Figura 09).

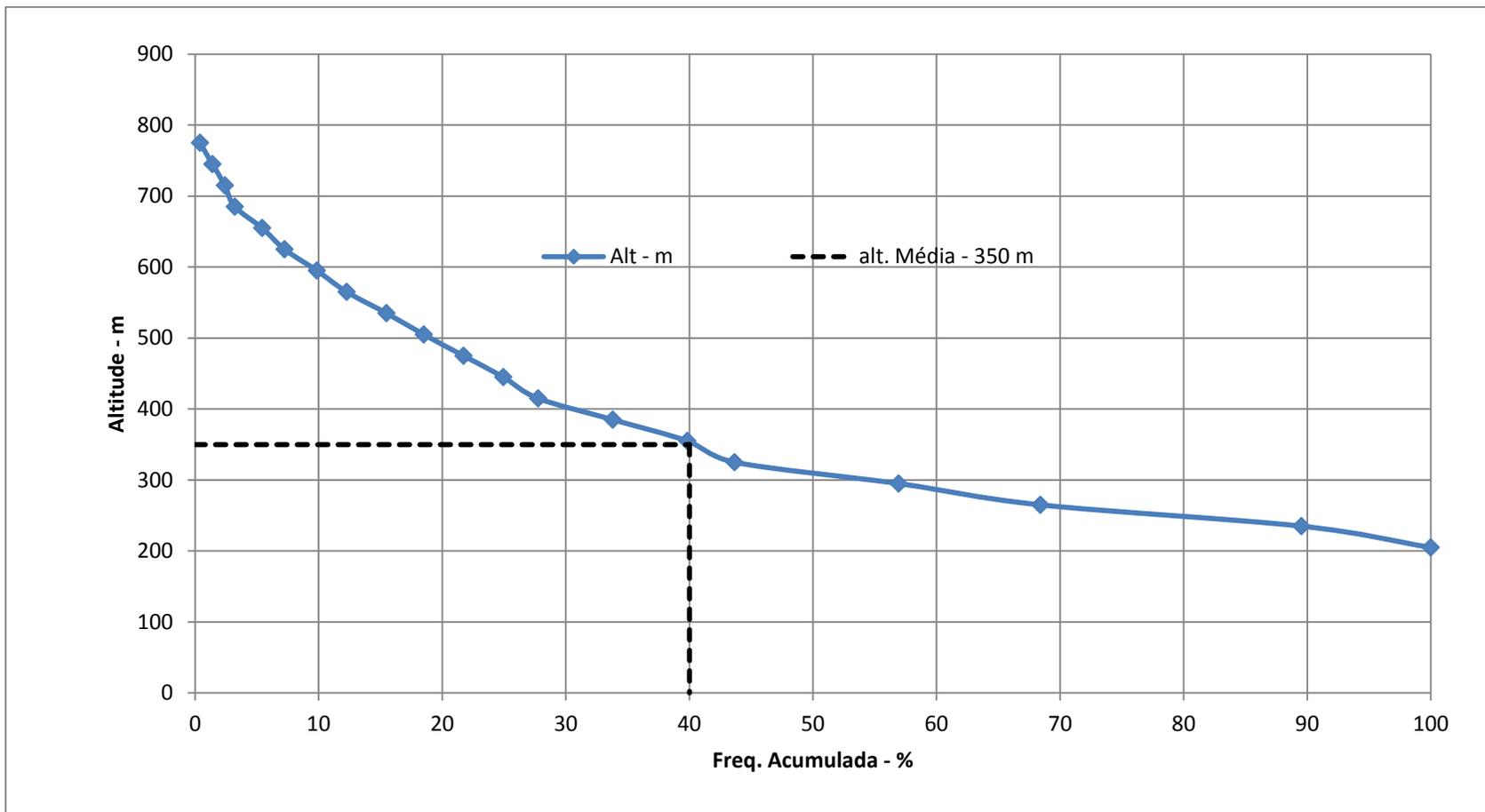


Figura 09 - Curva Hipsométrica da Bacia Incremental do Rio Piancó

3.1.3 Declividade da Bacia Incremental do Rio Piancó

A declividade da bacia ou dos terrenos da bacia tem uma relação importante e também complexa com a infiltração, o escoamento superficial, a umidade do solo e a contribuição de água subterrânea ao escoamento do curso d'água. É um dos fatores mais importantes que controla o tempo do escoamento superficial e da concentração da chuva e tem uma importância direta em relação à magnitude da enchente. Quanto maior a declividade, maior a variação das vazões instantâneas.

Uma das maneiras de se medir a declividade média dos terrenos da bacia, consiste em aplicar uma malha quadrada (ou eventualmente uma malha triangular irregular – TIN) sobre a planta planialtimétrica da bacia. São definidas as declividades dos pontos de intersecção da malha, desenhando-se a um segmento de reta (linha de maior declive que passa pelo ponto) perpendicular às duas curvas de nível anterior e posterior à cota do ponto e que passe pelo ponto; a declividade do ponto será a diferença de cotas das curvas de nível dividida pelo comprimento desse segmento de reta. A média das declividades desses pontos será considerada a média das declividades dos terrenos da bacia.

A declividade da superfície de uma bacia hidrográfica controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto o tempo que leva a água da chuva para concentra-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem. A magnitude dos picos de enchente varia de acordo com a oportunidade de infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos, ou seja, dependendo da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia (VILLELA; MATOS, 1975).

Na Curva de Declividade da Bacia Incremental do Rio Piancó (Figura 10), retrata as superfícies dos terrenos as quais declividades superam os valores marcados em ordenadas. Essas informações são de grande relevância para as análises relacionados à erosão de solo. O período de concentração de uma bacia é inversamente proporcional a declividade.

Através da curva Hipsométrica da Bacia Incremental do Rio Piancó, conforme Figura 09, observa-se que 40% da bacia apresenta altitude maior que altitude média de 350m.

A Figura 10 da declividade mostra que 40% da Bacia Incremental do Rio Piancó apresenta declividade maior que a declividade média de 0,0075m, comprovando o quanto esta apresenta áreas planas.

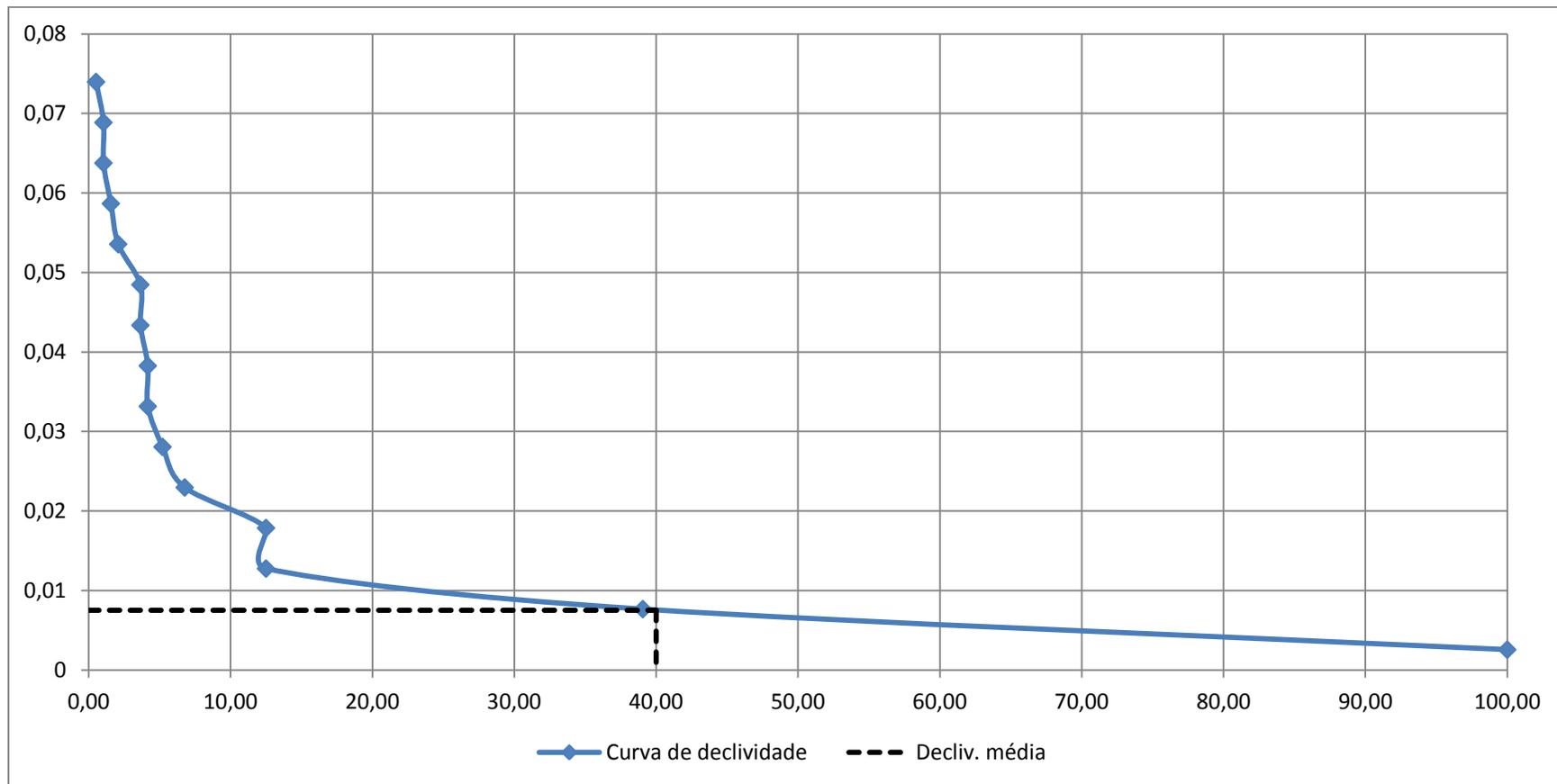


Figura 10 - Curva de declividade da Bacia Incremental do Rio Piancó.

3.2 O Sistema de Reservatórios Barragem Estevam Marinho / Barragem Egberto Carneiro da Cunha (Curema/Mãe D'Água)

A construção do reservatório Mãe D'Água ocorreu com o barramento do rio Aguiar, enquanto que para a construção do açude Curemas foi feito o barramento no rio Piancó. Os reservatórios foram construídos próximos, formando um único lago com uma superfície do espelho d' água de 115,6 km², quando o nível da água atinge a cota de repleção máxima, ficando os dois reservatórios ligados por um canal vertedor a partir da cota 237,00 m, com capacidade para transportar uma vazão máxima de 12 m³/s.

O Extravasamento da vazão de sangria dos dois reservatório ocorre sobre o barramento do açude Mãe d'água (Figura 11), cuja Barragem é do tipo submersível em concreto ciclópico com perfil Creager, com volume máximo de 638,7 hm³. Já a Barragem do Açude de Coremas foi construída com capacidade máxima de armazenamento de 720 hm³. Para tanto foram necessárias quatro barragens para assegurar esse volume de água que se pretendia acumular no local: uma barragem principal de terra zoneada e provida de uma cortina impermeabilizadora de concreto armado, localizada no boqueirão; e outras três auxiliares, em gargantas vizinhas (MOURA, 2007).



Figura 11 - Sangradouro do sistema reservatórios Mãe d'água (ANA, 2013)

Nestas condições, o sistema ficou com capacidade máxima de 1.358,7 hm³, contudo, esse volume foi revisado pela ANA em 2013. Entre os meses de novembro e dezembro de

2013, uma equipe de especialistas das Superintendências de Regulação – SRE, de Fiscalização – SFI, de Usos Múltiplos – SUM, de Gestão da Rede Hidrometeorológica – SGH e de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR, com o apoio do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, efetuou um levantamento batimétrico dos reservatórios do Sistema Curema-Mãe d'Água (também denominado Coremas-Mãe d'Água). Os resultados deste levantamento permitiram reavaliar as curvas Cota x Área e Cota x Volume dos reservatórios, as quais foram comparadas com as curvas originais, aquelas utilizadas em recentes estudos de capacidade de regularização do sistema, resultando em diferenças significativas de volumes. Estes resultados foram apresentados na Nota Técnica nº 001/2014/SGI-ANA (documento 00000.000022/2014). A Figura 12 exhibe as capacidades de armazenamento revisadas para os dois açudes.

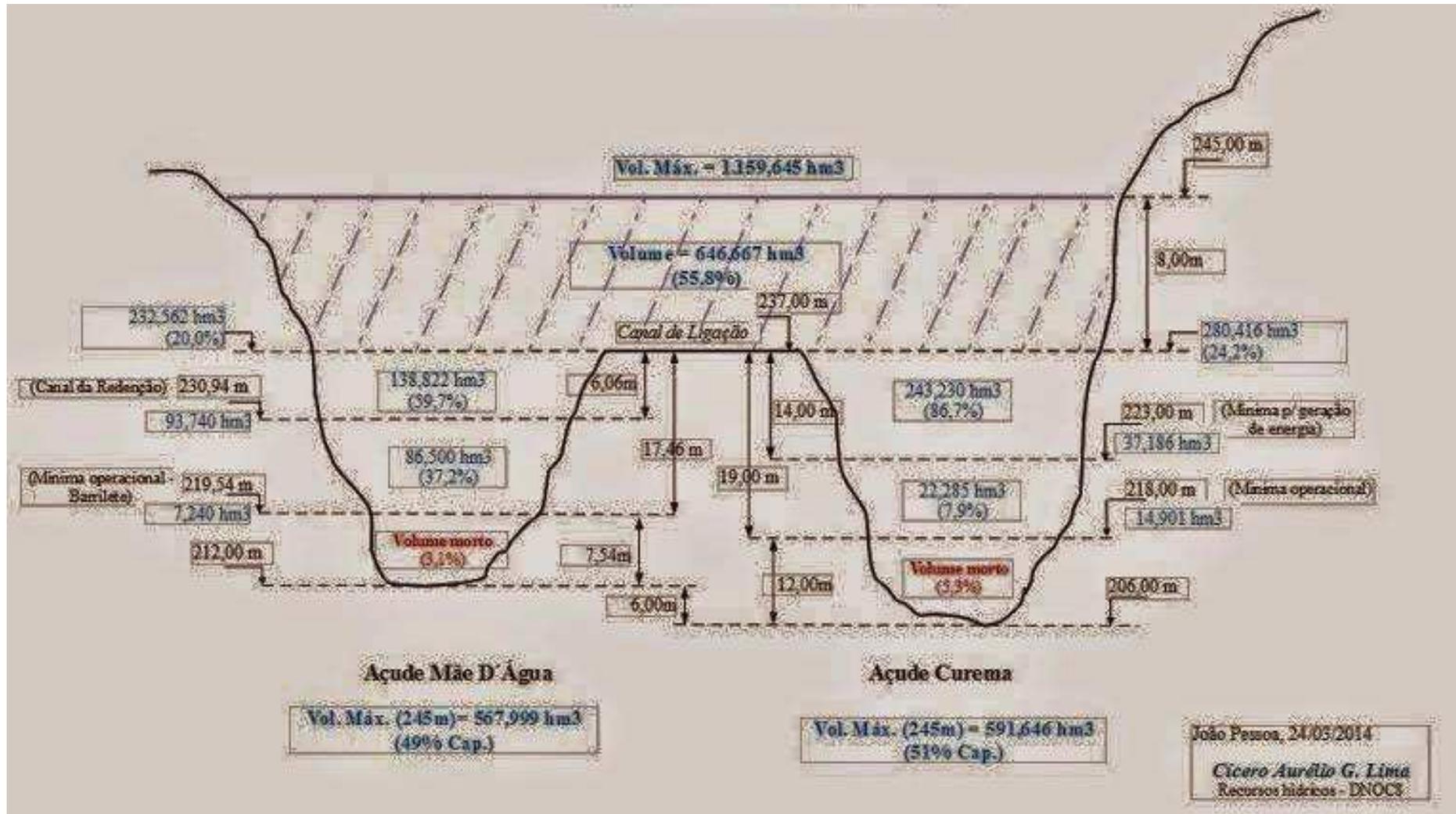


Figura 12 a - Sistema Curema/Mãe d'água com seus volumes revisados por batimetria (ANA, 2016)

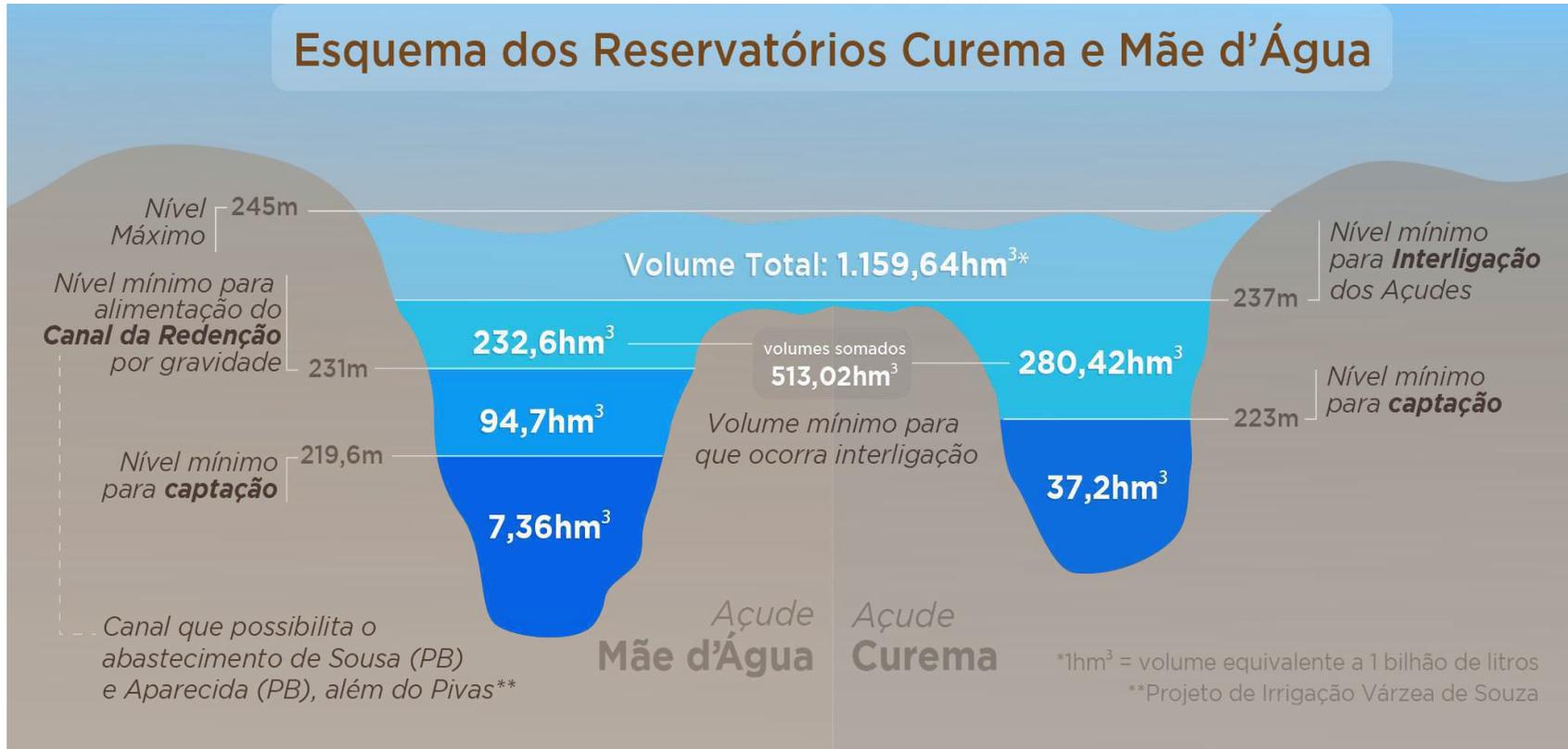


Figura 12 b - Esquema dos Reservatórios Curema e Mãe d'água com seus volumes revisados por batimetria (ANA, 2016).

Segundo Lima (2004), o volume formado pelos dois reservatórios a cima da cota de ligação (237m) é de 702,2 hm³, aproximadamente 52% da capacidade total. Historicamente, geralmente o nível de água encontra-se situado acima da cota de ligação, com a média de variação de acumulação em torno dos 60% da capacidade máxima. Com a revisão das cotas volumes, essa situação alterou-se, onde o volume máximo acima da cota de ligação passou a ser 646,667 hm³ que corresponde a 55,8%. Enquanto que, os volumes de Curema e Mãe d'água, com o nível de água na cota de ligação passaram a ser 280,416 hm³ (24,2%) e 232,562 hm³ (20,0%), respectivamente, conforme pode ser observado na Figura 12a e 12b. Ficando o sistema com capacidade máxima de 1.159,645 hm³.

3.2.1. Volume de Armazenamento de Curema/Mãe D'Água

Na Figura 13a encontram os valores de volumes mensais de água armazenados no Sistema Curema/Mãe d'água no período de 2002 até 2016, obtidos no banco de dados hidrológicos da AESA. Na Figura 13b estão plotados os valores de volumes mensais observados nos reservatórios Curema e Mãe d'água separadamente, devido os níveis de água nos mesmos encontrarem-se abaixo da cota de ligação. Nas duas figuras citadas, os valores de volumes armazenados referem-se às cotas volumes originais.

Analisando a Figura 13a, observa-se que no período de registro o Sistema atingiu seu volume máximo nos de 2004, 2006, 2008 e 2009. A partir de junho deste ano até janeiro de 2011 o volume armazenado diminuiu continuamente, sem haver recuperação do mesmo no período de chuvas. Em 2011 ocorreu um aumento do volume armazenado de 965,7 hm³ para 1171,5 hm³, em maio do citado ano. A partir daí o volume armazenado só diminuiu, sem ocorrer recuperação de forma significativa, ocorrendo a separação da lâmina de água nos dois açudes a partir de outubro de 2012. Onde se observa maior variação na redução do volume no açude de Curema.

Com a separação dos reservatórios (Figura 13b), o açude de Curema passa a ser o principal regularizador da vazão do rio Piancó, em decorrência desse fato, seu volume armazenado passa a ser inferior ao do açude de Mãe d'água a partir de março de 2015, chegando em dezembro de 2016 com apenas 2,5% do armazenamento, já no volume morto do açude.

A Figura 14 apresenta a variação do armazenamento mensal nos reservatórios referente ao mês anterior, desde o período de janeiro de 2002 a dezembro de 2016. A área sob a curva acima do eixo das abcissas corresponde a variação de volumes positivos

decorrente de períodos chuvosos, enquanto que as áreas abaixo do eixo representa o volume armazenado em período de estiagem onde ocorreu redução do volume armazenado ao longo do tempo. Nos anos de 2010, 2012, 2015 e 2016 a variação do volume armazenado foi sempre negativa.

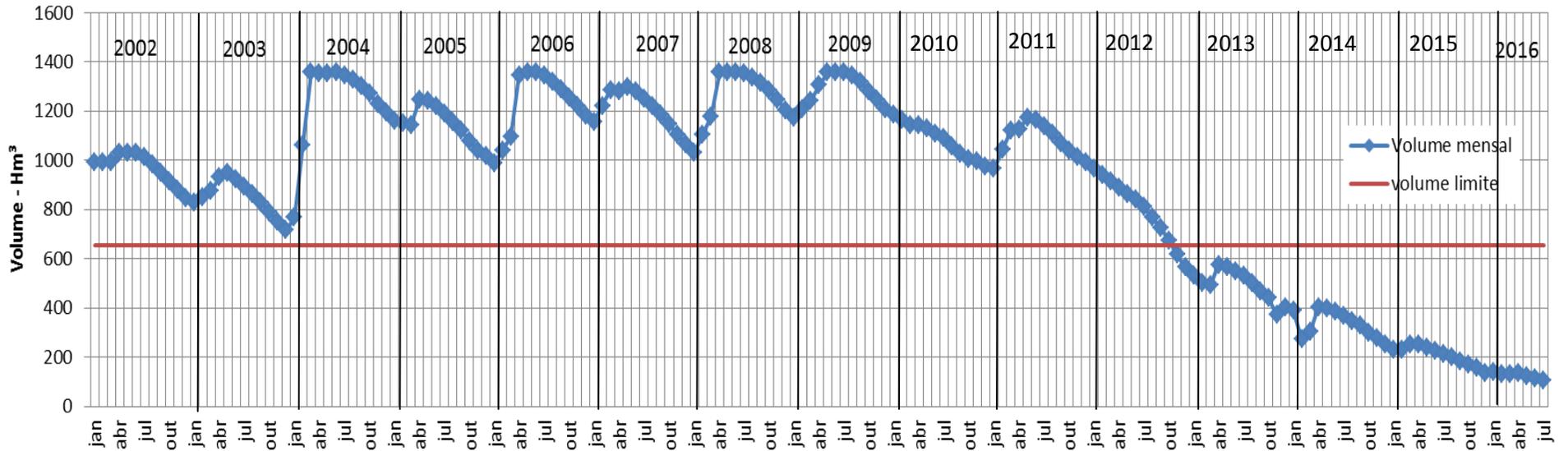


Figura 13 a - O acompanhamento do volume acumulado do Complexo hídrico Coremas Mãe d'Água ao longo do tempo.

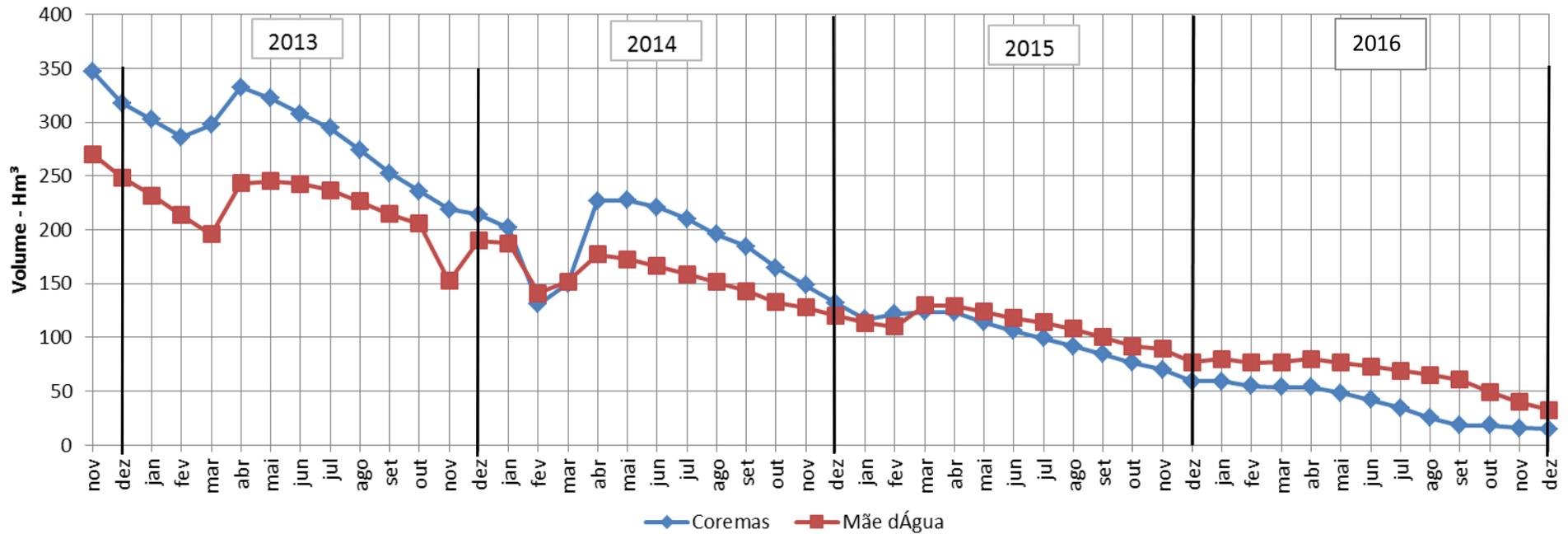


Figura 13 b - O acompanhamento do volume acumulado do Complexo hídrico Coremas Mãe d'Água ao longo do tempo

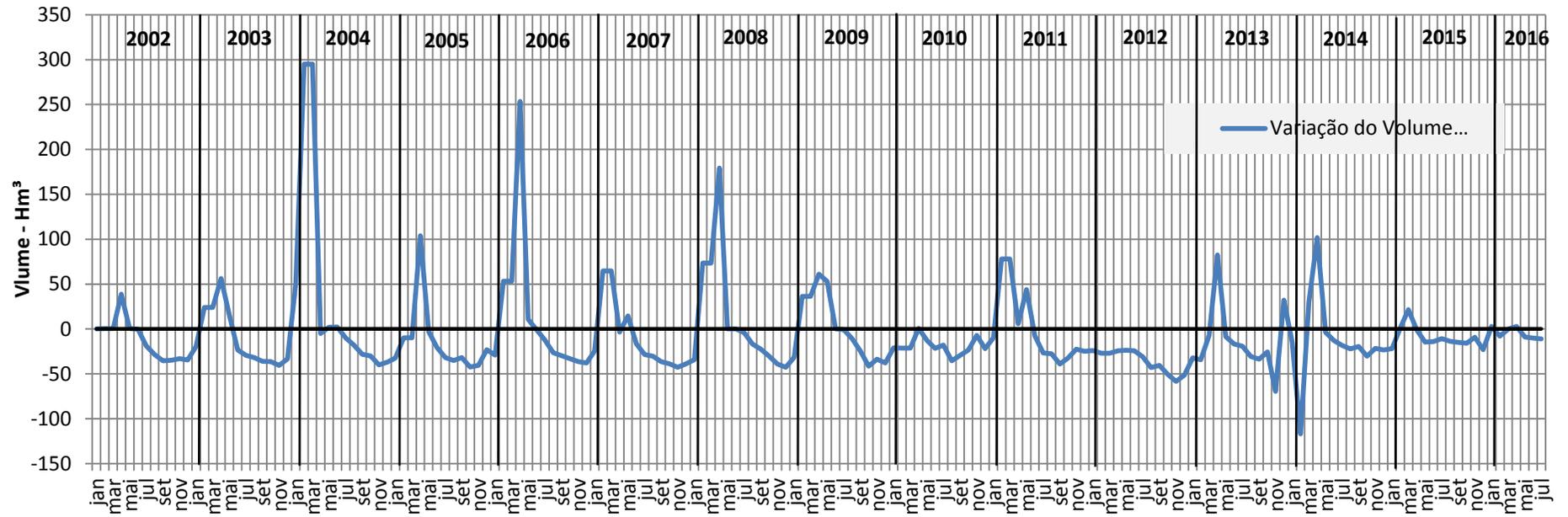


Figura 14 - Variação do volume mensal armazenado no reservatório Coremas.

4 SISTEMA HIDROLÓGICO DA BACIA INCREMENTAL DO RIO PIANCÓ

As bacias hidrográficas dos Açudes Curema e Mãe D'Água, com cerca de 8000 km² de área de captação, são ligadas por um canal vertedor, formando, então, um conjunto para efeito de sangria, ou seja, um lago único com uma superfície líquida de 9.794 ha, na cota de repleção máxima. Calculou-se a seção do canal de ligação, com 12 m³/s, de maneira a dar vazão, nas condições mais desfavoráveis de ocorrência, a uma descarga máxima de reforço do Curema para o Mãe D'Água.

Nestas condições, o sistema hidrológico referente à Bacia Hidrológica Incremental do Rio Piancó (BHIRP) é constituído pelos componentes de entrada:

- Vazão de regularização (Q_{re}) liberada pela tomada de base do açude Curema;
- Vazão de Sangria (Q_s) liberada pelo vertedor do barramento do açude Mãe d'Água, quando o sistema Curema/Mãe d'água inicia sua sangria;
- Precipitação (P) sobre a BHIRP;

E pelos componentes de saída:

- Evapotranspiração da BHIRP;
- Retiradas (R) pelas captações ao longo do rio Piancó, no seu trecho perenizado;
- Vazão de regularização (Q_{rs}) na saída da BHIRP, para regularização do rio Piranhas até o reservatório Armando Ribeiro Gonçalves no Rio Grande do Norte. Restando o volume de água armazenada (VA) na BHIRP, em decorrência da infiltração de parte da precipitação que ocorre sobre a bacia, e devido a recarga do aquífero feita pela infiltração de parte do volume de regularização ao longo do rio Piancó, no trecho perenizado, conforme apresentado na Figura 15.

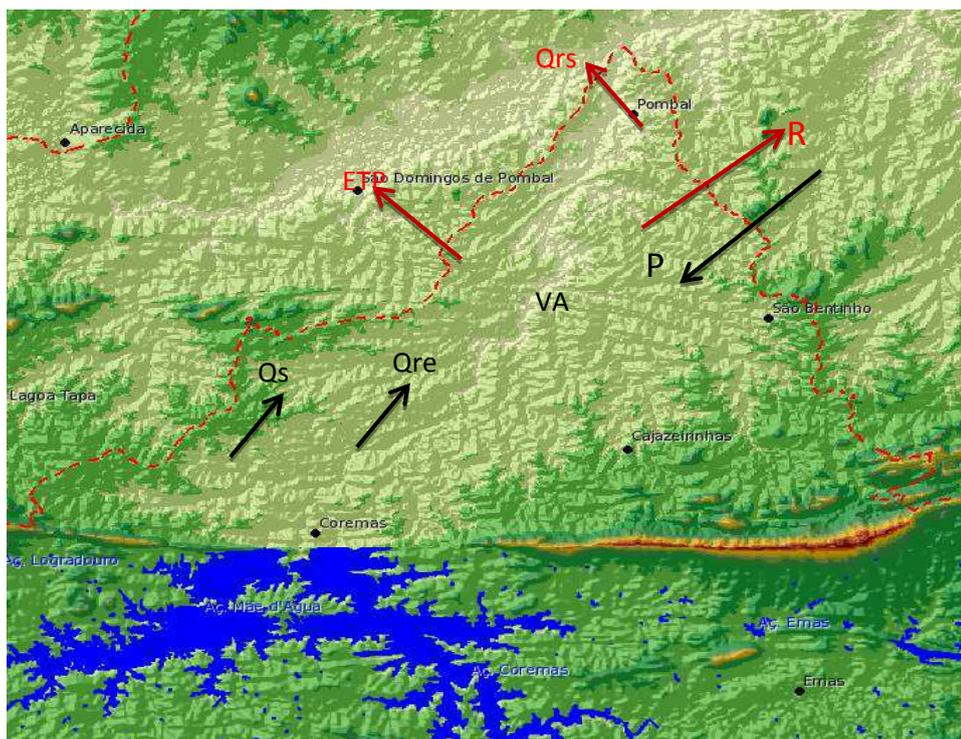


Figura 15 - Bacia Hidrográfica Incremental com as componentes do seu balanço hídrico

4.1 Domínio das Águas

De acordo com a Constituição Federal de 1988 é de domínio hídrico da União as águas dos lagos, rios e quaisquer corrente sem terrenos que banhem mais de um estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais.

O domínio hídrico dos Estados Aos Estados, a Constituição atribui as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União. (Art. 26, I). Foi, com isso, consideravelmente ampliado o domínio hídrico das unidades federadas, que passaram a ter incluídos entre seus bens as águas subterrâneas, antes sem titular definido (BRASIL, 1988).

O sistema Curema-Mãe D'Água atende a diversos usos de jusante, dentre eles: a geração de energia, perenização do Rio Piancó, as demandas hídricas do estado do Rio Grande do Norte, abastecimento do perímetro irrigado das Várzeas de Sousa, o sistema adutor de Coremas/Sabugi, (que atenderá o abastecimento de 17 municípios) e demandas de irrigação à jusante do sistema.

A montante do Sistema o domínio é do Estado, que compreende toda a água retida nos diversos reservatórios de montante e em circulação pelos rios e riachos. A água retida no Lago formado pelos reservatórios Coremas-Mãe D'Água, é de domínio da União, visto que as barragens foram construídas pelo DNOCS e, neste caso, cabe ao Governo Federal legislar sobre uso das águas desse sistema. A água que é liberada pelo sistema, entre os reservatórios até a entrada do rio Piancó no Rio Piranhas, isto é, todos os usos dentro da BHIRP são de domínio do Estado. Esta região é considerada, do ponto de vista da gestão, como a região crítica do sistema, visto que, nesta está contida a demanda hídrica para o estado do Rio Grande do Norte, que constantemente tem reclamado, através do órgão gestor desse estado, com relação a vazão que é liberada para o referido estado. Contudo, quando o rio Piancó deságua no rio Piranhas até sua foz, o domínio volta a ser da União, conforme mostra a Figura 16 (CURI, 2004).

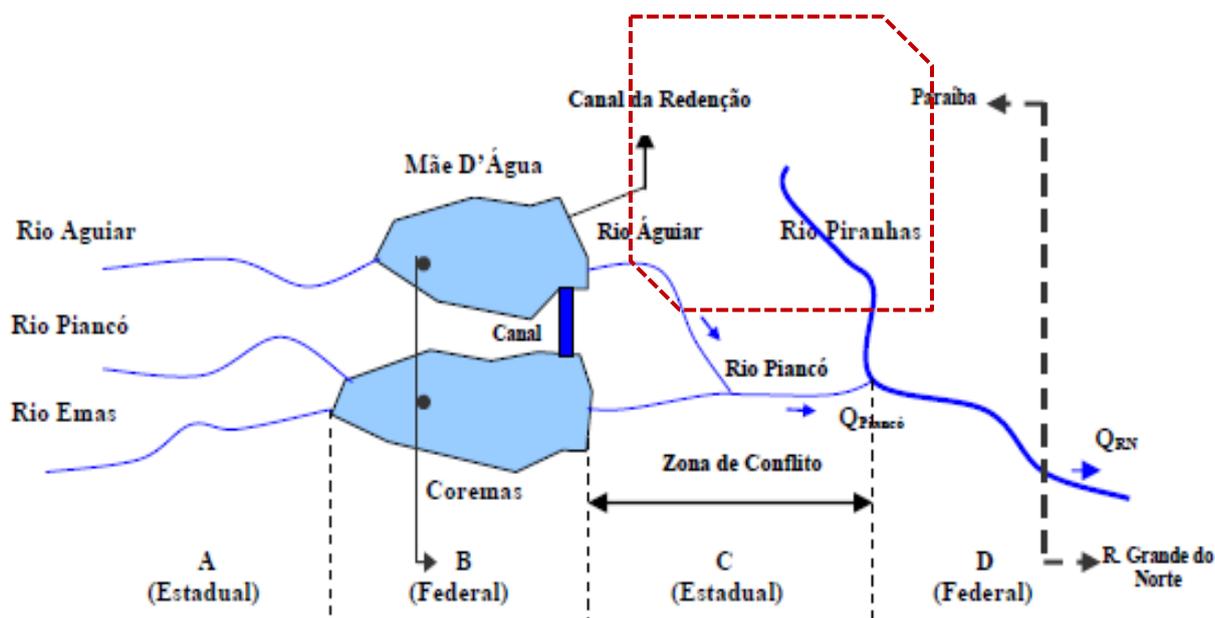


Figura 16 - Esquema representativo do domínio das águas no rio Piancó (CURI, 2004).

4.2 Regime Hidrológico da BHIRP

O regime hidrológico da BHIRP foi caracterizado a partir de séries históricas de chuvas diárias observadas nas estações pluviométricas das cidades de Pombal, Coremas, São Bentinho, Cajazeirinhas e São Domingos de Pombal (externa a área da bacia), e das séries históricas de vazões médias diárias observadas nas estações fluviométricas instaladas ao longo do rio Piancó, uma no sítio Pau Ferrado e a outra no sítio Vassoura, a jusante da confluência do rio Piancó com o rio Piranhas. Os escoamentos são função direta das chuvas e dos

critérios físicos da bacia hidrográfica. Conforme as precipitações ocorridas na área, observam-se períodos curtos de descargas mais elevadas (meses de fevereiro à abril) e períodos longos de baixos escoamentos (6 a 7 meses de baixa precipitação). A transformação da chuva em vazão é função de diversos fatores, entre eles destacam-se os parâmetros descritivos da conformação morfológica da bacia, a cobertura vegetal, o tipo de solo, característicos de regiões semiáridas, além do antropismo predominante na bacia. Os pontos de monitoramento da chuva nas referidas cidades e postos fluviométricos no rio Piancó estão exibidos na Figura 17 e na Tabela 03.

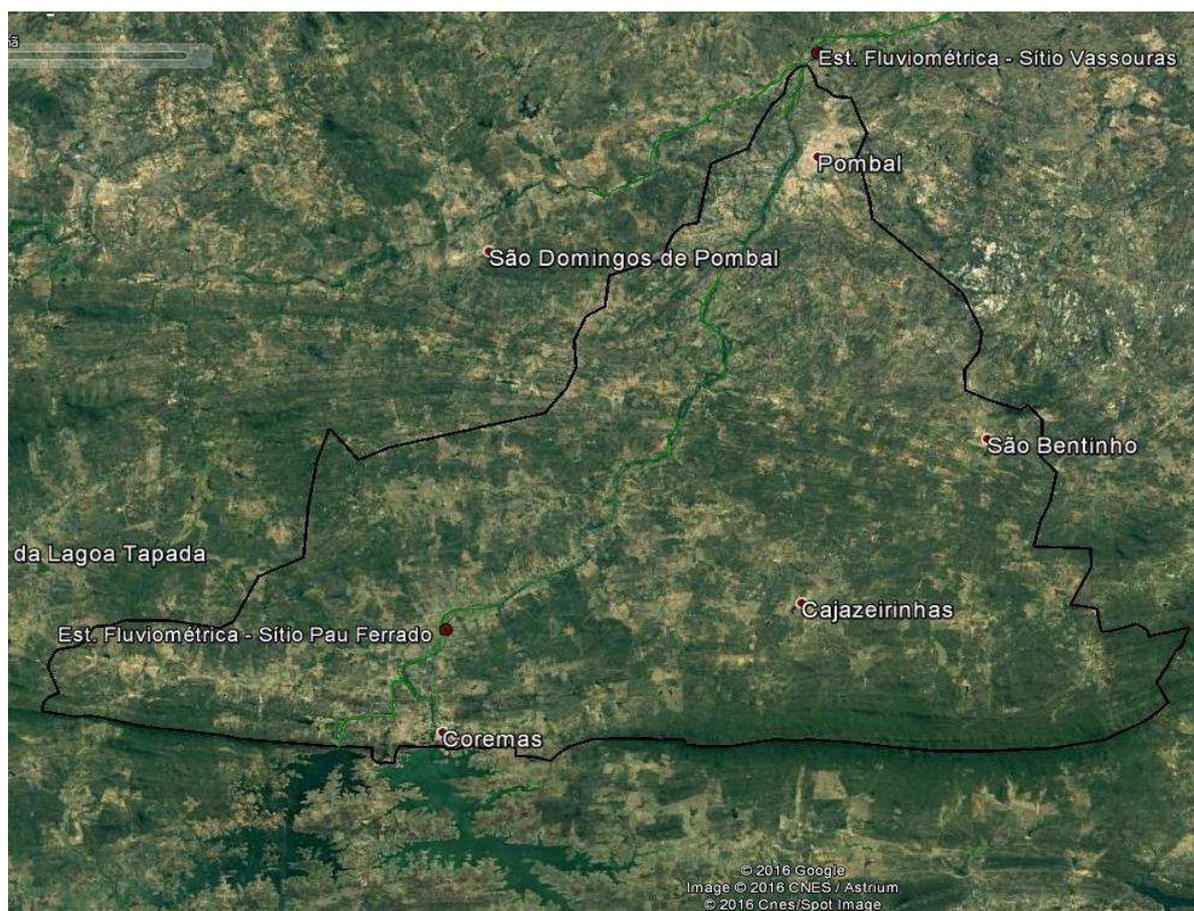


Figura 17 - Indicação dos pontos de monitoramento da chuva e da vazão na BHIRP.

Tabela 03 - Postos fluviométricos no rio Piancó

Código	Posto	Rio	Cidade	Responsável	Latitude	Longitude
37380000	Pau Ferrado Sítio	Piancó	Pombal	ANA/CPRM	-6°57'57"	-37°55'27"
37410000	Vassouras	Piranhs	Pombal	ANA/CPRM	-6°43'43"	-37°47'40"

A vazão de um rio é o volume de água que passa em uma secção transversal do rio por um dado período de tempo. Geralmente, é expressa em metros cúbicos por segundo (m^3/s).

Sua medição é importante porque influencia a qualidade da água, os organismos que nela vivem e seus habitats. A vazão é influenciada pelo clima, aumentando durante os períodos chuvosos e diminuindo durante os períodos secos. Também pode ser influenciada pelas estações do ano, sendo menor quando as taxas de evaporação são maiores.

Segundo Tucci (2003) a previsão de vazão em um sistema hídrico é um dos métodos utilizados para minimizar o impacto das incertezas do clima sobre o gerenciamento dos recursos hídricos podendo-se considerá-la um dos principais desafios relacionados ao conhecimento integrado da climatologia e hidrologia. O uso de vazões estimadas para a melhoria de operação de reservatórios.

A vazão natural de um rio oscila no tempo em escalas de horas, dias, estações do ano e desta variação é resultado da combinação de diversos elementos como: condições climáticas de precipitação, evapotranspiração, radiação solar, entre outros; relevo; geologia, geomorfologia e solos; cobertura vegetal e uso do solo; atos antrópicos sobre o sistema fluvial. De acordo com Tucci e colaboradores (2006) Algumas das principais funções hidrológicas utilizadas em recursos hídricos são:

- Curva de probabilidade de vazões máximas: mostra a probabilidade de ocorrência dos eventos extremos superiores, importantes para avaliar a inundação e o risco de obras hidráulicas;
- Curva de probabilidade de vazões média: retrata a distribuição das vazões médias de uma bacia, indicando as disponibilidades hídricas, anuais, mensais ou de outro período;
- Curva de probabilidade de vazões mínimas: trata de identificar o risco de ocorrência dos extremos inferiores e sua duração, importante para avaliar o risco das estiagens;
- Curva permanência: retrata a variação da vazão ou nível e sua permanência no tempo, representando o período do tempo que ficam acima de um determinado valor. Estas curvas são utilizadas para avaliar a produção de energia, período de navegação, disponibilidade de água para abastecimento entre outros;
- Curva de regularização: relaciona o volume e vazão que pode ser regulariza num determinado local.

O Glossário de Termos Hidrológicos da ANA define:

- **Vazão máxima:** Valor máximo instantâneo de descarga, num determinado período.

- Vazão média: média aritmética das vazões naturais médias, correspondentes a um mesmo período, verificadas durante a série histórica de observações. A vazão média a longo termo (MLT) é normalmente determinada para cada mês do ano, podendo, também, ser calculada para outros intervalos de tempo.
- Vazão mínima é a menor vazão que deve ser liberada de um reservatório por motivos diversos, como atendimento a limitações de navegação, irrigação, etc.

Com os registros de vazões médias diárias observadas na Estação Fluviométrica do Sítio Pau Ferrado entre 1967 e 2016 confeccionaram-se os hidrogramas de vazões diárias referentes ao período de 50 anos, das médias e dos desvios padrões das vazões diárias e das vazões médias mensais e das vazões diárias máximas anuais como mostram as Figuras 18, 19, 20 e 21.

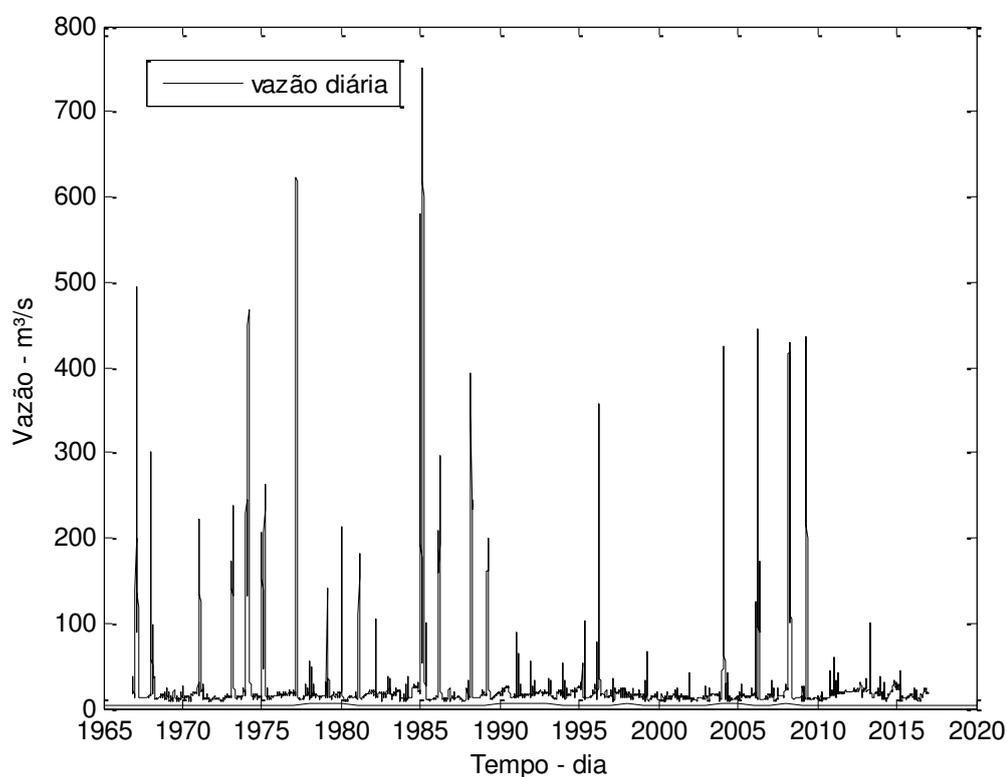


Figura 18 - Hidrograma da vazão diária observada na estação Sítio Pau Ferrado em 50 anos

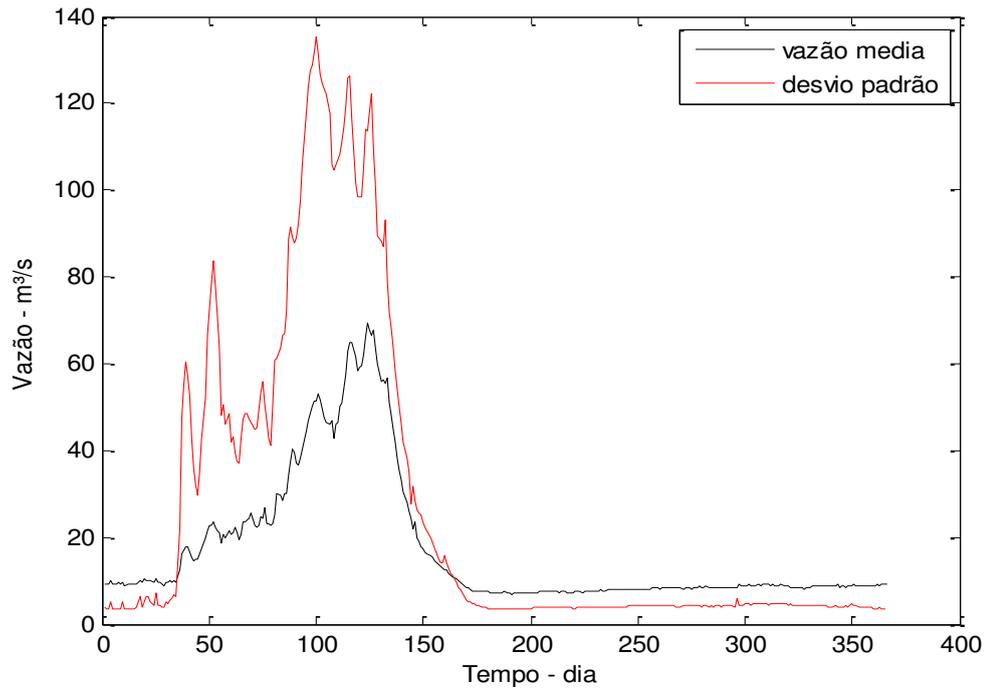


Figura 19 - Valores das médias e desvios padrões das vazões diárias ao longo do ano

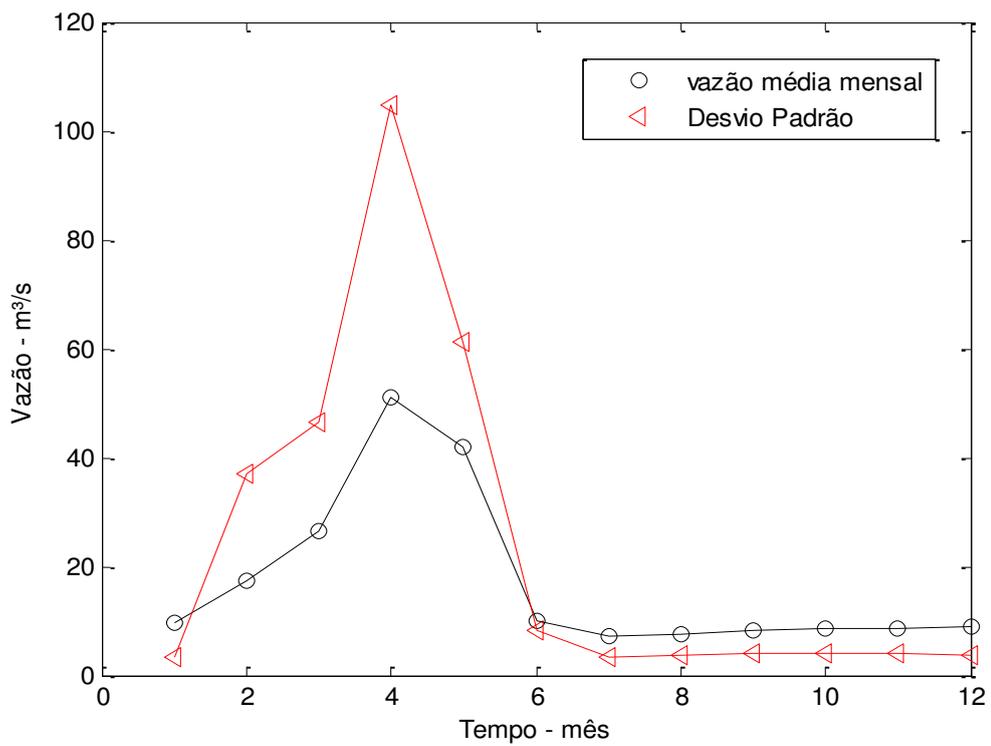


Figura 20 - Valores das médias e desvios padrões das vazões mensais ao longo do ano

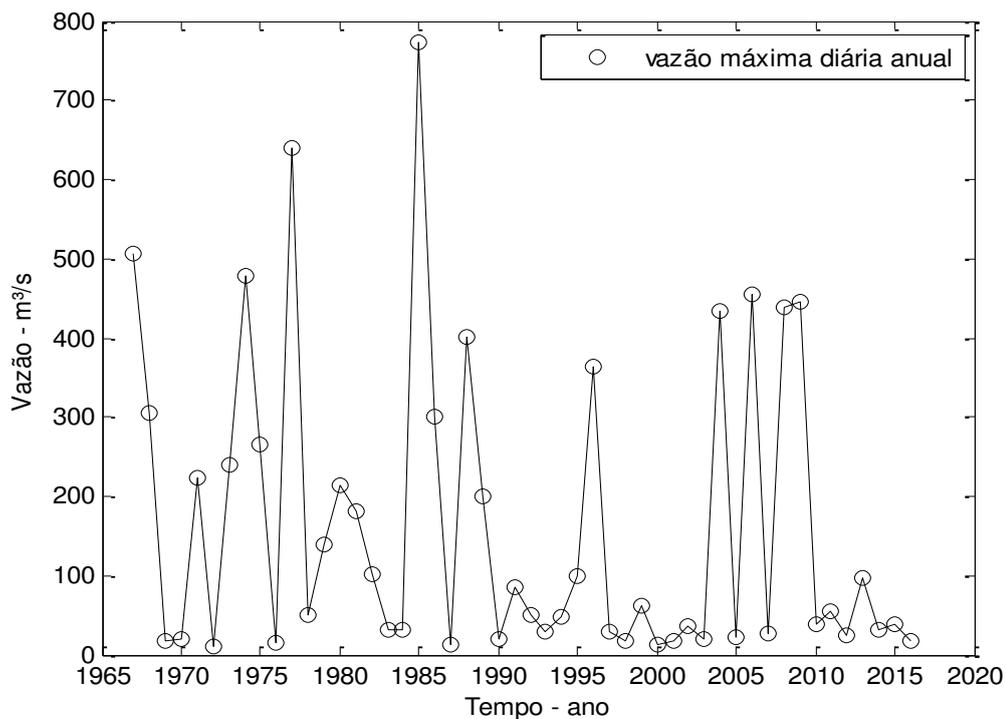


Figura 21 - Hidrograma das vazões diárias máximas anuais observadas na Estação Sítio Pau Ferrado entre 1967 e 2016

A série de vazões diárias máximas anuais foi ajustada através do modelo de Distribuição de Probabilidade de Valores Extremos Generalizados (GEV), utilizando o método dos momentos de combinações de ordens de valores mais elevados (momentos LH), conforme procedimento desenvolvido por Queiroz e Chaudhry (2006). A Figura 22 exibe a série de vazões diárias máximas anuais juntamente com o modelo de probabilidade GEV. Enquanto que a Figura 23 apresenta os valores esperados de vazões máximas (cheias) para diferentes tempos de recorrências obtidos através das probabilidades de excelências, por meio do modelo da distribuição GEV ajustado às vazões diárias máximas anuais observadas na estação sítio Pau Ferrado.

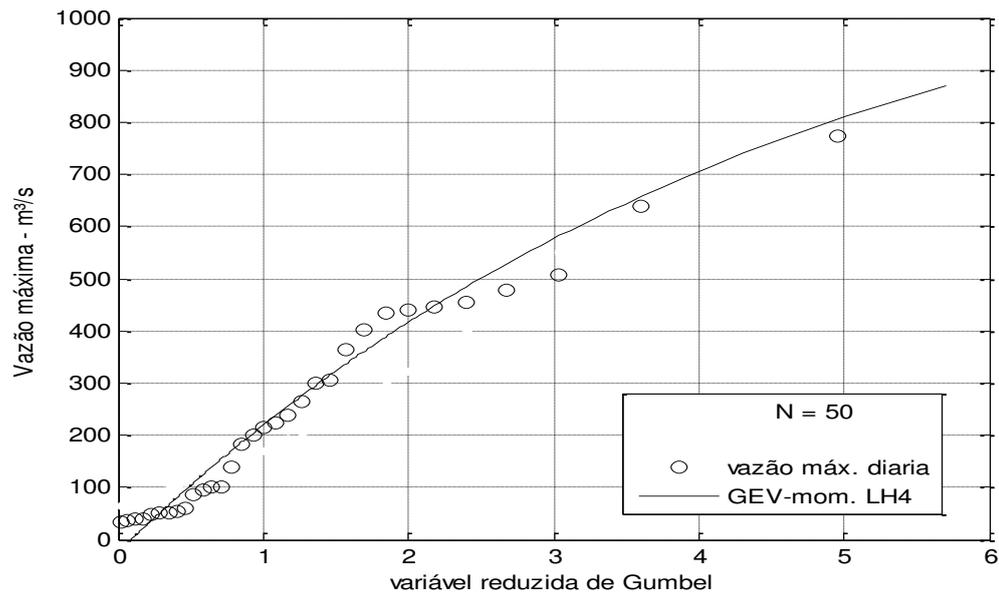


Figura 22 - Ajuste da distribuição GEV aos valores de vazão diária máxima anual

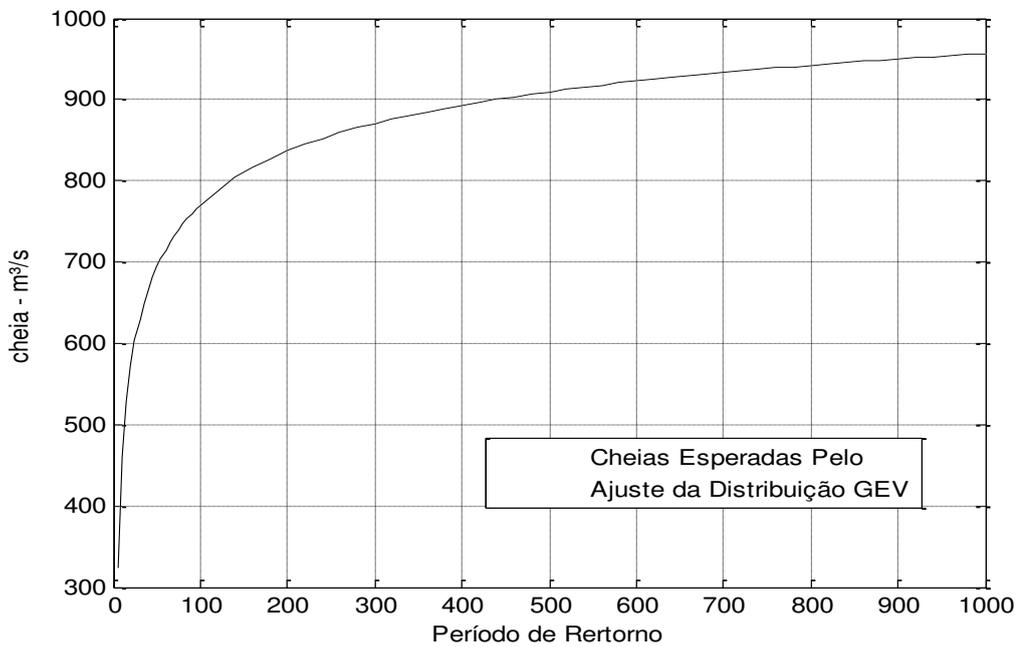


Figura 23 - Cheia máxima anual esperada para diferentes períodos de retornos

A Figura 24 apresenta o hidrograma das vazões mínimas diárias e das vazões mínimas de médias de sete dias consecutivos observadas na estação Sítio Pau Ferrado entre 1967 e 2016. Já a Figura 25 exibe o ajuste da distribuição GEV às vazões mínimas de sete dias, obtido através do procedimento descrito por Queiroz e Chaudhry (2006), a partir do qual obteve-se a $Q_{7,10}$. Igual a $1,0873 \text{ m}^3/\text{s}$.

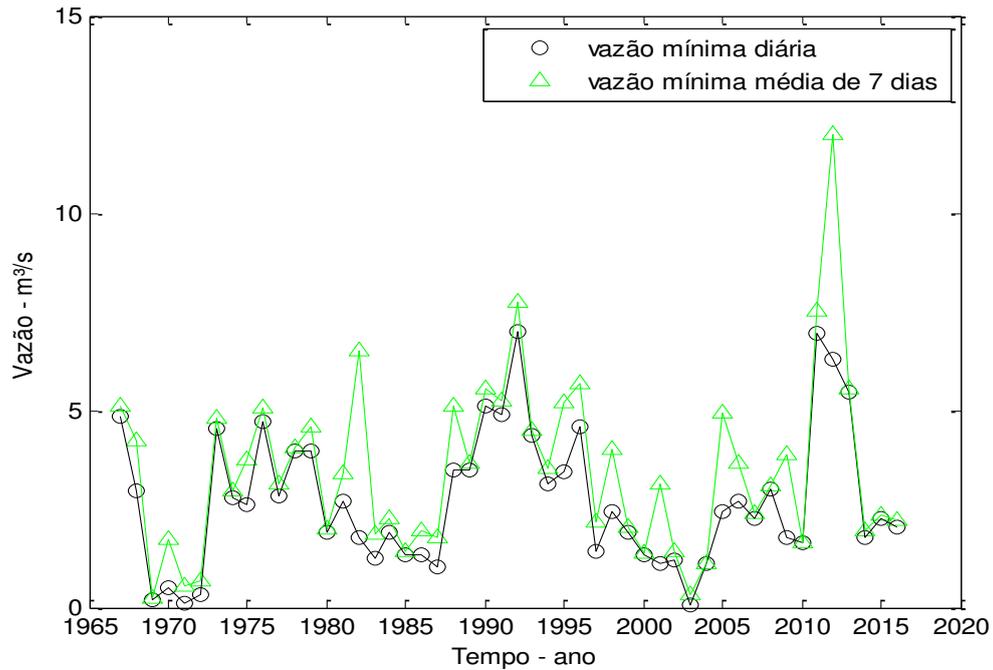


Figura 24 - Hidrograma vazões mínimas diárias e de vazões mínimas de médias de sete dias consecutivas observadas na estação Sítio Pau Ferrado entre 1967 e 2016

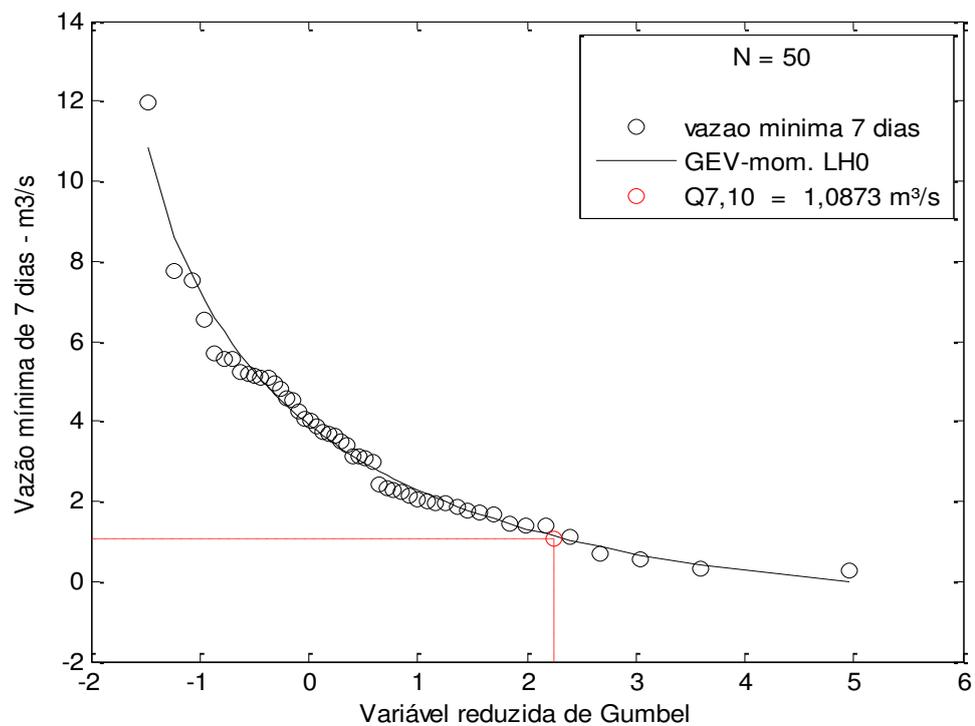


Figura 25 - Ajuste da distribuição GEV aos valores de vazões mínimas anuais de médias de 7 dias

A partir elaboração da distribuição de frequências dos valores de vazões médias diárias em intervalos de valores seguindo procedimentos estatísticos, construiu-se a curva de permanência da Estação Pau Ferrado, obtendo-se a vazão de referência Q_{90} , como mostra a Figura 26.

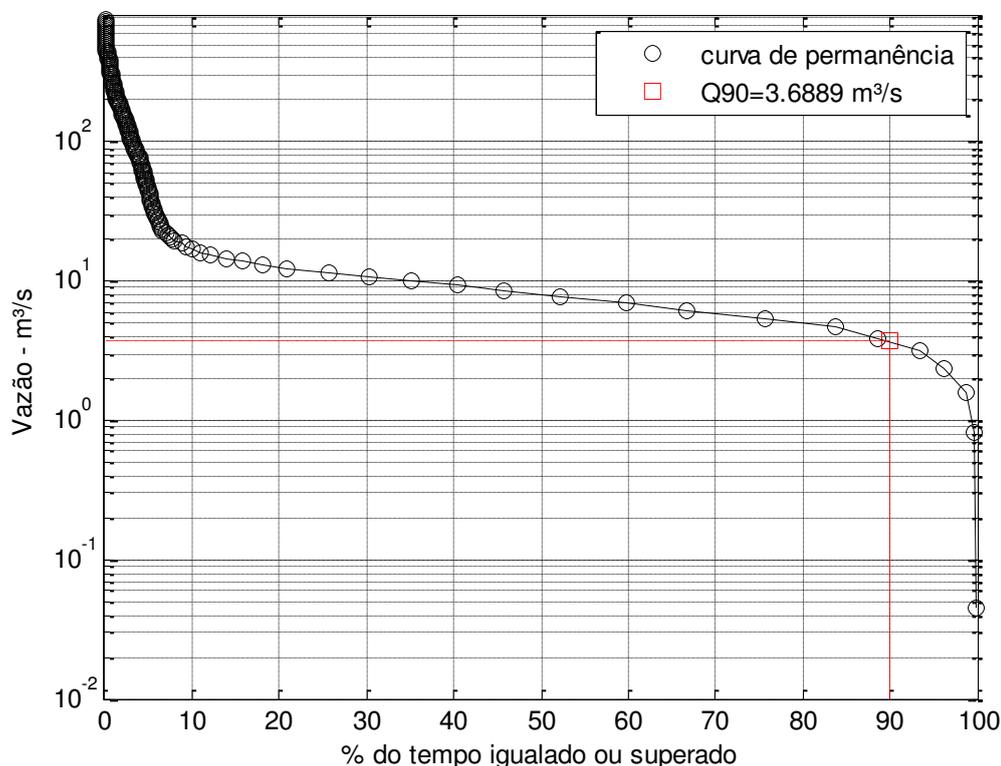


Figura 26 - Curva de Permanência da Estação Pau Ferrado referente a 50 anos de observação

Na Figura 26 são apresentados os valores de vazões diárias observadas nas estações fluviométricas do sítio Pau Ferrado e sítio Vassouras, correspondentes aos dias de coletas de água, entre 2002 a 2016, para determinação de seus parâmetros físico-químicos e biológicos para averiguação da qualidade da água liberada pelo sistema de reservatórios e pela contribuição da BHIRP através dos processos chuva-vazão.

A precipitação pluvial é um fator relevante no controle do ciclo hidrológico e pode ser considerada uma das variáveis atmosféricas de maior intervenção na qualidade do meio ambiente, deste modo o volume e intensidade de chuvas são algumas das suas características que influencia na economia, na sociedade e no meio ambiente. Sem dúvida de que a precipitação pluvial (Figura 27) é o elemento meteorológico que exhibe a maior variabilidade espacial e temporal, mesmo quando se refere a distribuição mensal ou anual, quando se compara o valor observado, ou mesmo esperado, de um local para outro dentro da própria região (ALMEIDA, 2001).

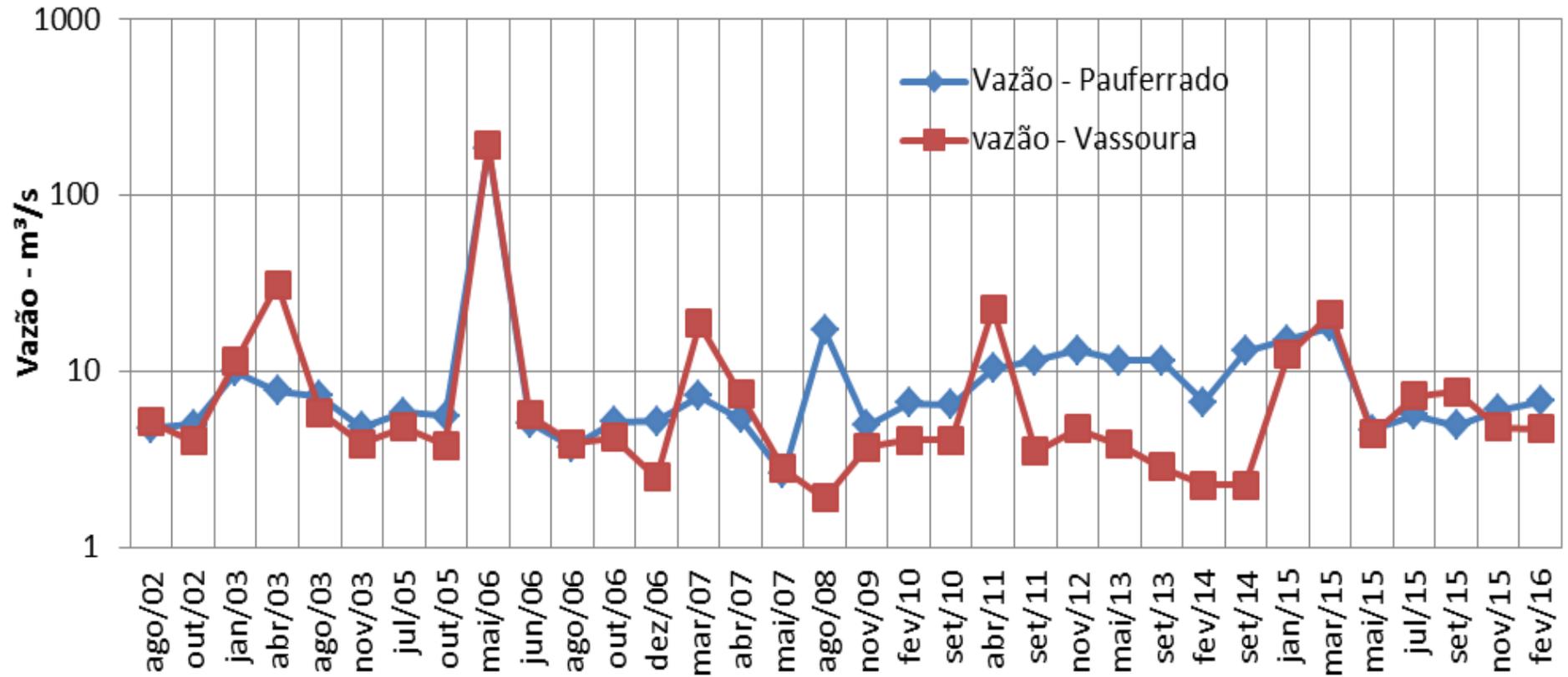


Figura 27 - Vazões referentes aos dias de coleta de amostras de água nas estações fluviométricas de Pau Ferrado e Vassouras

A bacia é caracterizada por uma distribuição das chuvas bastante irregular, com média anual em torno de 800mm. Na bacia caracteriza-se por um período chuvoso que vai de janeiro à maio, sendo que nos meses de fevereiro, março e abril representa cerca de 60% do volume total, apresentando um coeficiente de variação anual em torno de 40 mm.

A partir das series históricas, obtidas no banco de dados da AESA, observadas nas cidades de Pombal (1994 a 2016), Coremas (1994 a 2016), São Bentinho (2001 a 2016), Cajazeirinhas (2000 a 2016) e São Domingos de Pombal (2001 a 2013), procedeu-se a análise da precipitação na BHIRP, obtendo-se a precipitação média da bacia, através do método de polígonos de Thiessen. As Figuras 28, 29, 30 e 31 apresentam a precipitação média mensal e seu desvio padrão das respectivas cidades, localizadas dentro da BHIRP.

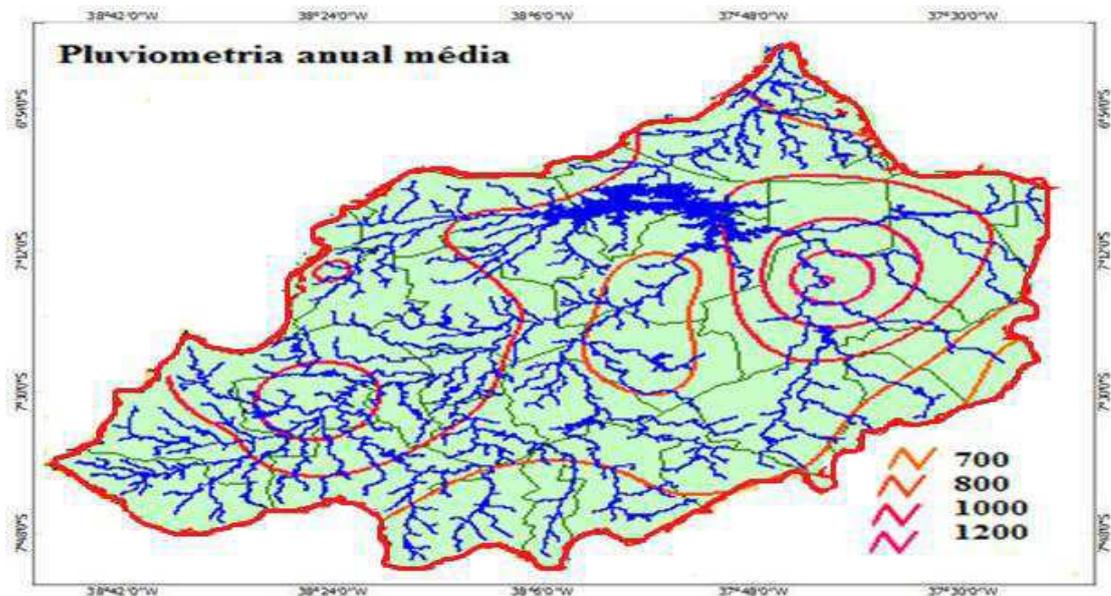


Figura 28 - Isoietas da precipitação anual na bacia do rio Piancó (AESA, 2016)

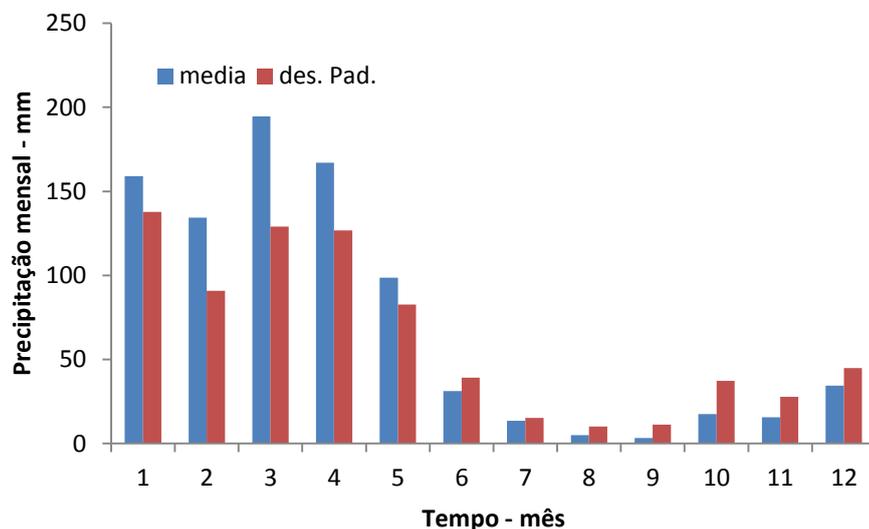


Figura 29 - Precipitação média mensal e desvio padrão na cidade de Coremas

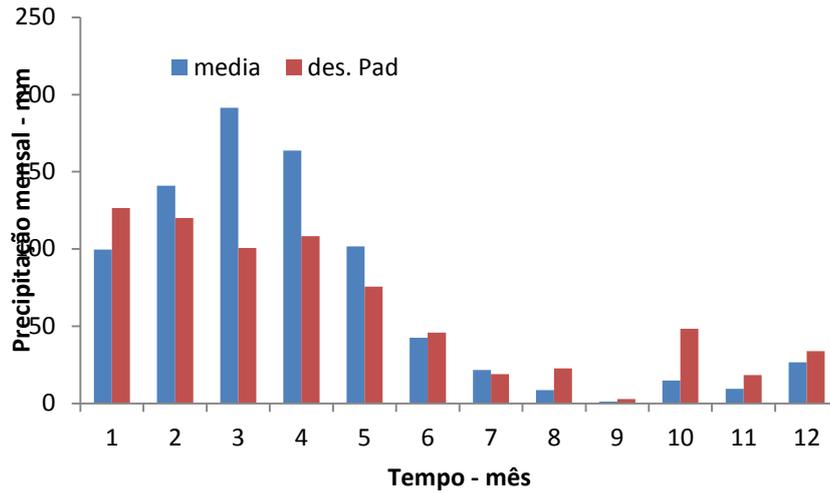


Figura 30 - Precipitação média mensal e desvio padrão na cidade de Pombal

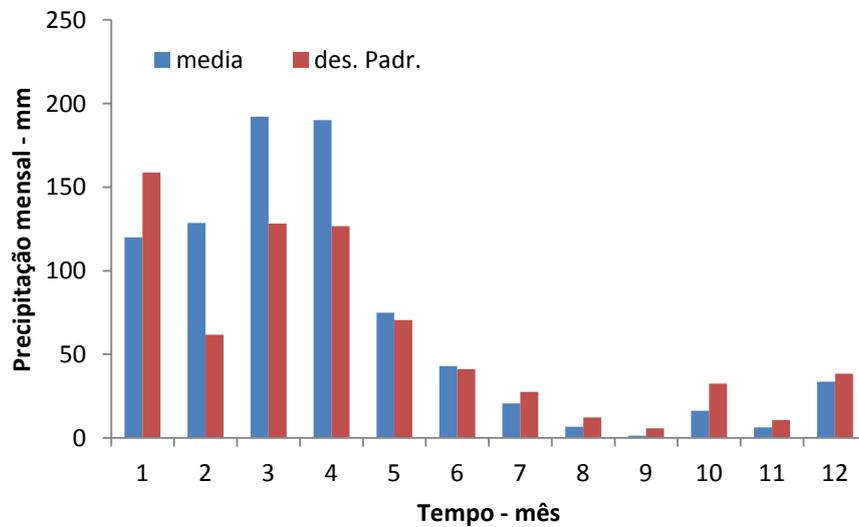


Figura 31 - Precipitação média mensal e desvio padrão na cidade de Cajazeirinhas

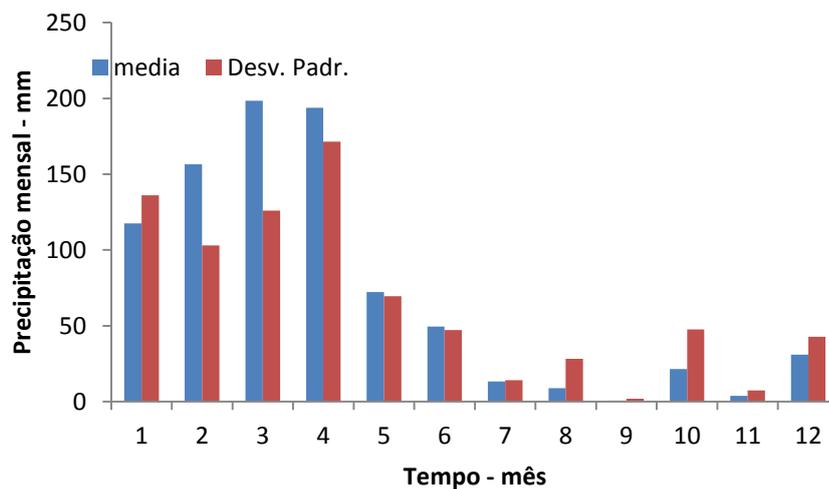


Figura 32 - Precipitação média mensal e desvio padrão na cidade de São Bentinho

5 QUALIDADE DA ÁGUA

A poluição das águas nas bacias hidrográficas tem, como origem, fontes, dentre as quais se destacam: efluentes domésticos, efluentes industriais e carga difusa urbana e agrícola. A avaliação da qualidade da água poderá ser feita pela composição dos resultados obtidos das amostras com os padrões de qualidade estabelecidos para a classe em que está enquadrado o manancial. No Brasil, a classificação das águas em relação à qualidade requerida para seus usos preponderantes, foi estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente em 1986 com a Resolução nº 20, atualmente substituída pela Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, sendo muito utilizada para comparar o nível de qualidade das águas brasileiras para os diversos usos (CONAMA, 2005).

5.1 Parâmetros Físico-Químicos

5.1.1 Temperatura do ar e da água

A temperatura desempenha um papel importante no meio aquático, condicionando o controle de uma série de parâmetros, é influenciada por alguns fatores, tais como: altitude, latitude, estações do ano, horário do dia, taxa de fluxo e profundidade. Em águas de reservatório, as mudanças bruscas de temperatura podem causar efeitos drásticos às comunidades bióticas e alterar as características químicas da água (CETESB, 2014).

A Temperatura no período em estudo variou entre 24,5 a 35,9 °C. A variação nos valores de pH encontrados neste período foi de 6,3 a 8,7 indicando um pH próximo a neutralidade e dentro dos valores estabelecidos pela CONAMA nº 357/2005 com faixa de pH preconizada entre 6,0 e 9,0 (BRASIL, 2005). Para Naime (2009), alterações na faixa de pH pode ser um indicativo de algum agente contaminante na água, acarretando problemas quando usada para fazer higienização devido a possibilidade de ocorrer a neutralização de agentes desinfetantes a exemplo do cloro, ou hipoclorito de cálcio e ácido peracético, comumente utilizados.

A Figura 33 mostra na maior parte do tempo o valor da temperatura se manteve constante, não havendo variação.

5.1.2 Condutividade elétrica (CE)

Segundo Esteves (1998), CE é uma solução com capacidade de conduzir corrente elétrica, sendo verificada em função de sua concentração iônica devido principalmente pelo teor de nutrientes como: cálcio, sódio, potássio, magnésio, carbonato, cloretos, dentre outros. Dessa forma à medida que são adicionados sólidos dissolvidos na água maior é a condutividade elétrica, podendo indicar características corrosivas a água

Nas águas do rio Piancó a Condutividade Elétrica apresentou variação média de $100 \mu\text{s cm}^{-1}$, mostrando que, no período estudado, efluente está atingindo diretamente o rio.

A Figura 34 mostra a ocorrência de um pequeno aumento nos valores de CE ocasionado pelo lançamento de efluentes nas margens e leito do rio.

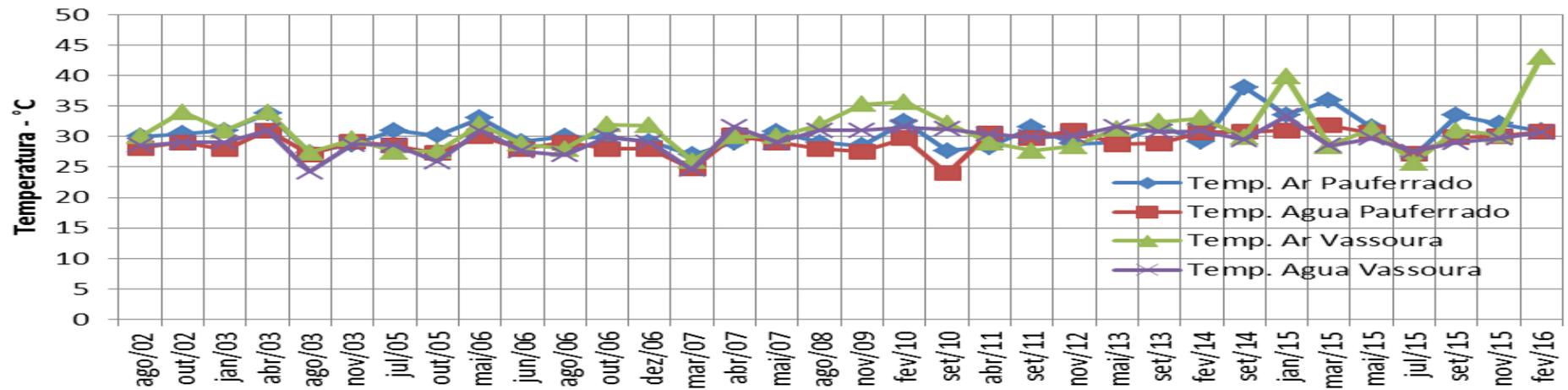


Figura 33 - Temperatura do ar e da água

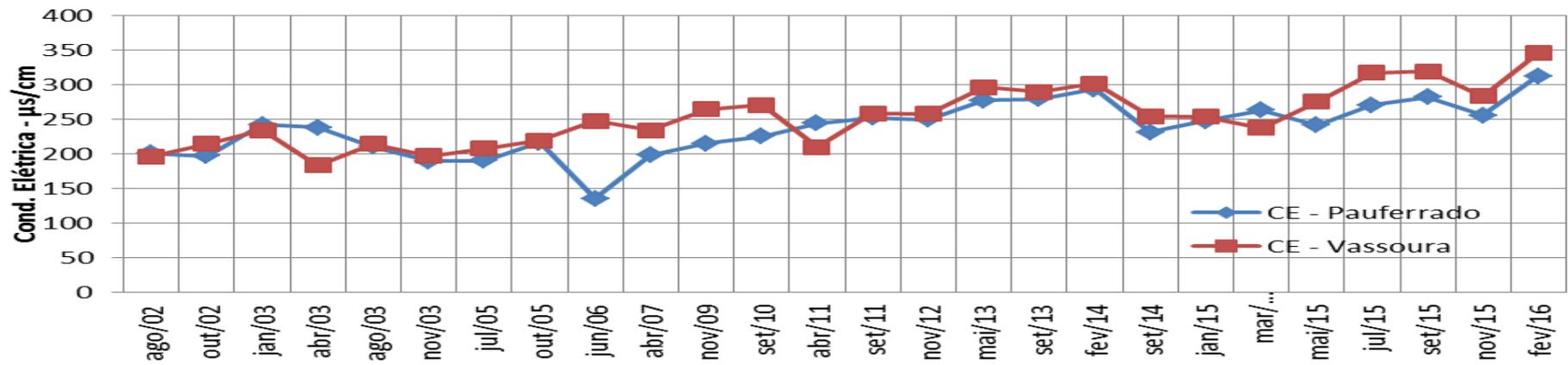


Figura 34 - Condutividade Elétrica

5.1.3. Potencial hidrogeniônico (pH)

A concentração do íon hidrogênio [H^+] é um parâmetro de qualidade muito importante das águas naturais e das águas residuais porque o seu valor determina todos os equilíbrios que se estabelecem numa água. O valor do pH indica a intensidade de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Em águas superficiais o pH é influenciado pela geologia da região e por possíveis focos de poluição, tais como: lançamento de efluentes domésticos, agrícolas e principalmente industriais.

Ao analisar o período de estudo, verificou-se que os valores de pH permaneceram superiores a 7, apresentando variação entre 6,03 e 8,5, conforme Figura 34, caracterizando águas com caráter de neutralidade a levemente alcalino. De modo geral os valores estiveram no limite estipulado pela resolução do CONAMA 357/05, que fixa valores de pH entre 6 e 9 para Águas Doces Classe 2.

5.1.4 Turbidez

A turbidez indica a presença de sólidos suspensos na água, diminuindo sua transparência, causada pelas partículas em suspensão, que provocam a sua difusão e absorção, sendo essas partículas constituídas por argila, matéria orgânica e inorgânica e outros microrganismos, reduzindo a transparência. De acordo Gomes e colaboradores (2012), a elevação da turbidez em um corpo hídrico interferirá nas condições de iluminação, inibindo a penetração dos raios solares e conseqüentemente reduzindo a capacidade fotossintética e no crescimento das espécies aquáticas. Pinto (2013) destaca que o decréscimo na quantidade de espécies vegetais poderá suprimir a produtividade dos peixes, alterando significativamente o meio (Figura 35).

Os valores referentes à turbidez das águas do rio Piancó apresentaram maior variação na estação de pau ferrado nos períodos chuvosos devido a carga elevada de matéria orgânica trazida pelas águas do rio Piranhas, entretanto na estação de vassouras e no período de estiagem em pau ferrado os valores se mantiveram constante. Pádua (2001) salienta que o teor de turbidez elevado ocasionará uma má aparência visual, elevado os índices de componentes dissolvidos, que vão desde a matéria orgânica até microrganismos patogênicos.

5.1.5 Oxigênio Dissolvido

A determinação do OD é de grande relevância para detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica, além de ser uma variável importante, uma vez que a maioria dos organismos são aeróbios, isto é, precisa do oxigênio para vida. Geralmente o oxigênio dissolvido diminui à medida que recebe carga de substâncias orgânicas presentes no esgoto (GARCIA e BARRETO, 2011).

Os valores relativos a oxigênio dissolvido nas águas do rio Piancó oscilaram na maior parte do tempo de estudo entre 5,11 e 9,02 mg O₂.L-1. Valores condizentes com a resolução CONAMA no 357/2005 que estabelece valores acima de 5 mg O₂.L-1 para águas de classe II. (Figura 36)

O OD apresentou variações sazonais bem marcadas entre os períodos de estiagem e de chuvas (GRAF. 9). Na estiagem, as concentrações de OD são mais elevadas, com valores médios na superfície próximos ou acima de 10 mg/L (supersaturação). No período chuvoso o OD chegou a cair até 1,6 mg/L. Essa supersaturação do OD pode ser justificada devido a existência de grande proliferação de plantas aquáticas (algas, etc.) as margens do reservatório que mantém uma intensa atividade de fotossínteses durante o dia liberando maior quantidade de oxigênio na água, conforme a Figura 36.

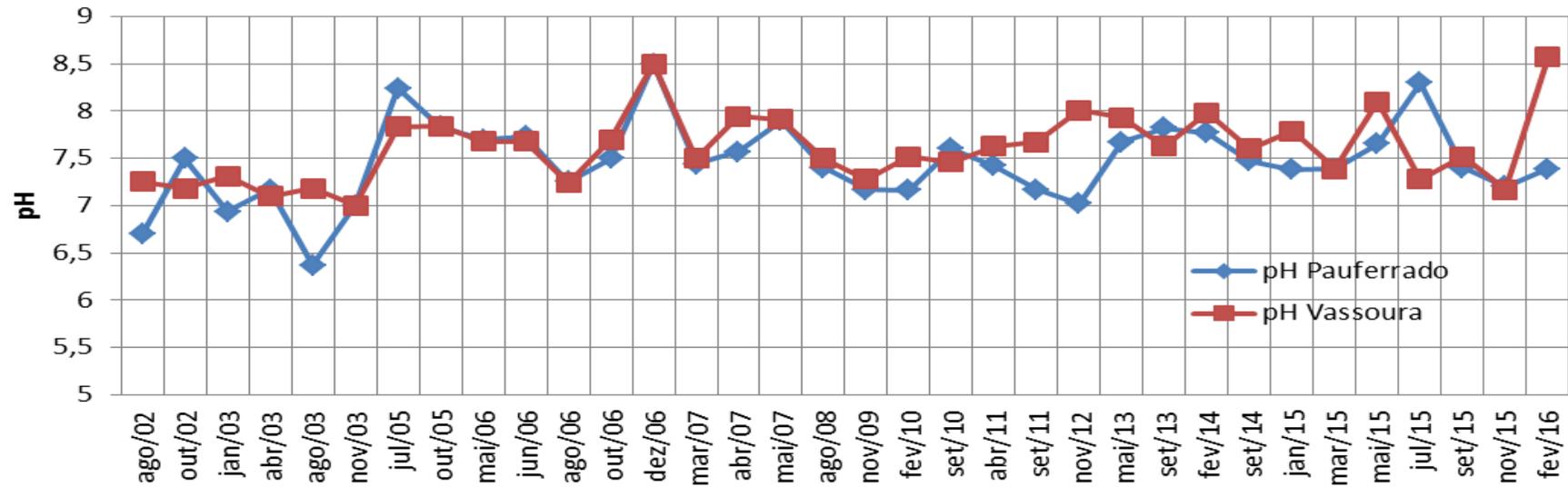


Figura 35 - Potencial hidrogeniônico

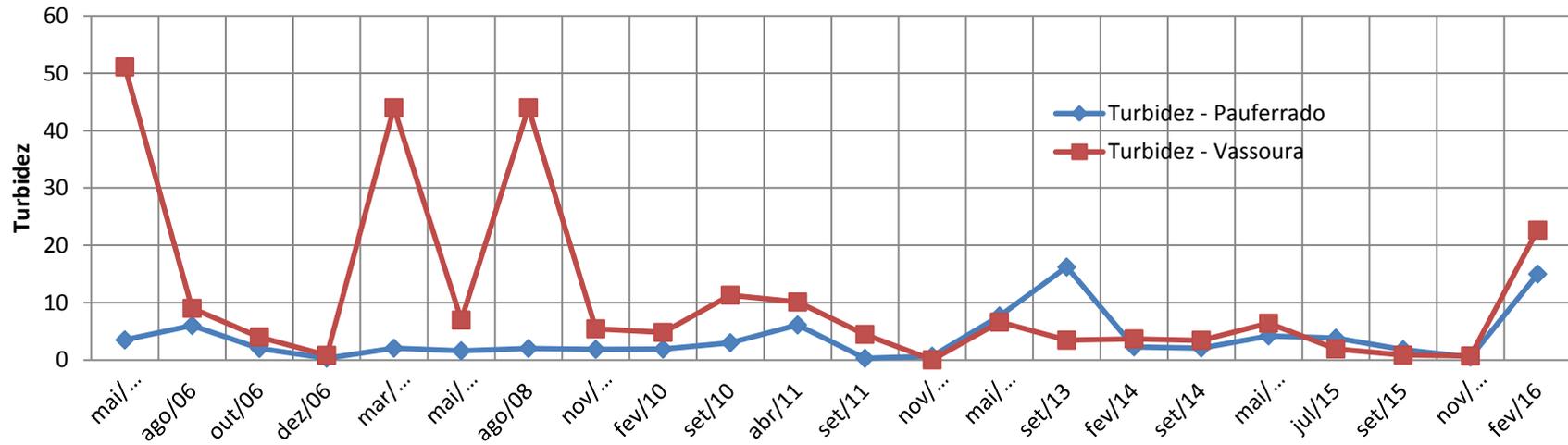


Figura 36 - Valores de Turbidez

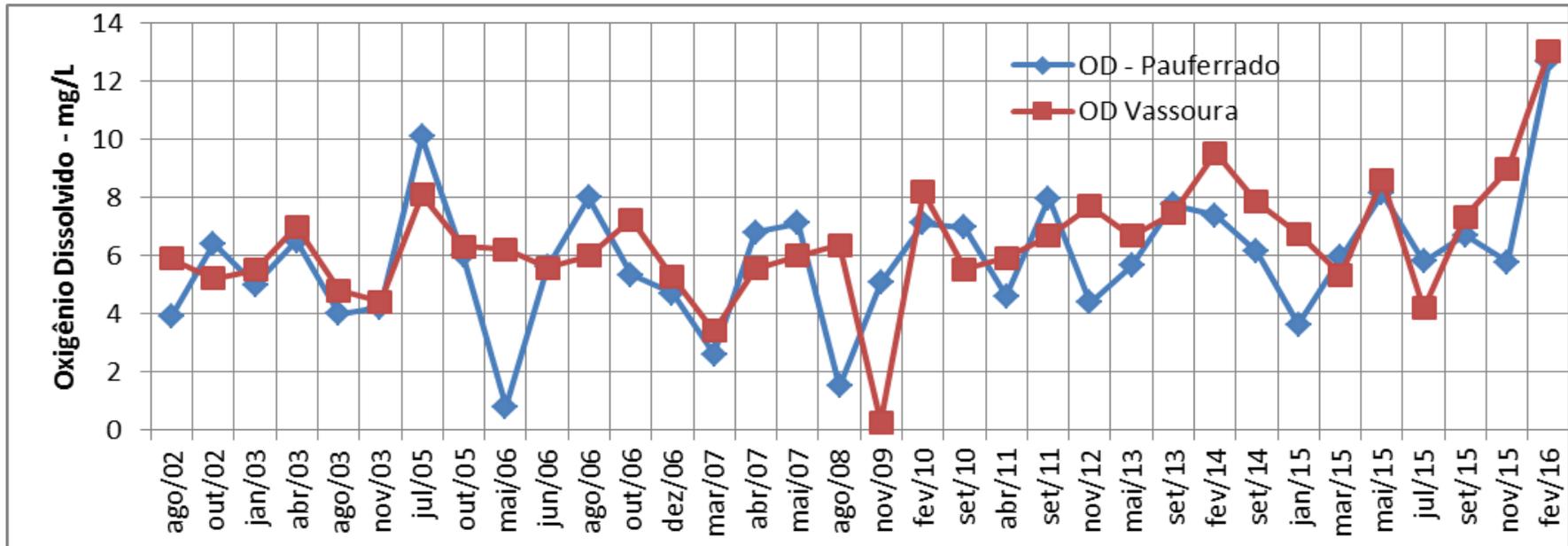


Figura 37 - Valores de Oxigênio Dissolvido

6 OUTORGA

A outorga é um instrumento essencial para a gestão dos recursos hídricos, dando consentimento aos gestores o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, ao mesmo tempo que assegura ao usuário o aproveitamento de água em um local específico de um manancial hídrico, no qual a vazão e o tipo e tempo de uso devem ser previamente definidos. A outorga assegura, portanto, o direito de uso da água de forma específica e intransferível. Este gerenciamento é fundamental para regulação dos recursos hídricos tornando sustentáveis para suprir as necessidades dos setores econômicos, sociais e ambientais de água (PEREIRA, 2004).

A Lei Federal 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos estabeleceu como um de seus instrumentos a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos. Nesse entendimento a água é um bem de domínio público e um recurso natural limitado, a Política Nacional de Recursos Hídricos objetiva assegurar, à atual e às futuras gerações, a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a consumindo-a de forma racional e integrada visando o desenvolvimento sustentável; e a proteção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais (CRUZ; TUCCI, 2005; FRANTZ; CRUZ, 2010).

A outorga não concede ao usuário a propriedade da água ou a sua alienação, mas o simples direito de seu uso, podendo interromper de forma parcial ou total, em casos extremos de escassez ou de não cumprimento pelo outorgado dos termos de outorga previstos nas regulamentações, ou por necessidade premente de se atenderem aos usos prioritários e de interesse coletivo (PEREIRA, 2004).

A ANA defende a vazão de referência de 90% da $Q_{7,10}$, para concessão da outorga, no entanto o estado brasileiro pode estabelecer seus próprios critérios de outorga e do direito de uso da água, estabelecendo seu método para a estabelecer a vazão a ser usada. No Brasil, os critérios para definição da vazão de referência tem como base os dados de séries históricas de vazão (BISPO, 2016).

A tabela 04 mostra alguns dos critérios de concessão de outorgas utilizados por alguns estados brasileiros

Tabela 04 - Critérios de concessão de outorgas utilizados por alguns estados brasileiros.

Estado	Vazão Referencial	Critério de Outorga (1)	Vazão ecológica indiretamente estabelecida
PB	Vazão regularizada com 90% de garantia	90% da vazão referencial	10% da Q ₉₀

FONTE: BENETITI et al., 2003.

Assim como na legislação federal, a outorga está prevista também em legislações estaduais específicas e, em alguns estados, através de decretos que regulamentam este instrumento. Na Paraíba, a outorga de direito de uso dos recursos hídricos é citada na Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que almeja garantir o uso integrado e racional dos recursos hídricos, para a promoção do desenvolvimento e do bem estar da população do Estado e é regulamentada através do decreto nº 19.260, de 31 de outubro de 1997. Em particular para Bacia Hidrográfica do Rio Piancó Piranhas-Açu, o método de outorga é bastante complexo em virtude dos conflitos de uso e disponibilidade dos recursos hídricos (PARAÍBA, 2015).

Tabela 05 - Volume médio retirado pelos Usos Outorgados

Usos Outorgados	Volume	% do Volume
Irrigação	11778479,50	50,18843
Aquicultura	557879,6	2,37714
CAGEPA	11132158,67	4743443
Total Anual – m ³	23468517,86	
Total mensal – m ³	1955709,821	
Total mensal – hm ³	1,9557	

7 USOS DA ÁGUA

Segundo a CAGEPA, 2015 o trecho em estudo do rio Piancó e responsáveis pelo abastecimento das cidades de Cajazeirinhas, São Bentinho, Condado, Malta, São José de Espinharas, Patos, Cacimba de Areia, Quixaba, São Mamede, Várzea, São José do Sabugi, Santa Luzia, Passagem, Areias de Baraúnas, Salgadinho, Assunção, Pombal, Distrito de Santa Gertrudes todas no sertão de Paraíba.

Segundo a Chesf (2015) a Usina Coremas é suprida pelos açudes públicos Estevam Marinho e Mãe D'água, através da interligação dos rios Piancó e Aguiar por um canal com capacidade máxima de 12 m³/s. a energia gerada é transmitida por uma subestação elevado, da qual é feita a conexão com o sistema de transmissão, exercendo um importante papel de reforço ao sistema regional do interior do estado da Paraíba.

A utilização das águas de açudes e rios como área de lazer é uma realidade em quase todo o Brasil, principalmente nos estados de região Nordeste, por apresentar altas temperaturas durante todo o ano, propiciando o turismo direcionado para o lazer e entretenimento ofertado pelo contato direto com a água. Na Paraíba as margens dos açudes Coremas Mãe D'água e as praias fluviais dos rios Piancó Piranhas durante o período de estiagem são bastante explorado pela população, por dispor de extensas de areia ao longo de seus cursos, para diversão e o lazer.

Na esfera da pecuária da sub-bacia do Rio Piancó, em número de propriedades destinadas como a criação de caprino e criação intensiva de principalmente de gado, como uma alternativa para a economia produtiva local, estas atividades são desenvolvidas sem o manejo adequado podendo causar uma série de impactos ao meio ambiente, contribuindo para aceleração no processo de desertificação em áreas susceptíveis, além de ser considerado grande consumidora de recursos hídricos disponíveis para dessedentação e para a higiene dos animais (ADESE, 2011).

No setor Agrícola o enfoque é para as lavouras temporárias, que tem seu ciclo no período inferior a um ano, envolvem os cultivos de arroz, batata-doce, cebola, fava, feijão, girassol, mamona, mandioca, melancia, milho, sorgo e tomate. A sub-bacia do Rio Piancó se destaca entre as demais, pela maior área destinada a cultura temporária, principalmente, ao cultivo de arroz. Na área da sub-bacia do Rio Piancó cultivo é milho, em 64,9% desta área (PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BACIA PIRANHAS-AÇU, 2013).

8 CONCLUSÕES

- O regime hidrológico do rio, ocorre uma grande variabilidade das vazões, principalmente nos períodos de março a junho, com maior intensidade entre abril e maio, concomitante com o período chuvoso. No restante do ano o regime é dominado pelo processo de regularização do rio promovidos por Coremas Mae d'água.
- O domínio das águas parte da bacia é de domínio estadual que tem como órgão gestor AESA
- A ocorrência de vazões máximas (cheias) está condicionada a vazão de sancria dos sistemas de reservatório, em menor proporção da formação de cheias na BHIRP associada a ocorrência de chuvas intensas na área da bacia.
- Onde a maior variação até 400 anos de período de recorrência com vazões cheias atingindo $900\text{m}^3/\text{s}$
- As vazões mínimas estão condicionadas a vazão de regularização na maior parte do tempo principalmente no período de estiagem ficando as vazões de referência $Q_{7/10}$ e Q_{90} com valores de 1,087 e 3,689 respectivamente
- Qualidade da água com relação aos parâmetros analisados não houve alteração na temperatura no interior da bacia
- Condutividade elétrica ocorrem um pequeno aumento nos seus valores, porém dentro da faixa preconizada pela legislação
- Turbidez houve um leve aumento apenas nos períodos chuvosos mantendo-se dentro das faixas aceitáveis no restante do tempo
- Oxigênio Dissolvido de modo geral ocorreu um pequeno aumento em período de estiagem ocasionado pela elevação no nível de alutificação com intensa atividade de fotossíntese

REFERÊNCIAS

ADESE - Agência de Desenvolvimento Sustentável do Seridó, 2011. **Diagnóstico da Bacia Leiteira do Território do Seridó / RN**. Caicó-RN, 156 p. 2011.

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). **Comitê Piranhas-Açu**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/comites/piranhasacu>. Acesso em: 05/02/2011.

AESA - Agência Nacional de Águas, Ministério do Meio Ambiente; **LEGISLAÇÃO BÁSICA** 2ª edição Superintendência de Administração, Finanças e Gestão de Pessoas Brasília-DF2007.

ANA - Agência Nacional De Águas. Ministério Do Meio Ambiente **Plano De Recursos Hídricos Da Bacia Hidrográfica Do Rio Piranhas-Açu**. Brasília - DF 2016.

AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba ; **Plano Estadual de Recursos Hídricos Relatório Final**. Disponível em <http://www.aesa.pb.gov.br/relatorios/hidrologico>. Acesso em 07 de março de 2016.

ALMEIDA, H. A. de. **Probabilidade de ocorrência de chuvas no Sudeste da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC**. Boletim Técnico, n.182. 32p. 2001.

ANA - Agencia Nacional de Água; Ministério do Meio Ambiente Alternativas Organizacionais para gestão de Recursos Hídricos, **Cadernos De Capacitação Em Recursos Hídricos**, volume3. p31, 2013.

ANA - Agencia Nacional de Água. ANA **define regras emergenciais de uso em rios e açudes no semiárido por causa da seca**. http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12402. Acesso em 10 de março de 2016

ANA - Agência Nacional de águas **Glossario de Termos Hidrológico**, disponível em : <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=6010>. Acesso em 07 de março de 2016.

ARAÚJO, M. L. M. N.; et al. Impactos Ambientais nas margens do Rio Piancó causados pela Agropecuária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental** GVADS- Grupo Verde de agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel.v.4, n.1, p. 13-33. Pombal, janeiro/dezembro de 2010 http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/index_

BANCO DO NORDESTE. **Manual de Impactos Ambientais**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1999.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Senado, 1988.

CARNEIRO, T. C.; FARIAS, C. A. S. Otimização Estocástica Implícita e Redes Neurais Artificiais para Auxílio na Operação Mensal dos Reservatórios Coremas - Mãe d'ÁguaRBRH, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** Volume 18 n.4 –Out/Dez 2013.

CARVALHO, D.A. et al. Florística e estrutura da vegetação arbórea de um fragmento de floresta semidecidual às margens do reservatório da usina hidrelétrica Dona em uma floresta de galeria em Itutinga, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.14, n.1, p.37-55, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062011000200020>>. Acesso em: 20 jun. 2009. doi: 10.1590.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) – Esalq/usp. **Pecuária de Corte Brasileira: Impactos Ambientais e Emissões de Gases Efeito Estufa**. Piracicaba, 2008.

CHESF - **Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF)**. Disponível em: http://www.chesf.gov.br/portal/page/portal/chesf_portal/paginas/sistema_chesf/sistema_chesf_geracao/container_geracao?p_name=8A2EEABD3BE0D002E0430A803301D002. Acessado em 12 de novembro de 2015

CBHRPPA - **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó Piranhas Acú**. Disponível em: <<http://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/site/a-bacia/>>. Acesso em: 17 de jun. 2014.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n.357, de 17 de março de 2005**. Brasília. <http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>. 6 Abr. 2005.

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. Otimização e simulação comparativa de cenários de outorga. **RBRH – Revista Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 75-91, 2005.

FACHIN, Z.; SILVA, D. M. **Acesso à água potável: direito fundamental de sexta dimensão**. Campinas: Millenium, 2012.

FARIAS, M. S.; LIMA, V. L. A. Recursos Hídricos. In: ROCHA et al. **Manejo Ecológico Integrado de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: Eprgraf, 2011.

FRANTZ, L. C.; CRUZ, J. C. O processo de outorga de direito de uso de recursos hídricos superficiais no Rio Grandedo Sul: contribuições para o aprimoramento. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v.17, n. 1. p.5-16 2010.

GARCIA, C. A. B.; BARRETO, P. R. **Condições ambientais e qualidade da água do açude Buri- Frei Paulo/SE**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.Maceió – AL, 2011.p. 20

KOSMINSKY, L.; ZUFFO, A. C. **Nordeste seco e a transposição do rio São Francisco**. São Paulo (SP): Integração (USJT), p. 167-175, 2009.

Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.semarh.rn.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

LIMA, C. A. G. **Análise e sugestões para diretrizes de uso das disponibilidades hídricas superficiais da bacia hidrográfica do rio Piancó, situada no estado da Paraíba**. Tese (Programa de Doutorado em Recursos Naturais) – UFCG, Campina GrandePB, 2004.

LIMA, C. A.G, et al.**The Water Management Conceptions Of Coremas-Mãe D'água Integrated Reservoirs System And Their Influence On Its Regulated Flow**. *Recie*, Uberlândia, v. 15, n. 1/2, p. 63-71, jan.-dez. 2006.

LIMA, A. M.; SANTOS, F.F. Analysis of Physical-Chemical Properties and Potentially Toxic Metals in Water of the Rio Claro, Next to Jataí City – GO, **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol.14, n_ 2, Jul/Dez 2012.

LOURENÇO, A. M. G.; RODRIGUES, A. B.; SOUSA, A. S.; CHAVES, S. R. M.; SALES, L. G.; SALES, R. M. M.; **Análise Geoecológica do Município de Pombal-PB como Subsídio para Gestão Territorial**. Recife, 2010, 3p.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & águas**. 2. ed. Belo Horizonte, MG: CRQ-MG, 2004.p.977.

MACHADO, E.L.M. et al. Efeitos do substrato, bordas e proximidade espacial na estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Lavras, MG. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v.31, n.2, p.287-302, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042010000200015>>. Acesso em: 25 maio, 2009. doi:10.1590.

MELO C. I. P. **Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos**
Publicação específica para a I Oficina do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, Junho 2008

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P.; Agroecol e Desenvol. Rur. **Sustent.** v. 3, p. 33., 2002.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, **Ciclo Hidrológico**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>. Acesso em 10 de março de 2016.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2001, 204 p.

MORAIS, R. C. de S. **Diagnostico Socioambiental do Balneario Curva São Paulo-Terezina-PI**. Dissertação do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí, Terezina, 2012.

MOTA, F.S.B. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2ed. Rio de Janeiro. ABES, 1995.

MOURA, E. M. **Avaliação Da Disponibilidade Hídrica E Da Demanda Hídrica No Trecho Do Rio Piranhas-Açu Entre Os Açudes Coremas-Mãe D'água E Armando Ribeiro Gonçalves**. Programa de Pós-graduação, em Engenharia Sanitária (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, 2007

NAIME, R. H.; CARVALHO, S.; NASCIMENTO, C. A. Avaliação da qualidade da água utilizada nas agroindústrias familiares do vale dos sinos. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.2, n.1, p. 105-119, jan./abr. 2009 - ISSN 1981-9951.

NOUVELOT, J.F ; FERRIRA, P.A.S, 1977, **Bacia Representativa do Riacho do Navio Série Hidrologia** N° 2, 249.

PARÁIBA, DECRETO N° 19.260, DE 31 DE OUTUBRO DE 1997 – **Regulamenta a Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos**. Disponível em http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/decretos/estadual/19260_97_outorga_agua.pdf. Acessado em 31 de outubro de 2015.

PEREIRA, S. B. **Evaporação no Lago de Sobradinho e Disponibilidade Hídrica no Rio São Francisco**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Ambiental), Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2004.

PEREIRA, S. S. **Panorama da Gestão dos Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde na Cidade de Campina Grande/PB: um enfoque da percepção ambiental apresentada por profissionais da saúde.** 2009, 182 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal e Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2009.

PEREIRA, I.M. et al. Caracterização ecológica de espécies arbóreas ocorrentes em ambientes de mata ciliar, como subsídio à recomposição de áreas alteradas nas cabeceiras do Rio Grande, Minas Gerais, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.2, p.235-253, 2010.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA DO GOVERNO FEDERAL. **Convênios por estado/município.** Disponível em: <<http://www.portaldatransparencia.gov.br/convenios/DetalhaConvenio.asp?CodConvenio=657651&TipoConsulta=0>> . Acesso em 04/07/2012.

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA PIRNHAS- AÇU. Relatório Parcial: RP-03- Diagnóstico da Bacia do Rio Piranhas- Açu. 2013.

PRHRP, **Plano De Recursos Hídricos Da Bacia Hidrográfica Do Rio Piranhas-Açu Resumo Executivo**, Agência Nacional de Águas; 2015.

PRIOSTE; M. A. O. **Bacia Hidrográfica Do Rio Das Ostras: Proposta Para Gestão Ambiental Sustentável**, Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, 2007.

QUEIROZ M. F.; DANTAS, E. F.; SILVA, A. L. Qualidade e quantidade da água do rio piancó, teibutário do rio piranhas açu na região nordeste, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** v. 8, n. 2, p. 49-58, abr-jun, 2013.

RODRIGUES, A. C. L. Et al. Um Modelo de Outorga para Bacias Controladas por Reservatórios: 2 - Aplicação do Modelo na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó — PB; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais CTRN — UFCG, RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** Volume 16 n.4 - Out/Dez 2011, 83-94

SCIENTEC, Associação para Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba: Bacias do Piancó e do Alto Piranhas.** SEPLAN, Brasil, 1997.

SECTMA - Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente e Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs). **Gestão de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba.** João Pessoa, fevereiro/2007

SILVA, R.M. et al. **Bacias Hidrográficas-PHD 307 Hidrologia Aplicada**. USP, São Paulo-São Paulo, 1999.

SOUSA, T. M. I. S, et al. Qualidade ambiental da bacia do Rio Piancó Piranhas Açú. Environmental quality of river basin Piancó Piranhas Açú. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v 9, n. 4, p. 84-94, out-dez, 2014.

SOUSA, W. S.; SOUSA, F. A. S. **Rede neural artificial aplicada à previsão de vazão da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.2, p.173-180, 2010, Campina Grande, PB, UAEA/UFPA – <http://www.agriambi.com.br> Protocolo 069.08 – 08/04/2008 • Aprovado em 24/07/2009

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. **Previsão de vazão**. In: Tucci, C. E. M.; Braga, B. (org.) Clima e recursos hídricos no Brasil. Porto Alegre: ABRH, 2003. p.281-348.

TUCCI C. E. M. Aguas Urbanas: interfaces no gerenciamento. In PHILIPPI Jr; A. **Sanamento, Saúde e Ambiente: fundamento para um desenvolvimento sustentável**. Barueri-SP: Manole. p. 375-411, 2005.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica / SQA**. – Brasília: MMA, 2006.

VAN DEN BERG, E.; OLIVIRA-FILHO, A.T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itubutinga, MG e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v.23, n.3, p.231-253, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042010000200015>>. Acesso em: 20 maio, 2009. doi:10.1590.

VAN DEN BERG, E.; SANTOS, F.A.M. Aspectos da variação ambiental em uma floresta de galeria em Itutinga, MG, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.2, p.83-98, 2003

WOLFFENBÜTTEL, A. Marco Regulatório. Desafios do desenvolvimento. **Caderno de Capacitação em recursos Hídricos**, volume 3. Disponível em: <http://desafios2.ipea.gov.br/desafios/edicoes/19/artigo14917-1.php>. IPEA. Brasília. Ed. 19, maio 2005.