



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL

UIGNO JEFSSON DE SOUSA BISPO

**IMPACTOS QUANTI-QUALITATIVOS NO RIO PIANCÓ-PIRANHAS
DECORRENTES DOS SEUS DIVERSOS USOS**

Pombal - PB

2016

UIGNO JEFSSON DE SOUSA BISPO

**IMPACTOS QUANTI-QUALITATIVOS NO RIO PIANCÓ-PIRANHAS
DECORRENTES DOS SEUS DIVERSOS USOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia Ambiental, da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande como um dos requisitos de avaliação para obtenção do grau de BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL.

ORIENTADOR

Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira De Queiroz

Pombal - PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

B622i Bispo, Uigno Jefsson de Sousa.
Impactos quanti-qualitativos no Rio Piancó-Piranhas decorrentes dos seus diversos usos / Uigno Jefsson de Sousa Bispo. – Pombal, 2016.
42f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar.
"Orientação: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz".

1. Recursos Hídricos. 2. Rio Piancó - Piranhas - Vazão. 3. Gestão de Recursos Hídricos. I. Queiroz, Manoel Moisés Ferreira de. II. Título.

CDU 556.18(043)

UIGNO JEFSSON DE SOUSA BISPO

**IMPACTOS QUANTI-QUALITATIVOS NO RIO PIANCÓ-PIRANHAS
DECORRENTES DOS SEUS DIVERSOS USOS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do grau de BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL e aprovado em sua forma final pela Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, PB.

APROVADO EM ___/___/___

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz

Orientador–UACTA/CCTA/UFCG

Prof. Dr^a. Érica Cristine Medeiros de Machado

Examinador Interno – UACTA/CCTA/UFCG

Prof. Edilson Leite da Silva

Examinador externo – CFP/UFCG

Pombal – PB

2016

À minha família, em especial aos meus pais, Uilaneide e Josinaldo, e o meu avô, Juarez Pedro, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, pela luz que sempre guiou os meus passos e por todas as bênçãos que recebi em toda minha trajetória.

Aos meus pais, por todo amor e dedicação, a toda a minha família, em especial a meu avô Juarez Pedro e a minha avó Neci Joana pelo exemplo de amor e vida.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar pela oportunidade de realizar o curso.

A todos os professores que contribuíram com a minha formação, em especial aos professores que em muitos momentos foram mais que mestres, foram amigos, e grandes incentivadores, em especial, Érica Cristine, Manoel Moisés, Virgínia de Fátima, entre tantos outros.

Ao Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz, pela orientação, confiança, aprendizado e incentivo constante durante todos os momentos de nossa convivência.

Aos colegas do curso de Engenharia Ambiental, turma 2011.1, em especial os mais que amigos Kaio Vinicius, Carlos Eduardo, Myrla Oliveira, Maria Juliana, Sayonara Costa, Rodrigo Macedo.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram, em especial Lenisson Luan, Rafael Pinheiro e Weberton Dantas.

A todos, que de maneira direta ou indireta contribuíram para a minha formação e para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

BISPO, U.J.S. **Impactos Quanti-Qualitativos No Rio Piancó-Piranhas Decorrentes Dos Seus Diversos Usos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB. 2016. 42 pgs.

RESUMO

O conhecimento dos impactos quanti-qualitativos em um corpo hídrico é de suma importância para se ter um gerenciamento adequado dos recursos hídricos. O presente estudo analisou as características qualitativas e quantitativas em um trecho do rio Piancó - Piranhas, manancial da cidade de Pombal, região oeste do Estado da Paraíba. Para tal fim, foi determinada as vazões de referência e vazões ecológicas, aplicando o método da curva de permanência, o qual é empregado no referido local para a concessão de outorgas, e avaliou-se a qualidade da água do corpo hídrico. Os dados de vazão utilizados foram das estações fluviométrica localizada no município e os dados qualitativos foram obtidos através de análises em diferentes locais do trecho. Conclui-se que a vazão de referência estimada pelo método utilizado para o trecho do rio foi de $3,56 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ e a vazão ecológica estimada foi de $0,356 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, conforme os critérios adotados no estado da Paraíba. No trecho avaliado, a relação entre a vazão diária e o volume outorgado indica o atendimento das demandas e a conservação do ecossistema fluvial e os de acordo com os parâmetros analisados o rio se apresenta em boas condições.

Palavras-chave: corpo hídrico, outorga, Pombal, vazão.

BISPO, U.J.S. **Quantitative-Qualitative Impacts In Rio Piancó-Piranhas Arising From Their Various Uses.** Work Completion of course (Diploma in Environmental Engineering) - Federal University of Campina Grande, Pombal - PB. 2016. 42 pgs.

ABSTRACT

Knowledge of quantitative and qualitative impacts on a water body is very important to have an adequate management of water resources. This study analyzed the qualitative and quantitative characteristics in a stretch of the river Piancó - Piranhas, fountainhead of the city of Pombal, the western region of the state of Paraíba. To this end, it was determined the reference flow and instream flows, applying the method of the curve remained, which is employed in the place referred to the provision of grants, and evaluated the water quality of the water body. Flow data used were the fluvimetric stations in the municipality and the qualitative data were obtained from analyzes in different parts of the stretch. It follows that the reference flow estimated by the method used for the stretch of the river was $3.56 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ and the estimated ecological flow was $0.356 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, according to the criteria adopted in the state of Paraíba. The assessed section, the relationship between the daily flow and the given volume indicates meet the demands and the conservation of the river ecosystem and according to the parameters analyzed the river is presented in good condition.

Keywords: water body, grants, Pombal, flow.

LISTA DE SIGLAS

ADCP – Acoustic Doppler Current Profiler - Medidor acústico

AESA – Agência Estadual de Gestão das Águas

ANA – Agência Nacional de Águas

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

OD – Oxigênio Dissolvido

ONGs – Organizações não governamentais

pH – Potencial Hidrogênionico

SDT – Sólidos Dissolvidos Totais

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização do município de Pombal-PB	24
Figura 2 - Trecho escolhido para a realização das coletas	25
Figura 3 - Localização dos postos pluviométricos	26
Figura 4 - Turbidímetro (A) e Sonda Multiparamétrica (B)	27
Figura 5 - Gráfico de Permanência dos valores diários de vazões do posto fluviométrico Sitio Vassouras (1995-2015)	32
Figura 6 - Gráfico de permanência dos valores diários de vazões do posto fluviométrico Pau Ferrado (1995-2015)	32
Figura 7 - Porcentagem dos usos das vazões outorgadas	37
Figura 8 - Vazões outorgadas segundo seus usos	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios de outorga de direito de uso da água em alguns estados brasileiros	16
Tabela 2 - Alguns parâmetros adotados pela CONAMA para a classificação das águas doces	23
Tabela 3 – Localizações dos pontos de coleta	26
Tabela 4 - Dados de velocidade média e de vazão obtidos	29
Tabela 5 - Valores dos parametros analisados	29
Tabela 6 - Classificacao dos trechos	30
Tabela 7 - Vazões Q_7 para o posto fluviométrico Sitio Vassouras e Pau Ferrado.....	33
Tabela 8 - Valores de $Q_{7,10}$ obtidos.....	34
Tabela 9 - Valores das vazões outorgáveis e ecológicas	35
Tabela 10 - Vazao maxima outorgavel para a $Q_{7,10}$	35
Tabela 11 - Vasões outorgadas no trecho do rio Piancó-Piranhas que corta o município de Pombal e seus usos	36
Tabela 12 - Disponibilidade hídrica do rio Piancó	39

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	04
RESUMO	05
ABSTRACT	06
LISTA DE SIGLAS	07
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	08
LISTA DE TABELAS	09
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS	13
2.1. OBJETIVO GERAL	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1. RECURSOS HÍDRICOS	13
3.2. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	15
3.2.1. OUTORGA	15
3.3. MEDIÇÃO DE VAZÃO	17
3.3.1. CURVA DE PERMANÊNCIA	17
3.3.2. MÉTODO DA Q _{7,10}	18
3.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA.....	19
3.4.1. PARÂMETROS FÍSICOS	19
3.4.2. PARÂMETROS QUÍMICOS	20
3.5. CLASSIFICAÇÃO DOS RIOS	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1. LOCAL DE ESTUDO	24
4.2. COLETA E ANÁLISE	25
5. RESULTADOS E DISCURSÃO.....	29
5.1. RESULTADOS DAS ANÁLISES	29
5.1. CLASSIFICAÇÃO DO RIO	30

5.3. DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE REFERÊNCIA	31
5.4. VAZÕES DE OUTORGA.....	34
5.5. DISPONIBILIDADE HÍDRICA	36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. Introdução

A intensa diversificação dos usos múltiplos da água, a destruição de áreas alagadas, a supressão de matas ciliares, a poluição e a contaminação dos corpos hídricos pelo despejo de resíduos líquidos e sólidos *in natura* ou não tratados adequadamente, têm ocasionado intensa perda da qualidade e/ou disponibilidade da água.

A água se faz de extrema importância para a sobrevivência da sociedade, pois além de ser um recurso essencial para a manutenção da vida, ela está presente em quase todos os processos de produção, por isso se faz cada vez mais necessário uma gestão que leve em consideração todos os usos da água.

O rio Piancó serve de fonte de água para diversas cidades ao longo de seu curso, além do abastecimento humano ele atende outros usos, como irrigação difusa, irrigação em perímetros públicos, dessedentação animal, lazer e aquicultura. Serve também para o lançamento de efluentes, de origem urbana e industrial, que muitas das vezes não são tratados antes do seu lançamento, isto causa diversos impactos no rio, os quais variam de acordo com a intensidade e nível das atividades, o que provoca uma deterioração ou alteração da qualidade e disponibilidade de água.

O conhecimento sobre a quantidade e qualidade da água em um corpo hídrico é de fundamental importância para a tomada de decisão a respeito do uso que será feito dele.

Nesse contexto, o estudo da quantidade e qualidade da água em rios se faz necessário para a adequada gestão dos usos feitos do corpo hídrico, como a coleta para o abastecimento humano, a navegabilidade do canal do rio, a poluição das águas, o despejo de resíduos líquidos e sólidos.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi determinar as características qualitativas e quantitativas do trecho do rio Piancó – Piranhas, no município de Pombal - PB.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Avaliar os impactos quanti qualitativos causados no rio Piencó – Piranhas, decorrente dos diversos usos realizados no trecho que corta o município Pombal - PB.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar medidas de vazão e velocidade média;
- Identificar as características quanti qualitativa da água do rio;
- Avaliar a qualidade da água do trecho;
- Avaliar a disponibilidade de água no trecho do rio;
- Estabelecer a vazão de outorga para diversos usos.

3. Revisão Bibliográfica

Ao longo dos próximos subtópicos serão apresentados alguns dos princípios fundamentais para a análise da qualidade da água assim como também para a quantidade e disponibilidade da mesma. Além disso, será apresentado uma breve revisão dos métodos utilizados para essas análises.

3.1. Recursos Hídricos

O crescimento da demanda mundial, por água de boa qualidade, a uma taxa superior à taxa de renovabilidade do ciclo hidrológico, é um consenso nos meios técnicos e científicos internacionais. Este crescimento tende a se tornar uma das maiores pressões antrópicas sobre os recursos naturais do planeta no próximo século. De fato, o consumo mundial d'água cresceu mais de seis vezes entre 1900 e 1995 - mais que o dobro das taxas de crescimento da população - e continua a crescer rapidamente com a elevação de consumo dos setores agrícola, industrial e residencial (WMO, 1997).

O Brasil, com 14% da água do planeta, possui, entretanto, uma distribuição desigual do volume e disponibilidade de recursos hídricos: enquanto um habitante do Amazonas tem 700.000 m³ de água por ano disponíveis, um habitante da Região Metropolitana de São Paulo tem 280 m³ de água por ano disponíveis. Essa disparidade traz inúmeros problemas econômicos e sociais, especialmente levando-se em conta a disponibilidade/demanda e saúde humana na periferia das grandes regiões metropolitanas do Brasil: esse é um dos grandes problemas ambientais deste início de século XXI no Brasil (TUNDISI, 2008).

O Nordeste é a região brasileira mais afetada pela escassez de água. A situação é mais insustentável para os mais de 8 milhões de habitantes do semiárido. Estudos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) revelam que as chances dos agricultores colherem boas safras são de três anos em dez na região. Em quatro anos, a produção cai muito e, em três, as perdas são quase totais. Nesses anos de secas mais intensas, o Produto Interno Bruto (PIB) agrícola da região sofre uma redução de 60% (SILVA, 2002).

3.2. Gestão dos Recursos Hídricos

A Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e foi um grande passo para o gerenciamento de tais recursos. Essa lei tem como preceitos básicos: a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento; a consideração dos múltiplos usos da água; o reconhecimento da água como um bem finito, vulnerável e dotado de valor econômico; e a necessidade da consideração da gestão descentralizada e participativa desse recurso (BRASIL, 1997).

O princípio de gestão descentralizada refere-se a uma proposta de que tudo que puder ser decidido no âmbito de governos regionais, e mesmo locais, não deve ser tratado em nível do governo federal, sendo necessária a gestão participativa envolver os usuários, a sociedade civil organizada, as ONGs e outras entidades interessadas no processo de tomada de decisão (SETTI et al., 2001).

Segundo Yassuda (1993), é por meio da gestão integrada dos recursos hídricos que se pode assegurar a preservação, o uso, a recuperação e a conservação em condições satisfatórias dos usos múltiplos feitos pelos usuários dos recursos hídricos, isso de forma compatível com a eficiência e o desenvolvimento equilibrado e sustentável da região.

3.2.1. Outorga

A Política Nacional de Recursos ressalta a importância de cinco instrumentos essenciais à boa gestão dos recursos hídricos: a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água, o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso, o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e o Plano Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

A outorga é uma ferramenta indispensável de gestão dos recursos hídricos, pois permite aos gestores o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, ao mesmo tempo que garante 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 (PEREIRA, 2004).

A outorga não dá ao usuário a propriedade da água ou a sua alienação, mas o simples direito de seu uso, portanto, poderá ser suspensa, parcial ou totalmente, 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 Tabela 1 apresenta alguns dos critérios de concessão de outorgas utilizados por alguns estados brasileiros.

Tabela 1 - Critérios de outorga de direito de uso da água em alguns estados brasileiros.

Estado	Vazão Referencial	Critério de Outorga (1)	Vazão ecológica indiretamente estabelecida
PR	Q _{7,10}	50% da vazão referencial	50% da Q _{7,10}
BA	Q ₉₀ diário	80% da vazão referencial quando não houver barramento, ou quando houver barramento em cursos d'água perenes.	20% da Q ₉₀
		95% da vazão referencial quando houver barramento em curso d'água intermitente. Quando o suprimento for para abastecimento humano, o percentual pode atingir 95% da vazão referencial.	5% da Q ₉₀
		No caso de vazões regularizadas por reservatórios, a vazão residual de 20% da vazão referencial deve escoar a jusante por descargas de fundo ou por qualquer outro dispositivo que não inclua bombas de recalques. Nenhum usuário individualmente receberá outorga superior a 210% da vazão referencial em um dado manancial.	20% da Q ₉₀
PB	Vazão regularizada com 90% de garantia	90% da vazão referencial	10% da Q ₉₀
RN		90% da vazão referencial	10% da Q ₉₀
CE		90% da vazão referencial em cursos d'água com barramento; em lagos ou lagoas, 33% da vazão referencial.	10% ou 67% da Q ₉₀

(1) Limite de autorização de retirada de água acumulada até a seção fluvial. Fonte: Benetti et al. (2003).

3.3. Medição de Vazão

Por vazão entende-se o volume de água que passa numa determinada seção do rio por unidade de tempo, a qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m³/s. (CARVALHO, 2007).

Segundo Carvalho (2008), em corpos hídricos que não seja possível a utilização de aparelhos para a medição de vazão como o ADCP ou o molinete, pode-se fazer o uso de procedimentos indiretos de medição para esse fim.

A medição indireta consiste de uma forma “manual” de estimar a vazão seja em rios ou córregos. É um método simples em que é exigido um embasamento teórico para se estimar a vazão, ao contrário de métodos automáticos como o uso do ADCP, onde o aparelho realiza todos os cálculos necessários apresentando-os de forma instantânea no monitor, não exigindo maiores conhecimentos do processo de medição. (CARVALHO, 2008)

Segundo Carvalho (2008), a medição indireta de vazão de um rio consiste no seguinte procedimento: com o uso de uma trena, é medido a largura do canal, no caso da sua ausência pode ser usado uma corda, após determinada a largura do canal, é determinada sua profundidade média, que é feito com o uso de uma simples vara de bambu, uma corda com peso, ou medir a laser ambos devidamente marcados na escala métrica, em seguida, faz-se medições para estimar a profundidade média do canal, logo depois vem a parte mais delicada do processo que é a estimativa da velocidade média do fluxo, na qual são utilizados alguns artefatos, desde folhas até flutuadores postos no eixo central do canal, estes objetos são postos num determinado ponto e solto, a distância pré-fixada em que o objeto flutua (podendo ser 1, 2 ou 10... metros) e o tempo decorrido estima-se a velocidade, isto é, velocidade é igual ao tempo dividido pela distância ($v = t/d$), este passo pode ser repetido três vezes para que se tenha uma melhor média da velocidade da corrente de água.

3.3.1. Curva de Permanência

A curva de permanência é o complemento da função de distribuição de vazões diárias, mensais, anuais, ou de qualquer outro intervalo de tempo, que

representa de modo gráfico, a relação entre a magnitude e frequência com que essas vazões são igualadas ou superadas em um dado período de tempo. Tal curva fornece uma simples, porém concisa, visão gráfica do comportamento hidrológico de uma bacia, quanto à variabilidade das vazões ao longo do tempo (PINTO, 2006).

As curvas de permanência são aplicadas a uma variedade de problemas em recursos hídricos, são fáceis de usar, explica, e entender e, como dispositivos gráficos, expressam uma riqueza de informações hidrológicas. Seu uso difundido é em parte devido ao fato que as curvas de permanência podem fornecer informações hidrológicas complexas para detentores do poder de decisão que podem não ter uma experiência em hidrologia. Curvas de permanência têm uma longa história em engenharia de recursos hídricos, e inovações recentes que permitem computar períodos de retorno médios e intervalos de confiança para as curvas de permanência fornecem flexibilidade adicional à sua aplicação. As curvas de permanência são atraentes porque tendem a simplificar problemas de recursos hídricos e permitem fáceis explicações para eles; porém, sua limitação primária é que tendem a simplificá-los demasiadamente (VOGEL et. al., 1994).

3.3.2. Método da $Q_{7,10}$

É um método que se insere dentro do grupo de Métodos Hidrológicos ou de Vazões Históricas ou Empíricas onde são utilizadas apenas informações de vazões históricas para requerimento de vazões mínimas em rios (PAULO, 2007).

No Método $Q_{7,10}$ trabalha-se com vazões mínimas para estabelecer a vazão máxima possível de ser utilizada pelos usuários. O valor obtido (a vazão mínima) visa manter os padrões de qualidade da água em corpos receptores de poluentes, sendo a quantidade suficiente para a sua remoção (PAULO, 2007).

A $Q_{7,10}$ é obtida computando-se as médias móveis das vazões médias diárias com janelas de 7 dias ao longo de um ano. A mínima dessas médias móveis é retida. O processo é repetido para cada ano da série histórica, obtendo-se uma série de valores mínimos de vazões médias de 7 dias consecutivos. Essas vazões são ordenadas em ordem crescente de magnitude, onde são estimadas suas Funções de Distribuição (sendo essa função empírica ou um

modelo estatístico que melhor se ajuste aos dados de vazão mínima) e períodos de retorno. Desta Função de Distribuição pode-se estimar a vazão mínima de 7 dias de duração com período de retorno de 10 anos (PAULO, 2007).

3.4. Características Físico-Químicas da Água

Na gestão dos recursos hídricos, os aspectos de quantidade e qualidade não podem ser dissociados, o que reforça a importância da avaliação da disponibilidade hídrica, em termos qualitativos de águas superficiais. Essa avaliação é tão importante que indicativos de degradação ambiental podem ser mostrados através de dados de qualidade de água (SILVA *et al*, 2003).

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, química e biológica (VON SPERLING, 2005).

Segundo Von Sperling (1996), esses parâmetros são: os físicos (cor, turbidez, sabor e odor e temperatura), os químicos (pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e sólidos), complementando com análises microbiológicas.

As características físicas e químicas da água estão associadas a uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e em sua bacia de drenagem. As características que serão abordadas nesse trabalho são apresentadas a seguir.

3.4.1. Parâmetros Físicos

- **Turbidez**

Segundo Von Sperling (2005), a turbidez representa o grau de interferência da passagem da luz através da água, o que confere uma aparência turva a mesma, o responsável por esse parâmetro são os sólidos em suspensos, que podem ser de origem natural e antropogênica, em corpos d'água pode reduzir a penetração da luz, prejudicando a fotossíntese.

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água (CETESB, 2014).

- **Temperatura**

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas (CETESB, 2009)

A temperatura desempenha um papel crucial no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (CETESB, 2014).

3.4.2. Parâmetros Químicos

- **Sólidos Totais**

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas

frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão) (CETESB, 2014)

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos ou, também, danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (CETESB, 2014).

- **pH**

Representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala antilogarítmica), dando uma indicação de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (VON SPERLINS, 2005).

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, em determinadas condições de pH, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados. Outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal, quanto pela legislação do estado. Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9 (CETESB, 2014).

- **Oxigênio dissolvido (OD)**

O OD é essencial à vida, por isso é um dos principais parâmetros utilizados para avaliar o nível de poluição das águas. Teores muito elevados são indicativos da presença de algas (fotossíntese) no meio e teores muito baixos são indicativos da presença de grandes quantidades de matéria orgânica (esgotos) (VON SPERLING, 1996).

O oxigênio dissolvido (OD) é de essencial importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem o uso do oxigênio nos seus processos

respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se as condições anaeróbicas (ausência de oxigênio), com possível de maus odores (VON SPERLING, 2005)

O oxigênio proveniente da atmosfera dissolve-se nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial. Este mecanismo é regido pela Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura, sendo que quanto menor for a temperatura, maior será a concentração de gases na água. A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade, sendo que a taxa de reaeração superficial em uma cascata (queda d'água) é maior do que a de um rio de velocidade normal, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa, com a velocidade normalmente bastante baixa (CETESB, 2009).

- **Demandas bioquímica de oxigênio (DBO)**

DBO é uma indicação indireta do teor de matéria orgânica nos corpos de águas, significando o consumo de oxigênio dissolvido durante a oxidação da matéria orgânica realizada pelas bactérias, ou seja, indica o grau de poluição dos corpos de água. Quanto maior for a quantidade de matéria orgânica, maior será o consumo de oxigênio e maior será a DBO (VON SPERLING, 1996)

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água (CETESB, 2009).

3.5. Classificação dos Rios

A classificação dos corpos de água superficiais, com vista a seu enquadramento, é regida pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 17 de março de 2005, a qual foi estruturada considerando as exigências de qualidade específicas para os usos preponderantes dos recursos hídricos, estabelecendo classes, isto é o conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros, com graus decrescente de qualidade (LIMA, 2008).

O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes, instrumento de gestão instituído pela Política Nacional de Recursos Hídricos, tem como objetivo assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais restritivos a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes, constituindo-se portanto de um instrumento fundamental tanto para o gerenciamento dos recursos hídricos como para o planejamento ambiental (LIMA, 2008).

Segundo a CONAMA as águas doces são agrupadas, de acordo com os usos a que se destina, em cinco classes: especial, classe I, classe II, classe III e classe IV. Os padrões de qualidade das águas determinados na referida Resolução CONAMA, estabelece limites individuais para cada parâmetro para as classes das águas doces.

Na Tabela 2 estão apresentados alguns dos parâmetros utilizados para o enquadramento das águas doces.

Tabela 2 - Alguns parâmetros adotados pela CONAMA para a classificação das águas doces.

Classe	pH	OD (mg/L)	DBO5 (mg/L)	Turbidez (UNT)	Sólidos (mg/L)
I	6 a 9	>6	3	40	500
II	6 a 9	>5	5	100	500
III	6 a 9	>4	10	100	500
IV	6 a 9	>2	-	-	500

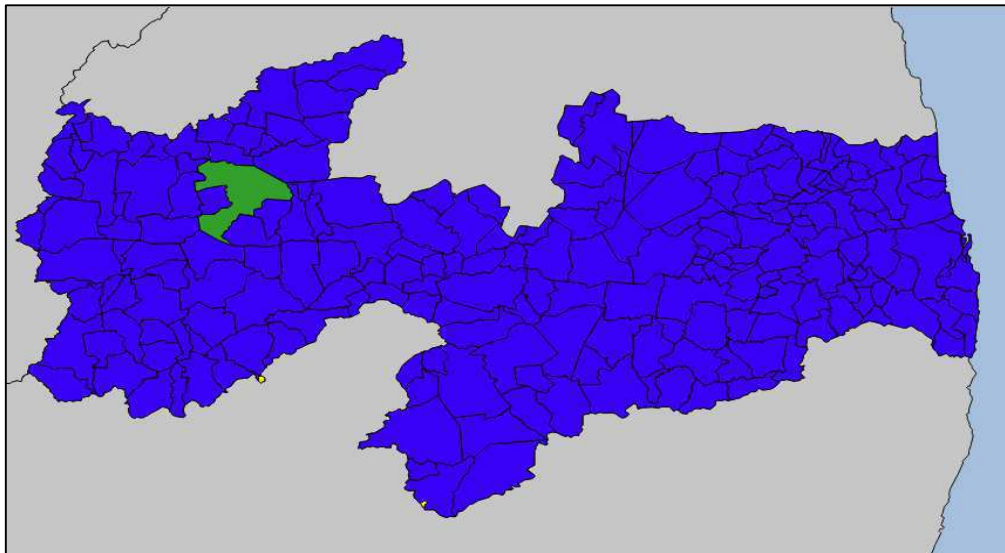
Fonte: CONAMA, 2005.

4. Materiais e Métodos

4.1. Local de Estudo

Este trabalho foi desenvolvido no município de Pombal (Figura 1), a qual situa-se na região oeste do Estado da Paraíba, Mesorregião do Sertão Paraibano e Microrregião de Sousa. Possui área de 888,802 km², a sede municipal situa-se há uma altitude de 184 metros e está a uma distância de 388,2 km da capital do estado.

Figura 1 - Localização do município de Pombal-PB.



Fonte: Autor, 2016.

O clima é do tipo *Tropical Semiárido*, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril, com precipitação média anual é de 431,8mm. A vegetação é basicamente composta por *Caatinga Hiperxerófila* com trechos de *Floresta Caducifólia* (CPRM, 2005).

O município de Pombal encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, entre a sub-bacia do Rio Piancó e a região do Alto Piranhas (CPRM, 2005).

Seus principais tributários são os rios Piranhas e Piancó, além dos riachos Forquilha, Timbaúba, da Caiçara, do Ju á, do Logradouro, do Cedro, do Mari, da Onda, Seco, Dois Irmãos, Jurema, Alagadiço, do Gado Bravo, Jenipapo, Cachoeira Grande, do Pedro, do Meio, Caiçarinha, das lajes, do André, Várzea

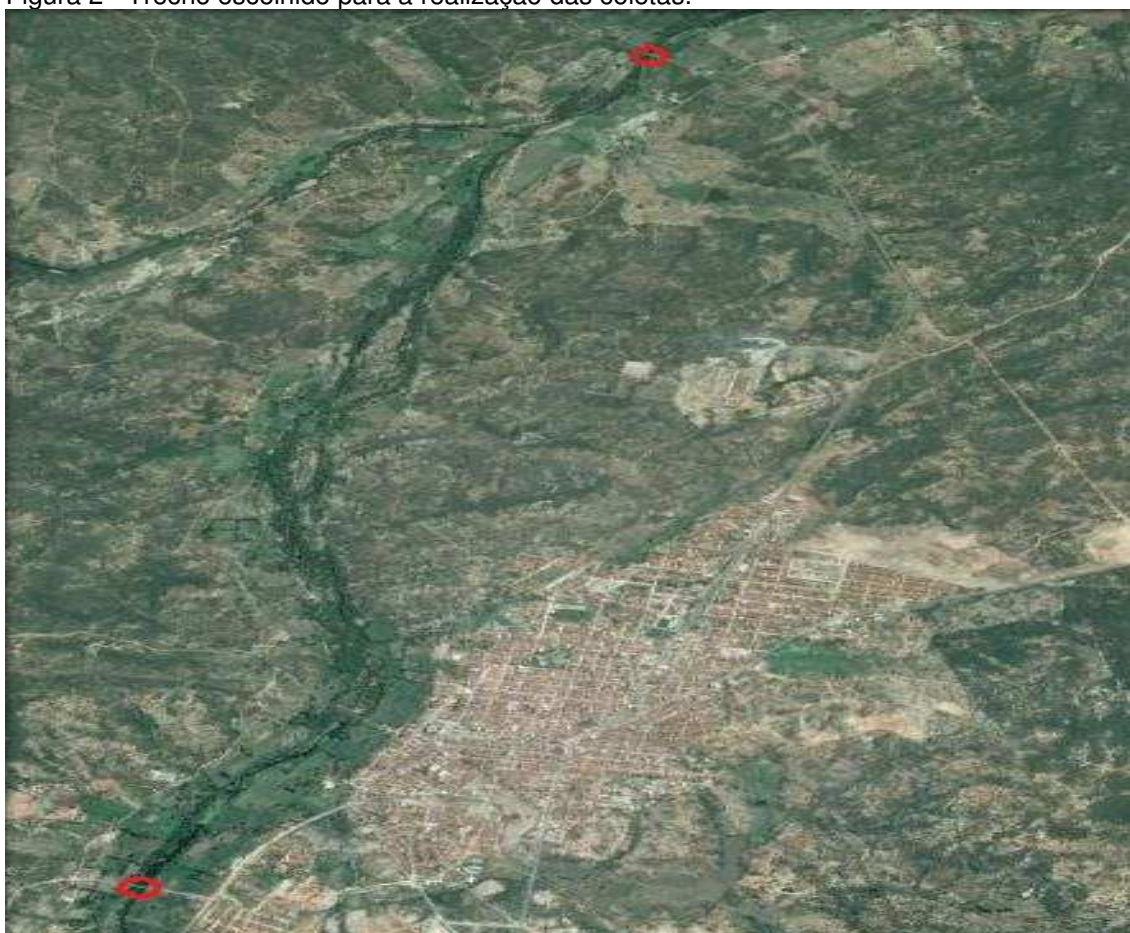
de Boi, Morcego, Laranjeira, da Roça e Riachão. Os principais corpos de acumulação são os açudes: da Pia, Riacho Seco, Caiçara, Recanto e Gangorra. Todos os cursos d' água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (CPRM, 2005).

4.2. Coleta e Análise

Os pontos de coleta das amostras e medição de variáveis *in situ* localizou-se entre a Ponte Nova localizada na BR 338, próximo ao bairro dos Pereiros e na ponte do Arial localizado na BR 230, saída de Pombal em direção a Sousa.

Foram escolhidos 4 pontos, os quais 2 deles foram feitos nas respectivas pontes e os outros 2 foram feitos ao longo do trecho escolhido, o qual é demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Trecho escolhido para a realização das coletas.



Fonte: Google maps.

Na Tabela 3 estão apresentadas as localizações geográficas dos pontos de coleta.

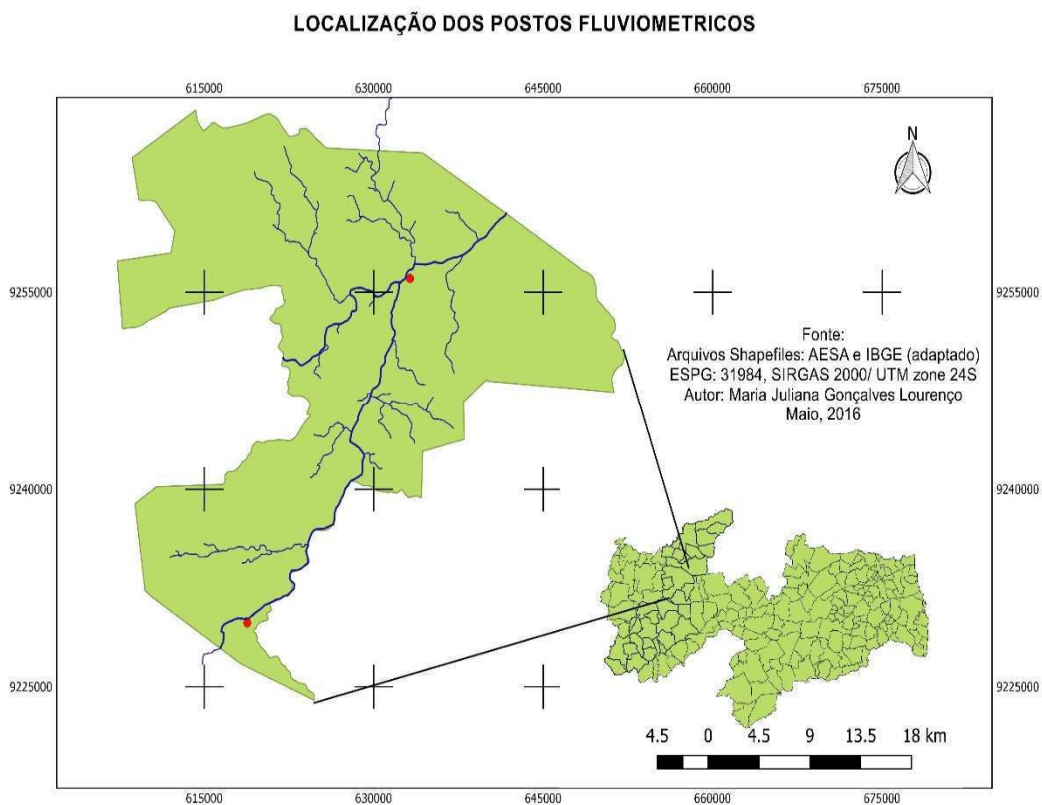
Tabela 3 - Localizações dos pontos de coleta.

Ponto	Latitude	Longitude
A1	6°46'47''S	37°48'44''O
A2	6°46'55''S	37°48'46''O
A3	6°46'10''S	37°48'19''O
A4	6°43'33''S	37°47'50''O

Fonte: Autor, 2016.

Além desses pontos de coleta, também foram utilizados os dados de dois postos fluviométrico da ANA situados na área do município de Pombal, o posto fluviométrico Pau Ferrado (Código 37380000) e o posto fluviométrico Sitio Vassouras (Código 37410000), os quais são demonstrados na Figura 3.

Figura 3 - Localização dos postos fluviométricos



As concentrações das variáveis: oxigênio dissolvido, temperatura da água e pH foram determinadas *in situ* com sonda multiparamétrica (marca Lovibond, modelo sensodirect 150, Figura 4), como também a turbidez, que foi determinada com turbidímetro (marca Policontrol, modelo AP2000, Figura 4).

Figura 4 – Turbidímetro (A) e Sonda Multiparamétrica (B).



Fonte: Arquivo pessoal, 2016.

Em seguida foram feitas as medições de profundidade da seção escolhida, a qual foi realizada da seguinte maneira: primeiro foi esticado um cabo de aço de um lado a outro do rio em linha reta, tomando cuidado para o mesmo não tocar na água, em seguida foi medido a profundidade da lamina d'água com o auxílio de uma vara de metal graduada a cada dois metros.

A velocidade foi medida com o auxílio de uma boia, a qual era lançada de um ponto e pego em outro, a uma distância de 12 metros do ponto de lançamento, o tempo de percurso era anotado, esse processo era repetido três vezes e feito em vários locais ao longo do perfil transversal do rio.

Após as análises *in situ* foram feitas as coletas, realizadas em diferentes pontos ao longo do perfil transversal escolhido, as amostras foram acondicionadas e levadas ao laboratório de hidrogeologia do CCTA-UFCG para as análises das seguintes variáveis: DBO5 e sólidos totais.

Os valores de vazão (Q) foram feitos com o auxílio do software Microsoft *Excel*, utilizando os dados de velocidade e da área do perfil transversal dos pontos escolhidos, obtidos nas campanhas.

5. Resultados e Discussão

5.1. Resultados das Análises

Os dados de vazão e velocidade média, obtidos nas 4 campanhas de medição, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Dados de velocidade média e de vazão obtidos.

Ponto	Velocidade média (m/s)	Área (m ²)	Vazão (m ³ /s)
A1	0,47	9,24	4,32
A2	0,24	13,56	3,29
A3	0,18	8,3	1,50
A4	0,25	38,20	9,75

Fonte: Autor, 2016.

O ponto A3 apresenta uma grande perda de velocidade média e de vazão em relação aos demais, devido a uma bifurcação que ocorre logo antes do ponto escolhido, e como só foi possível a realização das análises em apenas um dos braços do rio, houve essa grande variação nesses valores.

O ponto A4 apresenta um grande aumento do valor de vazão devido a junção entre o rio Piancó e o rio Piranhas que acontece antes deste ponto.

Em relação à medição dos parâmetros de qualidade da água na área de estudo, as variáveis analisadas e os valores correspondentes estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores dos parâmetros analisados.

Ponto	Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Turbidez (UNT)	Sólidos Totais (mg/L)
A1	30,7	8,06	12,7	1,5	4	8,59
A2	27,8	7,19	11	0,6	5	61,18
A3	31,7	8,17	3,2	1,2	6	15,63
A4	31,1	8,47	10,5	0,1	122	89,54

Fonte: Autor, 2016.

O ponto A3 apresenta uma OD muito baixa, devido a sua localização que é logo após o lançamento do esgoto da cidade, a qual ainda não apresenta uma estação de tratamento de esgoto (ETE), diminuindo significativamente o valor de OD deste ponto, que segundo Von Sperling, (2005), os esgotos apresentam grandes quantidades de matéria orgânica, o que quando lançados em corpos hídricos provoca uma diminuição nos valores de OD.

O ponto A4 que apresentou um grande aumento na turbidez, fato que pode ser causado pelo aumento na quantidade de sólidos dissolvidos, como foi observado pelo aumento no valor de sólidos totais, o que pode ter sido causado pela precipitação que ocorreu na região alguns dias antes das realizações da coleta.

Os valores de concentrações de sedimentos encontrados nesse estudo, se apresentam dentro da faixa encontrada por Garrido (2013), que é de 2,53 mg/L e 161,99mg/L, quando estudava o mesmo local.

5.2. Classificação do Rio

Com a análise entre dados da Tabela 5, obtidos nas campanhas, e os valores dos parâmetros da Tabela 1, utilizados pela CONAMA para a classificação de rios de água doce, pode-se dizer que a maioria dos parâmetros analisados se apresentam dentro dos limites da classe I, com isso os pontos onde foram feitas as coletas podem ser classificados como demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Classificação dos trechos.

Ponto	Classe
A1	I
A2	I
A3	IV
A4	II

Fonte: Autor, 2016.

Podemos notar que o rio Piancó ao chegar ao município de Pombal-PB se apresenta em uma ótima qualidade, segundo os dados dos parâmetros analisados nesse trabalho, e que ele não sofre um grande impacto na sua qualidade, só no ponto posterior do lançamento de esgotos da cidade (ponto A3), mas este se recupera rapidamente deste impacto retornando praticamente ao seu estado anterior a deste ponto, isso pode ser notado pelos dados dos parâmetros do ponto A4 que estão muito próximo dos do ponto A2 e A1.

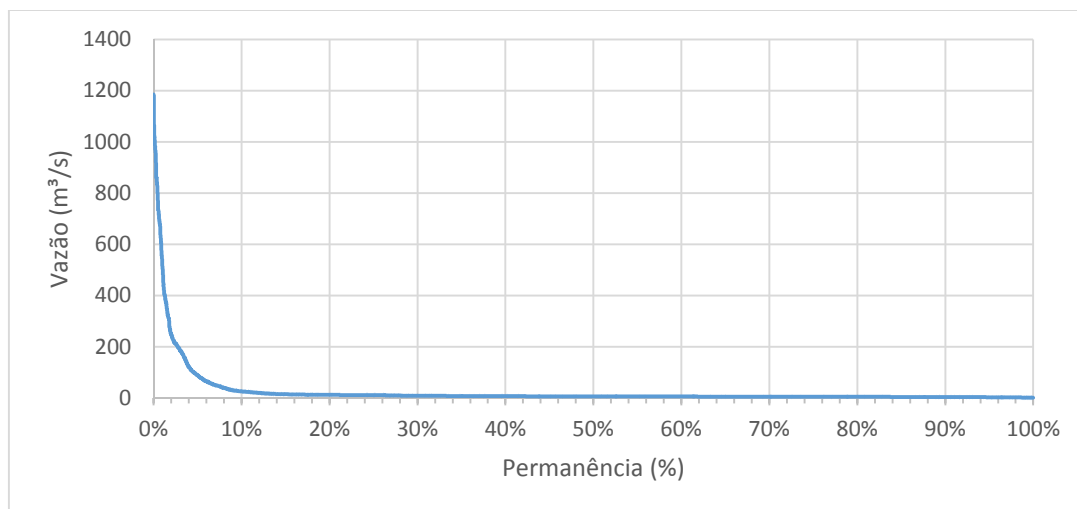
5.3. Determinação das Vazões de Referência

A vazão utilizada neste estudo para a caracterização dos eventos mínimos foi a vazão associada à permanência de 90% ($Q_{90\%}$) e a $Q_{7,10}$, frequentemente utilizada em procedimentos de outorga de uso da água.

Para a determinação das vazões de referência, utilizado o método da curva de Permanência, o qual permite uma visualização imediata da potencialidade natural que o rio apresenta, destacando a vazão mínima e o grau de permanência das diferentes magnitudes de vazão, foram utilizados os dados diários dos postos fluviométricos Sitio Vassouras (código – 37410000), localizado no rio Piranhas e Pau Ferrado (código – 37380000), localizado no rio Piancó, no período entre 1995 a 2015.

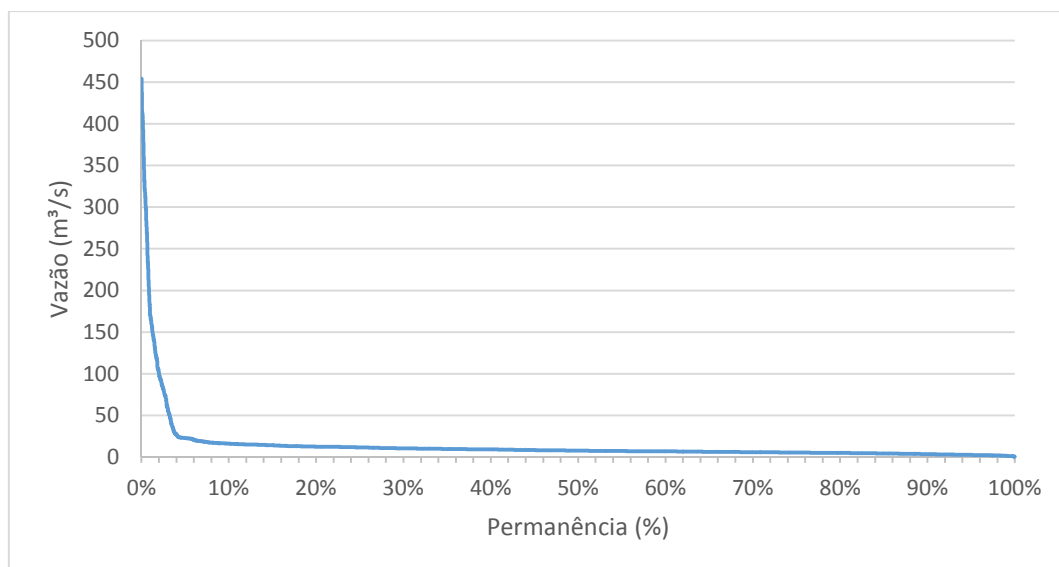
No gráfico das Figuras 5 e 6, estão apresentadas as curvas de permanência diária, obtidas a partir dos dados dos postos fluviométricos do Sitio Vassouras e Pau Ferrado. A vazão de permanência de 90% corresponde ao valor de vazão de referência são de 9,01 e 3,56 $m^3 s^{-1}$, respectivamente.

Figura 5 - Gráfico de permanência dos valores diários de vazões do posto fluviométrico Sitio Vassouras (1995-2015).



Fonte: Autor, 2016.

Figura 6 - Gráfico de permanência dos valores diários de vazões do posto fluviométrico Pau Ferrado (1995-2015).



Fonte: Autor, 2016.

Para o método da $Q_{7,10}$, foi utilizado o mesmo período de tempo da curva de permanência, de 1995 a 2015, e os dados de vazão dos mesmos postos fluviométricos. Primeiramente foi feito o cálculo da Q_7 (vazão de 7 dias de permanência), por meio da determinação da média móvel de 7 dias para cada ano, em seguida foi retirado a menor valor, esse valor representa a vazão mínima que passa pelo trecho do rio durante sete dias consecutivos, assim ficando com

os valores de Q_7 apresentados na Tabela 7 para o posto fluviométrico Sítio Vassouras e Pau Ferrado.

Tabela 7 - Vazões Q_7 para o posto fluviométrico Sítio Vassouras e Pau Ferrado.

Sítio Vassouras		Pau Ferrado	
Ano	Vazão Q_7 (m ³ /s)	Ano	Vazão Q_7 (m ³ /s)
1995	5,24	1995	5,24
1996	5,69	1996	5,68
1997	2,07	1997	2,07
1998	10,90	1998	10,9
1999	2,04	1999	2,04
2000	1,37	2000	1,37
2001	3,10	2001	3,1
2002	1,41	2002	1,41
2003	0,31	2003	0,31
2004	1,13	2004	1,13
2005	4,99	2005	4,98
2006	3,67	2006	3,67
2007	2,41	2007	2,41
2008	3,07	2008	3,07
2009	3,89	2009	3,88
2010	3,51	2010	3,51
2011	7,53	2011	7,52
2012	12,00	2012	12
2013	5,61	2013	5,61
2014	1,96	2014	1,95
2015	2,34	2015	2,34

Fonte: Autor, 2016.

Segundo Sarmento (2007), para o cálculo da $Q_{7,10}$ aplica-se uma distribuição estatística de vazão mínima, nas quais as mais usadas são a distribuição de Gumbel e Weibull. Nesse trabalho foi utilizado a distribuição de Gumbel para valores mínimos, escolhido devido ao melhor ajuste dos valores a essa distribuição.

Para o cálculo dos valores de $Q_{7,10}$, foi usado a equação de Gumbel, conforme Righetto (1998). Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Valores de $Q_{7,10}$ obtidos.

Postos	μ	S	β	α	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)
Sítio Vassouras	3,03	1,69	1,32	2,27	1,30
Pau Ferrado	4,01	3,05	2,38	2,63	2,03

Onde: μ é a média, S o desvio padrão, β e α são parâmetros da equação de Righetto.
 Fonte: Autor, 2016

A vazão $Q_{7,10}$ é conhecida como vazão ecológica, que conforme Ministério do Meio Ambiente (MMA), a vazão ecológica se refere a vazão mínima necessária para garantir a preservação do equilíbrio natural e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos.

5.4. Vazões de Outorga

A Outorga é dada aos usuários após definir-se a vazão de referência, a ANA sempre que possível procura adotar vazões sazonais, como a Q95% de cada mês, como vazão de referência, mas cada estado da federação brasileira pode estabelecer seus critérios de outorga e do direito de uso da água, possuindo seu próprio método ou critério para a definição da vazão que pode ser utilizada. No Brasil, os critérios para definição da vazão de referência são basicamente fundamentados em dados de séries históricas de vazão.

Como apresentado na Tabela 1 o critério de concessão de outorga no estado da Paraíba é 90% da vazão regularizada com garantia de 90%, ou seja, 90% da Q_{90} , segundo a ANA para o rio Piancó que é perenizado pela barragem de Coremas - Mãe d'água apresenta uma vazão regularizada de 10,51 m³.s⁻¹, assim temos que a vazão máxima de outorga é de 9,459 m³.s⁻¹ e a ecológica de 1,051 m³.s⁻¹.

Como demonstrados nesse estudo as vazões Q_{90} do trecho que passa pelo município de Pombal são de 9,01 e 3,56 m³ s⁻¹, para o rio Piranhas e Piancó respectivamente, que estão abaixo da vazão máxima outorgável, se for levado em consideração a vazão regularizada pela barragem de Coremas – Mãe d'água, para a concessão de outorgas nesse trecho do rio, deve-se ter o conhecimento da vazão real que chega no local, já que outras cidades também usam a água do rio.

Tendo como base as vazões Q_{90} encontradas temos as seguintes vazões de outorga e ecológicas, apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Valores das vazões outorgáveis e ecológicas.

Local	Vazão Q_{90} ($m^3 s^{-1}$)	Vazão máxima outorgável ($m^3 s^{-1}$)	Vazão ecológica ($m^3 s^{-1}$)
Sítio Vassouras (Rio Piranhas)	9,01	8,109	0,901
Pau Ferrado (Rio Piancó)	3,56	3,20	0,356

Fonte: Autor, 2016.

A vazão $Q_{7,10}$ é muito utilizada mundialmente como a vazão de referência concessão de outorga, pois ele consegue uma garantia maior na preservação das condições de equilíbrio dos ecossistemas aquáticos do rio, se utilizarmos ela como a vazão de referência no estado da Paraíba, ficamos com os seguintes valores de vazões outorgáveis (Tabela 10).

Tabela 10- Vazão máxima outorgável para a $Q_{7,10}$.

Local	Vazão $Q_{7,10}$ ($m^3 s^{-1}$)	Vazão máxima outorgável ($m^3 s^{-1}$)
Sítio Vassouras (Rio Piranhas)	2,03	1,83
Pau Ferrado (Rio Piancó)	1,30	1,17

Fonte: Autor, 2016.

Podemos notar que o valor máximo de outorga no trecho do rio que corta o município de Pombal, é muito maior utilizando como vazão de referência a Q_{90} , a qual é utilizada como critério pelo estado da Paraíba, do que utilizando a $Q_{7,10}$.

Para a vazão de referência da ANA a Q_{95} , temos o mesmo valor para os dois pontos, que é de aproximadamente $2,4 m^3 s^{-1}$, utilizando a curva de permanência, considerando essa vazão temos que o valor máximo outorgável é de 2,16.

5.5. Disponibilidade Hídrica

Para a análise de disponibilidade hídrica do trecho foi feito o levantamento das outorgas existentes no local, utilizando todas as outorgas mesmo se já se encontrassem vencidas. A Tabela 11 apresenta as vazões retiradas do rio e o seu referido uso.

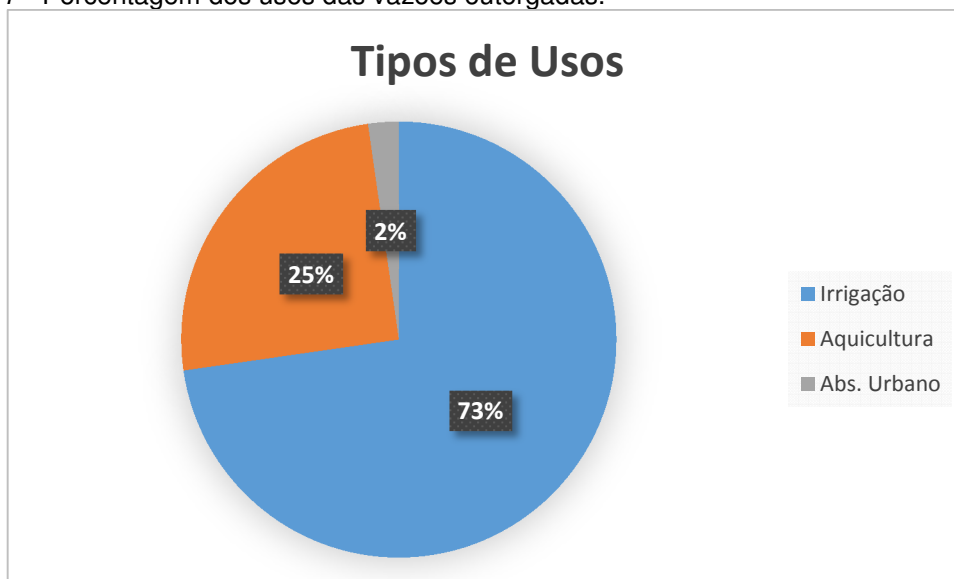
Tabela 11 - Vazões outorgadas no trecho do rio Piancó-Piranhas que corta o município de Pombal e seus usos.

Tipo de Uso	Vazão outorgada (m³/s)	Tipo de Uso	Vazão outorgada (m³/s)
Irrigação	0,0047	Irrigação	0,0111
Irrigação	0,0028	Aquicultura	0,0045
Irrigação	0,0075	Aquicultura	0,0083
Irrigação	0,0041	Irrigação	0,0064
Aquicultura	-	Aquicultura	-
Irrigação	0,0039	Irrigação	0,0125
Aquicultura	-	Aquicultura	0,0125
Irrigação	0,0144	Aquicultura	0,0045
Irrigação	0,0028	Irrigação	0,0066
Irrigação	0,0106	Irrigação	0,0083
Irrigação	0,0075	Irrigação	0,0139
Irrigação	0,0075	Irrigação	0,0108
Irrigação	0,0111	Irrigação	0,0031
Aquicultura	0,0030	Aquicultura	0,0047
Abastecimento Urbano	0,0703	Irrigação	0,0047
Irrigação	0,0083	Irrigação	0,0031
Aquicultura	0,0053	Irrigação	0,0119
Irrigação	0,0075	Irrigação	0,0328
Irrigação	0,0061	Irrigação	0,0027
Irrigação	0,0066	Irrigação	0,0031
Aquicultura	0,0066	Irrigação	0,0075
Irrigação	0,0086	Irrigação	0,0075

Fonte: AESA.

As Figuras 7 e 8, apresentam as porcentagens dos usos e as vazões por eles usados no local de estudo.

Figura 7 - Porcentagem dos usos das vazões outorgadas.



Fonte: Autor, 2016.

Figura 8 - Vazões outorgadas segundo seus usos.



Fonte: Autor, 2016.

Como no trecho do rio que passa pelo município de Pombal ocorre a união do rio Piancó com o rio Piranhas, ele apresenta duas vazões de referência muito diferentes, tendo isso vista, a análise da disponibilidade será realizada com a vazão que entra no território do município, a do rio Piancó, o qual é conseqüentemente mais usado pela cidade, já que o rio Piranhas está depois da cidade e perto do final do território do município. A Tabela 12 apresenta o valor de disponibilidade hídrica.

Tabela 12 - Disponibilidade hídrica do rio Piancó.

Rio	Vazões outorgadas (m ³ s ⁻¹)	Vazões máximas de outorga (m ³ s ⁻¹)	Disponibilidade (m ³ s ⁻¹)
Piancó	0,38	3,56	3,18

Fonte: Autor, 2016.

Como visto na Tabela 12, o trecho do rio que passa pelo município apresenta uma boa disponibilidade hídrica, mas lembrando que este rio é perenizado por uma barragem e que apresenta uma vazão regularizada, e portando suas vazões de outorga praticamente permaneçam constantes ao longo do tempo se não ocorrer uma redução na vazão liberada por Coremas – Mãe d'água (Rio Piancó) ou o aumento do consumo de água por outras cidades antes dele chegar ao município.

Se a análise da disponibilidade for feita utilizando a $Q_{7,10}$ como vazão de referência temos uma disponibilidade hídrica de 0,92 m³s⁻¹, valor muito menor que o anterior, mas esse valor apresenta uma maior garantia de preservação do corpo hídrico.

6. Considerações Finais

O rio se apresenta em boas condições ao longo do seu percurso, segundo os parâmetros analisados neste trabalho, o que indica que mesmo com o lançamento do esgoto da cidade no seu curso, ele consegue retornar rapidamente ao seu estado inicial, conseqüentemente ele deve apresentar uma alta capacidade de autodepuração.

O método utilizado para definição das vazões de referências e das vazões ecológicas mostraram-se de fácil aplicação, entretanto, baseiam apenas em dados de séries históricas de vazão, não levando em consideração a biota do rio e do ecossistema em entorno do corpo hídrico. Portanto, novos estudos sobre a vazão ecológica devem ter por base também o conhecimento da biota do curso d'água e suas relações.

Quando a disponibilidade hídrica do corpo hídrico, ele atende as demandas feitas pela cidade e ainda apresenta uma grande quantidade de volume de água disponível para ser utilizado, principalmente no segundo ponto estudado.

Os conhecimentos prévios das vazões de referência e ecológicas e das características qualitativas de um corpo hídrico, proporcionam subsídios que fundamentam a tomada de decisões e ajudam num planejamento e manejo do uso racional dos recursos hídricos, permitindo adequar os fatores socioeconômicos aos ecológicos.

Referência Bibliográfica

BENETTI, A. D.; LANNA, A. E.; COBALCHINI, M. S. **Metodologias para determinação de vazões ecológicas em rios**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 149-160, abr./jun. 2003.

BRASIL. Política nacional de recursos hídricos: Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília, DF: MMA/SRH, 1997.

CARVALHO, T.M. **Quantificação dos Sedimentos de Suspensão e de Fundo no Médio Rio Araguaia**. Revista Geográfica Acadêmica, v.1, n.1. p.55-64, 2007.

CARVALHO, T.M. **Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais**. Revista Brasileira de Geografia Física, v.1, n.1. Recife - PE, 2008.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Apêndice A. Série Relatórios. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. São Paulo, 2009. 44p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade**. Apêndice D. Série Relatórios. São Paulo, 2014. 46p.

GARRIDO, J. W. A. **Transporte de Sedimentos em Suspensão e de Fundo na Bacia Hidrográfica do rio Piancó Piranhas Açú**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2013.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Pombal, estado da Paraíba. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

LIMA, V. L. A.; CHAVES, L. H. G. **Qualidade da água**. Campina Grande: Gráfica Agenda, 2008.

PAULO, R. G. F. **Vazões Ecológicas em Trechos de Vazão Reduzida : destaque para aplicação do método do perímetro molhado no caso de capim branco i**. Universidade Federal de Minas Gerais, p. 114, 2007.

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.

PINTO, J. A. O. **Avaliação de Métodos para a Regionalização de Curvas de Permanência de Vazões para a Bacia do Rio das Velhas**. Universidade Federal de Minas Gerais, p. 219, 2006.

RIGHETTO, A. M. Hidrologia e Recursos Hídricos. EESC / USP, São Carlos- SP, 840 p. 1998.

SARMENTO, R. **Estado da arte da vazão ecológica no Brasil e no mundo**. Produto 2. Unesco/Ana/CBHSF , 2007

SETTI, A.A.; LIMA, J.E.F.W.; CHAVES, A.G.M.; PEREIRA, I.C. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. 2. ed. Brasília, DF: ANEEL/ANA, 2001. 328 p.

SILVA, C. H. R. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil.** , v. 55, n. 61, 2002.

SILVA, S. R.; FREIRE, P. K. C.; BARBOSA, D. L.; WANDERLEY, S. F. S. **A gestão de recursos hídricos no estado de Pernambuco.** Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Unidade de Administração e Controle dos Recursos Hídricos, 2003.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções.** , v. 22, n. 63, 2008.

VOGEL, R. M., FENNESSEY, N. M. **Flow duration curves: II: A review of applications e in water resources planning.** Water Resources Bulletin, 31(6), p.1029-1039, 1994.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** V. 1, 2ª. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** V. 1, 3ª. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

World Meteorological Organization – WMO (1997). “Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World”. WMO, Genebra

YASSUDA, E. R. **Gestão de recursos hídricos:** Fundamentos e aspectos institucionais. Revista Adm. pub. Rio de Janeiro, 1993.