



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANÁLISE DA CARGA ORGÂNICA EM UMA ÁREA ALAGADA EXISTENTE NO
CAMPUS SEDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**

MOAMA ARRUDA FELINTO DE ARAÚJO

CAMPINA GRANDE – PB

MARÇO DE 2018

MOAMA ARRUDA FELINTO DE ARAÚJO

**ANÁLISE DA CARGA ORGÂNICA EM UMA ÁREA ALAGADA EXISTENTE NO
CAMPUS SEDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**

Trabalho de Conclusão de Curso elaborado
como requisito final para a obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil, junto à
Universidade Federal de Campina Grande.

Área de concentração: Saneamento

Orientadora: Dra. Patrícia Hermínio Cunha Feitosa

Coorientadora: Me. Patrícia Alves Pereira

CAMPINA GRANDE – PB

MARÇO DE 2018

MOAMA ARRUDA FELINTO DE ARAÚJO

**ANÁLISE DA CARGA ORGÂNICA EM UMA ÁREA ALAGADA EXISTENTE NO
CAMPUS SEDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**

BANCA EXAMINADORA

**Dra. Patrícia Hermínio Cunha Feitosa
Orientadora**

**Dra. Dayse Luna Barbosa
Examinador interno**

**Me. Elis Gean Rocha
Examinador externo**

CAMPINA GRANDE – PB

MARÇO DE 2018

RESUMO

Foi realizada uma investigação ambiental em uma área alagada existente no Campus Sede da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, que recebe efluentes líquidos industriais e domésticos. Através do reconhecimento da área ao redor, do levantamento das atividades realizadas no entorno como potenciais fontes poluidoras e caracterizações físico-químicas das águas residuárias foi possível quantificar a carga orgânica existente nessa área. Em consequência disso, pôde-se relacionar ao tipo de efluente e sua origem em quatro pontos analisados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a carga orgânica, a partir da análise de concentração de matéria orgânica na água. As análises de parâmetros pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), temperatura e pH, foram realizadas no Laboratório de Saneamento da própria universidade. Os poluentes lançados apresentam efeito negativo na qualidade da água da área em estudo, principalmente, quanto ao oxigênio dissolvido, onde devido a elevadas cargas orgânicas, podem ter consumido o oxigênio disponível, dificultando o processo de autodepuração da área. Os pontos analisados sofrem interferência de efluentes vindos de fora e de efluentes produzidos pelas atividades realizadas dentro da própria universidade.

Palavras-chave: área alagada; matéria orgânica; autodepuração; esgoto doméstico, esgoto industrial.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the organic load in a flooded area at the Federal University of Campina Grande – UFCG, through the analysis of organic matter concentration in water. An environmental investigation was conducted in the flooded area which receives industrial and domestic liquid effluents. Through the recognition of the surrounded area, the survey of activities carried out in the environment as potentials source of pollution and physicochemical characterisation of wastewater, it was possible to quantify the organic load in the flooded area. Consequently, it was possible to relate the effluent type and its origin in four analysed points. Analysis of parameters such as pH, dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD₅), chemical oxygen demand (COD) and temperature were carried out in the Sanitation Laboratory of Federal University of Campina Grande. The released pollutants had a negative effect on the water quality of the flooded area, mainly in reason of to the dissolved oxygen, where due to high organic loads it may have consumed the available oxygen, hampering the process of self-purification of the area. The analysed points suffer interference from outside effluents and effluents produced by the activities conducted at the University.

Key-words: flooded area; organic matter; self-purification; domestic sewage; industrial sewage.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores típicos de parâmetros de carga orgânica no esgoto.....	20
Tabela 2 Relação entre temperatura e vida aquática	21
Tabela 3 Distância entre os pontos de amostra e suas respectivas coordenadas geográficas ...	27
Tabela 4 Métodos utilizados para análises dos parâmetros de qualidade de água	28
Tabela 5 Resultados encontrados para os parâmetros avaliados	33
Tabela 6 Resultados obtidos para cada ponto em todos os parâmetros	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Zonas de autodepuração.....	16
Figura 2 Bacias de Drenagem e esgotamento de Campina Grande - PB	24
Figura 3 Percurso do riacho e detalhe de ponto alagado	24
Figura 5 Vegetação <i>Brachiaria sp</i> encontrada na área de estudo	25
Figura 6 Vegetação <i>Hydrocotyle verticilata</i> , encontrada na área de estudo	25
Figura 4 Limites da UFCG e pontos de coleta	27
Figura 7 Atividades e edificações no entorno da área de estudo.....	29
Figura 8 Fábrica de papel localizada ao lado da UFCG.....	30
Figura 9 Posto de combustíveis e comércios no entorno da UFCG.....	30
Figura 10 Estufas utilizadas pelo curso de Engenharia Agrícola.....	31
Figura 11 Prédio do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN.....	31
Figura 12 Prédio do Laboratório de Hidráulica I - CR	32
Figura 13 Campo de futebol nas imediações da área de estudo.....	33

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

NBR - Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas

UFMG - Universidade Federal de Campina Grande

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO - Demanda Química de Oxigênio

OD – Oxigênio Dissolvido

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

OMS - Segundo a Organização Mundial de Saúde

IQA -Índice de Qualidade das Águas

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 POLUIÇÃO DA ÁGUA EM ÁREAS URBANAS X SANEAMENTO BÁSICO	13
3.2 ÁREAS ÚMIDAS EM CENTROS URBANOS	14
3.3 AUTODEPURAÇÃO NOS CORPOS D'ÁGUA	15
3.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	17
3.4.1 Oxigênio Dissolvido - OD.....	17
3.4.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO.....	18
3.4.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO	19
3.4.4 Temperatura.....	20
3.4.5 Potencial Hidrogeniônico - pH.....	21
4. METODOLOGIA.....	23
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	23
4.1.1 Vegetação	25
4.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	26
4.3 PARÂMETROS AVALIADOS	27
4.4 IDENTIFICAÇÃO DE ATIVIDADES REALIZADAS NO ENTORNO DA ÁREA DE ESTUDO	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 IDENTIFICAÇÃO DE ATIVIDADES REALIZADAS NO ENTORNO DA ÁREA DE ESTUDO	29
5.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA A PARTIR DA ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	33
5.2.1 Oxigênio Dissolvido – OD	34
5.2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO.....	34
5.2.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO	36
5.2.4 Temperatura.....	37
5.2.5 Potencial hidrogeniônico – pH	38
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
6. CONCLUSÕES.....	40
7. REFERÊNCIAS	41
ANEXO I.....	46

1. INTRODUÇÃO

O padrão de qualidade de vida de uma população está diretamente relacionado à disponibilidade e qualidade da água que lhe é ofertada, sendo esta, o recurso natural mais importante e susceptível a impor limites ao desenvolvimento econômico e social, em muitas partes do mundo. O crescimento significativo da população ao longo dos anos, além de gerar ampliação das demandas por água, as atividades humanas transformam os ecossistemas e comprometem a qualidade das reservas hídricas.

Segundo Rebouças (1999), o aumento do consumo, níveis de poluição crescentes e falta de gerenciamento dos recursos hídricos contribuem para aumentar a escassez de água. A demanda e a oferta dos recursos hídricos são cada vez mais comprometidas na medida que, em muitos lugares, as águas superficiais e subterrâneas são contaminadas por esgotos industriais, agrícolas e domésticos. De acordo com a Comissão Mundial Da Água Para o Século XXI, mais de 50% dos principais rios do mundo estão contaminados, pondo em risco a saúde humana e dos ecossistemas (IPS, 1999).

Em virtude da ineficiência dos serviços de saneamento básico, realidade da maioria das cidades brasileiras, torna-se comum o lançamento em corpos hídricos, de grandes quantidades de efluentes sem tratamento adequado e/ou com intensidade, concentração e características discordantes dos padrões estabelecidos em legislação vigente no Brasil (FRINHANI e CARVALHO, 2010). O despejo de efluentes domésticos *in natura* ou precariamente tratados é, ainda, uma das principais causas de poluição das águas, especialmente os cursos d'água urbanos, podendo trazer impactos negativos para a saúde da população que utiliza essas águas como fonte de abastecimento, irrigação ou lazer (SCHNEIDER et al., 2010).

Uma das formas de se controlar essa poluição é justamente estudar e conhecer a capacidade de autodepuração de cada corpo hídrico, estimando a quantidade de efluentes que estes corpos são capazes de receber, sem que suas características naturais sejam prejudicadas. Dependendo do nível de poluição, o processo de autodepuração pode ser bastante eficiente na melhoria da qualidade da água. A autodepuração é um processo natural, no qual cargas poluidoras, de origem orgânica, lançadas em um corpo d'água são neutralizadas. De acordo com Von Sperling (1996), a autodepuração pode ser entendida como um fenômeno de sucessão ecológica, em que o restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, ou seja, a busca pelo

estágio inicial encontrado antes do lançamento de efluentes, é realizada por mecanismos essencialmente naturais.

A autodepuração é decorrente da associação de vários processos de natureza física (diluição, sedimentação e reaeração atmosférica), química e biológica (oxidação e decomposição), a quantificação e a compreensão desse fenômeno são de extrema importância, principalmente quando se busca controlar o lançamento de cargas de efluentes que estejam acima da capacidade de assimilação do corpo hídrico (HYNES, 1960; VON SPERLING, 1996).

O objeto de estudo do presente trabalho trata-se de uma área alagada urbana, localizada no Campus Sede da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, e tem por objetivo avaliar a carga orgânica contida na mesma, a partir da análise de concentração de matéria orgânica na água. Sendo, portanto, importante na verificação do grau da poluição das águas em cenário urbano, bem como, de sua influência e consequências àqueles que estão direta ou indiretamente relacionados a este meio.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a carga orgânica em uma área alagada existente no Campus Sede da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, a partir da análise de concentração de matéria orgânica na água.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar possíveis influências das atividades de entorno na área alagada;
- Avaliar a qualidade da água a partir da análise dos parâmetros físico-químicos potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, oxigênio dissolvido (OD), demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 POLUIÇÃO DA ÁGUA EM ÁREAS URBANAS X SANEAMENTO BÁSICO

Com o desenvolvimento científico e tecnológico, atualmente existem várias técnicas para resolver os problemas sanitários. Porém, o crescimento da população e de seu consumo, também aumenta a poluição do meio ambiente. Por exemplo, a água de qualidade para o consumo humano torna-se um recurso cada vez mais escasso, e os problemas de saneamento tornam-se cada vez mais difíceis de serem resolvidos e com um maior custo de implantação e manutenção da infraestrutura de serviços. (RIBEIRO e ROOKE, 2010).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos ao bem estar físico, mental e social. De outra maneira, pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar salubridade ambiental. Salubridade ambiental é o estado de higidez (estado de saúde normal) em que vive a população urbana e rural, tanto no que se refere a sua capacidade de inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de endemias ou epidemias veiculadas pelo meio ambiente, como no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições mesológicas (que diz respeito ao clima e/ou ambiente) favoráveis ao pleno gozo de saúde e bem-estar (GUIMARÃES, et. al. 2007).

Estudos como o de Pinto et al. (2012) afirmam que a forma mais comum de contaminação refere-se à presença de microrganismos e poluentes despejados no meio aquático ou no ambiente em geral, de forma que venham prejudicar os recursos hídricos. A poluição das águas pode aparecer de várias formas, sendo mais preocupantes aquelas que não podem ser detectadas pelos órgãos dos sentidos. Assim, faz-se importante monitorar a qualidade das águas, mediante a avaliação de alguns parâmetros que representem suas características biológicas e físico-químicas, tais como pH, sólidos totais, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), coliformes termotolerantes, turbidez e temperatura, que são indicadores da qualidade da água,

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal e definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais.

Dados sobre o acesso da população brasileira ao saneamento básico mostram que em 2008 apenas 28,5% dos municípios brasileiros tratavam seus efluentes (IBGE, 2010). Essas informações mostram a vulnerabilidade da população brasileira assim como a qualidade do meio ambiente e conseqüentemente do modo de vida das pessoas. A disposição adequada de efluentes deve atender aos objetivos sanitários, estéticos e socioeconômicos, e se converter em melhoria da saúde da população e em redução nos recursos financeiros aplicados no tratamento de doenças, assim como a diminuição dos custos no tratamento da água para abastecimento, eliminação da poluição estética e melhoria no desenvolvimento e conservação ambiental (LEAL, 2008). Contudo, deve-se ressaltar que a coleta e tratamento de esgoto, é uma importante atividade no que se diz respeito à preservação do meio ambiente e a saúde da população. À medida que os indícios de poluição começam a surgir e causar impacto ambiental negativo, a necessidade de tratar efluentes torna-se imperativo. Atualmente é bastante visível a degradação de corpos hídricos devido ao lançamento de efluentes sem o devido tratamento (RIBEIRO, 2010).

Estudos como o de Freire (2014), apontam que apesar de Campina Grande ser dotada de sistema de esgotamento, ela enfrenta alguns problemas quanto ao lançamento de esgoto a céu aberto e nos corpos hídricos, além da presença de ligações clandestinas de esgotos na rede de drenagem pluvial. Isto se deve à ausência ou deficiência do sistema adotado, bem como à falta de controle e fiscalização dos usuários dos sistemas.

3.2 ÁREAS ÚMIDAS EM CENTROS URBANOS

As áreas úmidas fornecem serviços ecológicos fundamentais para as espécies de fauna e flora e para o bem-estar de populações humanas. Além de regular o regime hídrico de vastas regiões, essas áreas funcionam como fonte de biodiversidade em todos os níveis, cumprindo, ainda, papel relevante de caráter econômico, cultural e recreativo. Área úmida é o termo utilizado para definir vários ecossistemas naturais que se caracterizam por ficarem parcialmente ou completamente inundados durante o ano (SALATI, 2006). No que se refere à sua caracterização bioquímica, as terras úmidas apresentam uma combinação das transformações químicas e dos processos de transporte, que envolvem um grande número de processos de interações físicas, químicas e biológicas. Estes processos resultam não somente em mudanças das formas químicas dos materiais, mas também em movimento espacial dos materiais dentro do sistema (VIEIRA, et. al 2007).

Área úmida, ou ainda, área alagada constitui-se de sistemas naturais com a capacidade de autodepuração da água através de plantas aquáticas capazes de reter substâncias presentes na água. Esses ecossistemas apresentam grande capacidade de adaptação às diversas condições climatológicas, podendo ser encontrados desde as tundras até os trópicos em todos os continentes, com exceção da Antártica (GOPAL,1999 e USEPA, 2003 apud Natureza & Desenvolvimento, 2005), se referindo à uma área de transição entre um sistema terrestre e um aquático, agrupando diversos habitats úmidos como banhados, pântanos, brejos, zonas alagadiças, charcos, manguezais e áreas similares.

As condições hidrológicas são extremamente importantes para a manutenção da estrutura e do funcionamento de um sistema de terras úmidas. Elas afetam muitos fatores abióticos, tais como a oxigenação do solo, a disponibilidade de nutrientes e a salinidade que, por sua vez, determinam a biota que se desenvolverá. Finalmente, completando o ciclo, os componentes da biota alteram a hidrologia e outros fatores físico-químicos das terras úmidas (D'AVANZO, 1989). Segundo Tucci e Mendes (2006), a hidrologia modifica diretamente as propriedades físicas e químicas, particularmente a disponibilidade de oxigênio e nutrientes, o pH e a toxicidade. As terras úmidas, construídas ou artificiais, simulam ecossistemas naturais, utilizando os princípios básicos de modificação da qualidade da água das áreas alagadas naturais. Os mecanismos de autodepuração da água nas terras úmidas naturais envolvem processos químicos, físicos e biológicos, onde solo, microrganismos, plantas e animais nativos atuam de forma integrada para transformação e armazenamento de matéria orgânica e nutrientes (SALATI, 2006).

3.3 AUTODEPURAÇÃO NOS CORPOS D'ÁGUA

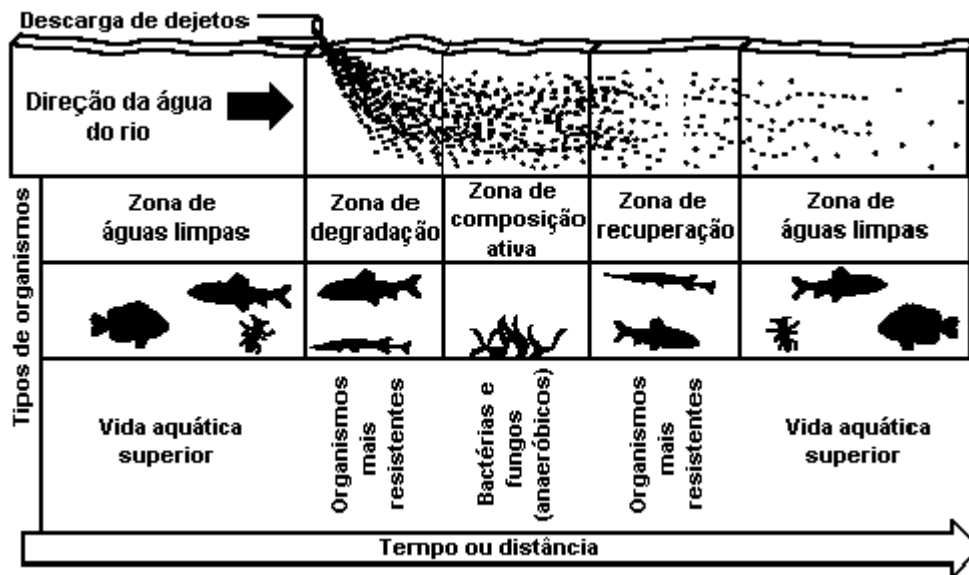
De acordo com Rodrigues (2005) o fenômeno de decomposição natural da matéria orgânica presente em um corpo d'água é conhecido como autodepuração. Nessa situação a água tende a retornar gradualmente as suas características anteriores, com relação às concentrações de matéria orgânica e oxigênio dissolvido. A decomposição da matéria orgânica por microrganismos aeróbios corresponde a um dos mais importantes processos integrantes do fenômeno da autodepuração. Esse processo é responsável pelo decréscimo nas concentrações de oxigênio dissolvido na água devido à respiração dos microrganismos, que por sua vez decompõem a matéria orgânica (STEHFEST, 1973).

O processo de autodepuração se desenvolve ao longo do tempo e da direção longitudinal do curso d'água, e segundo Braga (2002), os estágios de sucessão ecológica presentes nesse processo são fisicamente identificados por zonas que são denominadas como:

- Zona de águas limpas - localizada em região a montante do lançamento do efluente (caso não exista poluição anterior) e também após a zona de recuperação. Essa região é caracterizada pela elevada concentração de oxigênio dissolvido e vida aquática superior
- Zona de degradação - localizada à jusante do ponto de lançamento, sendo caracterizada por uma diminuição inicial na concentração de oxigênio dissolvido e presença de organismos mais resistentes (menos exigentes em relação ao oxigênio disponível na água).
- Zona de decomposição ativa - região onde a concentração de oxigênio dissolvido atinge o valor mínimo e a vida aquática é predominada por bactérias e fungos (anaeróbicos).
- Zona de recuperação - região onde se inicia a etapa de restabelecimento do equilíbrio anterior à poluição, com presença de vida aquática superior.

A Figura 1 esboça como seriam esses trechos.

Figura 1 Zonas de autodepuração



Fonte: BRAGA et al., (2002)

Em um corpo d'água a autodepuração é realizada através da diluição e assimilação de esgotos e resíduos pelos processos físicos, químicos e bacteriológicos. As características hidráulicas, morfológicas, climatológicas e biológicas são aspectos limitantes da capacidade de autodepuração, envolvendo a quantidade e qualidade de recursos hídricos existentes (SOUZA, 2004). Essa capacidade é limitada e depende das características do corpo hídrico, da quantidade e natureza da matéria orgânica presente no mesmo, dos microrganismos que promovem a transformação dessa matéria orgânica em compostos mais simples, e das condições ambientais (BRAGA et al., 2002).

O processo de autodepuração em corpos d'água está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes. Uma das etapas da avaliação do impacto que um despejo industrial causa em um corpo hídrico e da eficácia das medidas de controle é a quantificação das cargas poluidoras afluentes. Para tanto, são necessários levantamentos de campo na área em estudo, incluindo amostragem dos poluentes, análises de laboratório e medição de vazões (VON SPERLING, 1996).

O estudo de Nagalli. e Nemes (2009) realizou análises físico-químicas e biológicas das águas residuárias e do corpo hídrico receptor de efluentes industriais e domésticos, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Barigüi, região metropolitana de Curitiba, estado do Paraná e avaliou que houve variações espaciais consideráveis dos parâmetros monitorados, sendo atribuídas às fontes de poluição e aos processos de depuração, onde pôde ser constatado uma redução de 90% na concentração de DBO e de 21% de DQO ao longo do córrego e concluíram através dessa pesquisa que a capacidade de autodepuração do corpo hídrico se fez presente, embora não tenha sido capaz de degradar toda a carga de poluição afluente.

3.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

3.4.1 Oxigênio Dissolvido - OD

O oxigênio é indispensável à vida, aos animais e à maior parte dos micro-organismos que vivem da água. Ao contrário do ar, a água possui menos oxigênio, porque o gás não é muito solúvel. Um rio considerado limpo, em condições normais, apresenta normalmente, de 8 a 10 mg.L-1, podendo essa quantidade variar em função da temperatura e pressão. Segundo Carmouze (1994) a determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição

orgânica. Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é um parâmetro extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros. Outro exemplo são os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água que são decompostos por micro-organismos que utilizam o oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de micro-organismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio (VON SPERLING, 1996).

Para Araújo et. al. (2004) o oxigênio é utilizado como principal parâmetro de qualidade da água e serve para determinar o impacto de poluentes sobre os corpos da água. É um importante fator no desenvolvimento de qualquer planejamento na gestão de recursos hídricos. O consumo de oxigênio é dado pela oxidação da matéria orgânica, respiração dos organismos aquáticos e demanda bentônica de oxigênio (sedimentos). Esse oxigênio é produzido pela reatuação da atmosfera (difusão), na fotossíntese e pela entrada no mesmo em tributários e efluentes.

3.4.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A expressão Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), é a quantidade de oxigênio molecular necessário à estabilização da matéria orgânica decomposta aerobicamente por via biológica (MOTA, 1995). É utilizada para exprimir o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, que corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos micro-organismos do esgoto ou águas poluídas, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo convencional. Essa demanda pode ser suficientemente grande, para consumir todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática.

A DBO representa o potencial de matéria orgânica biodegradável nas águas naturais ou em esgotos sanitários e muitos efluentes industriais. De modo geral, a análise de DBO se baseia na diferença de concentrações de oxigênio dissolvido em amostras integrais ou diluídas, durante um período de incubação de 5 dias a 20°C. O que se “mede” de fato nesta análise é a concentração de oxigênio dissolvido antes e depois do período de incubação (CETESB, 2008).

Altos índices de DBO numa amostra d'água podem indicar presença de cargas orgânicas, sendo atribuído principalmente aos esgotos domésticos. Durante este período ocorrerá redução no teor de oxigênio dissolvido da água, consumido para satisfazer as reações bioquímicas de decomposição de compostos orgânicos biodegradáveis. Quanto maior a quantidade de matéria orgânica biodegradável nas amostras, maior será o consumo de oxigênio durante os 5 dias de incubação e, portanto, maior será o valor da DBO.

CETESB (2009) afirma que 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.

Pesquisas usando técnicas de fitorremediação têm apresentado bons resultados na redução da DBO. Karpiscak et al. (1994) investigaram o uso do aguapé no tratamento municipal de águas residuárias no Arizona (EUA), constatando que esta planta foi eficiente na diminuição da DBO e dos sólidos totais dissolvidos, em 64,0% e 84,0% respectivamente.

Costa (2004) realizou um estudo utilizando esgoto e efluente da indústria de curtume tratados em áreas úmidas artificiais, vegetados com diferentes tipos de plantas. Os resultados obtidos mostraram que *Phragmites purpureum* e *Brachiaria decumbens* contribuíram para reduções de 91% de DBO no esgoto e 97% para DQO no efluente de curtume, que continha cromo. Remoções entre 94 e 99% foram atingidas para alguns hidrocarbonetos, como o decano, o hexadecano e o octadecano. Esse autor concluiu que a fitorremediação se apresenta como uma tecnologia promissora na remediação de efluentes contendo óleos, sendo considerada uma alternativa econômica para a redução da poluição ambiental provocada por efluentes industriais.

3.4.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO

Utilizado conjuntamente com a DBO, a DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, pois avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) consumido em meio ácido que leva à degradação de matéria orgânica biodegradável e não biodegradável.

A análise dos valores de DQO em efluentes e em águas superficiais é uma das mais expressivas para determinação do grau de poluição da água. Esta análise reflete a quantidade total de componentes oxidáveis, seja carbono ou hidrogênio de hidrocarbonetos, nitrogênio (de proteínas, por exemplo), ou enxofre e fósforo de detergentes.

A Cetesb (2009) explica que, como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais biodegradável será o efluente.

A partir das concentrações de DBO e DQO, Jordão e Pessoa (2011), classificam o esgoto como: fraco, médio e forte, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 Valores típicos de parâmetros de carga orgânica no esgoto

Parâmetro	Esgoto Fraco (mg/L)	Esgoto Médio (mg/L)	Esgoto Forte (mg/L)
DQO	200	400	800
DBO	100	200	400

Fonte: Jordão e Pessoa (2011)

Embora não distinguindo as frações biodegradáveis, o parâmetro DQO possibilita quantificar o material orgânico presente em um corpo hídrico, referindo-se à estabilização da matéria orgânica por processos químicos expressos em oxigênio dissolvido.

Estudos realizados com áreas alagadas artificiais para tratamento direto de efluentes domésticos, em sistema integrado com tanque séptico e uso de macrófita emergente demonstraram a remoção de 33% de DQO e 32% de DBO, (PHILLIPI e COSTA, 1998).

Nogueira (2003) monitorou os parâmetros biogeoquímicos para o tratamento de esgoto e concluiu que este sistema foi eficiente para remoção da carga orgânica e de nutrientes. Foram alcançadas as seguintes eficiências nos parâmetros: 81% para materiais particulados, 89% para DBO, 86% para DQO e 80% para fósforo total.

Estudos como o de Borges (2005) verificou a redução satisfatória de bactérias e de nutrientes de águas superficiais poluídas, através do uso de áreas úmidas artificiais contendo *Eichhornia crassipes*, com melhores resultados em relação ao uso de *Pistia stratiotes*. As maiores eficiências encontradas se deram para: amônia, com 87,4%; DQO, com 47,2%; DBO, com 38,9%; fósforo total, com eficiência de 88,7%; redução de coliformes totais em 97% e redução de *Escherichia coli* em 99,2%.

3.4.4 Temperatura

Segundo Tucci (2004) a temperatura pode ser considerada a característica mais importante do meio aquático, pois caracteriza grande parte dos outros parâmetros físicos da água tais como a densidade, pressão de vapor e solubilidade dos gases dissolvidos. É também um importante fator

modificador da qualidade da água, pela influência direta sobre o metabolismo dos organismos aquáticos e pela relação com os gases dissolvidos. Assim, os aumentos de temperatura diminuem as concentrações de oxigênio dissolvido, gás carbônico, pH e a viscosidade, entre outras propriedades (HAMMER,1979; SAWYER et al., 1994).

A temperatura exerce influência nas atividades biológicas, governando os tipos de organismos que podem viver ali, como mostra a Tabela 2. Cada um deles têm uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem, se essa faixa for ultrapassada, o número de indivíduos das espécies diminui até se extinguirem totalmente (CARDOSO, NOVAES, 2013).

Tabela 2 Relação entre temperatura e vida aquática

Temperatura	Nível	Vida aquática
<14°C	Baixa	Poucas plantas, truta, poucas doenças.
15 a 20°C	Média	Algumas plantas, besouros d'água, algumas doenças.
21 a 27°C	Alta	Muitas plantas, carpa, bagre, muitas doenças de peixes.
>27°C	Muito alta	A temperatura começa a reduzir a vida aquática.

Fonte: WUP Center

3.4.5 Potencial Hidrogeniônico - pH

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio (SAWYER et, al. 1994).

Nas águas naturais as variações destes parâmetros são ocasionadas geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono (CO₂), realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos (BRANCO, 1986).

Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos industriais. A determinação do pH é feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um peagâmetro digital (ESTEVES, 1988).

O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição de materiais, muitos ácidos são produzidos (como o ácido húmico). O pH de um corpo d'água também pode variar, dependendo da área (no espaço) que este corpo recebe as águas da chuva, os esgotos e a água do lençol freático. Quanto mais ácido for o solo da bacia, mais ácidas serão as águas deste corpo d'água.

Nos sistemas biológicos formados nos tratamentos de esgotos, o pH é também uma condição que influi decisivamente no processo de tratamento. Normalmente, a condição de pH que corresponde à formação de um ecossistema mais diversificado e a um tratamento mais estável é a de neutralidade, tanto em meios aeróbios como nos anaeróbios (PINTO et. al, 2010).

O pH interfere nos ecossistemas aquáticos naturais devido à influência na fisiologia das diversas espécies, precipitação de elementos químicos tóxicos e efeito sobre a solubilidade dos nutrientes. Ele indica o caráter ácido ou básico e, indiretamente a produção de ácidos (fermentação) por micro-organismos no efluente e estimulados por matéria orgânica em abundância, como é o caso de efluentes industriais do processamento de alimentos.

A faixa estabelecida pela resolução CONAMA N° 357/2005 indica um pH de 6,0 a 9,0 para o padrão de lançamento de efluentes.

4. METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado numa área alagada existente na Universidade Federal de Campina Grande, localizada na cidade de Campina Grande - PB, inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, que possui 20.071,83 Km² de área, sendo a segunda maior bacia do estado da Paraíba, o que corresponde a 34% de todo o território paraibano (ARAGÃO et al., 1998; NÓBREGA, 2012).

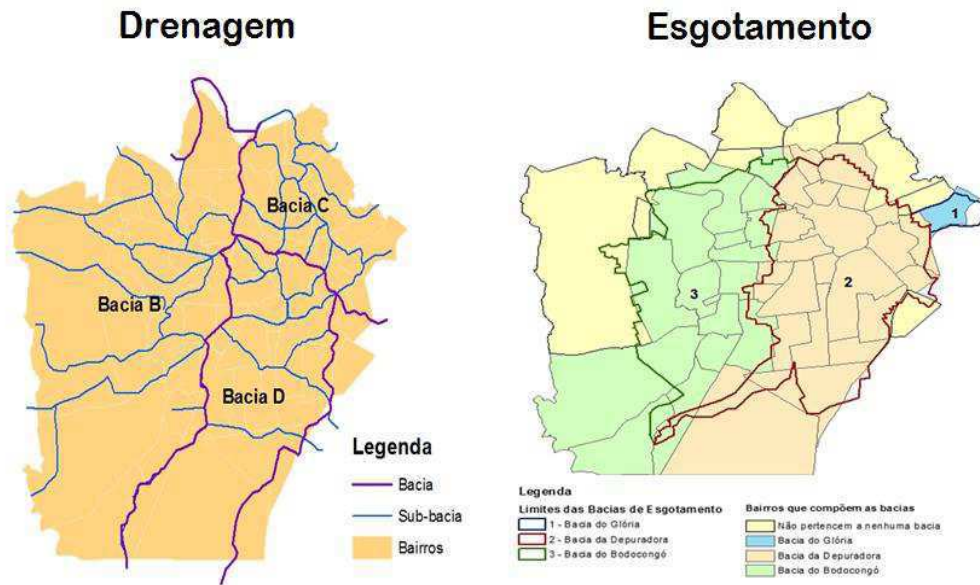
A cidade está inserida na mesorregião do agreste paraibano, entre a Zona da Mata e o sertão, possui um clima com temperaturas mais moderadas, considerado tropical com estação seca, com chuvas concentradas nas estações do outono e do inverno, principalmente entre abril e julho, sendo este último o mês de maior precipitação, com média de 154 milímetros (INMET, 2010).

O sistema de esgotamento sanitário da cidade é dividido em três bacias: Depuradora (leste); Bodocongó (oeste); e Glória, como mostra a figura 1. Nas áreas onde não há rede coletora, o esgoto é destinado a sistemas individuais ou segue a céu aberto, em valas, riachos e córregos (LOPES et al., 2016). A UFCG encontra-se inserida na bacia de Bodocongó, de onde o esgoto segue para a estação de tratamento da Catingueira (JUNIOR & SOUSA, 2014).

Como é possível ver na Figura 1, as bacias de drenagem e de esgotamento estão quase que sobrepostas. Pode-se inferir, portanto, que eventuais problemas encontrados numa bacia de esgotamento refletem em problemas na bacia de drenagem semelhante (GALISA, 2016). Considerando que apenas 3% do efluente produzido na bacia de esgotamento de Bodocongó chegam à estação de tratamento de esgoto, cuja pequena vazão está relacionada aos desvios de esgoto realizados ao longo dos emissários (GOMES, 2013), além de vazamentos ao longo das redes coletoras e falta de cobertura do serviço de esgotamento sanitário que consequentemente afetam o sistema de drenagem a jusante.

Dentro deste contexto, insere-se a área do presente estudo. Ao analisar imagens de satélite e com base em investigações feitas no local, é possível perceber um pequeno riacho que se localiza à montante da UFCG e que tem sua vazão garantida, mesmo em período sem chuvas, devido a contribuições de esgotos de bairros como o Monte Santo (GALISA, 2016), como mostrado na Figura 2.

Figura 2 Bacias de Drenagem e esgotamento de Campina Grande - PB



Fonte: CAGEPA (2014) apud. PMSB (2014)

Figura 3 Percurso do riacho e detalhe de ponto alagado



Fonte: GALISA (2016)

4.1.1 Vegetação

A vegetação predominante entre os pontos de coleta são a *Brachiaria sp* (Figura 5), que é uma gramínea onde algumas espécies têm afinidade por solos úmidos, suportando longos períodos em áreas alagadiças. Tem importância econômica, dado o seu potencial de forrageira. São plantas perenes largamente utilizadas em regiões tropicais. Por ser um gênero de grande diversidade genética, podem adaptar-se a regiões com índice pluviométrico a partir de 700 mm. E a *Hydrocotyle verticilata* (Figura 6), por sua vez, trata-se de uma erva flutuante livre ou enraizada ou emergente, estolonífera. Cresce em solo úmido, podendo ser invasora em água rica em fosfato. É frequente em lagoa, canais e meandros de rios ou riachos.

Figura 4 Vegetação *Brachiaria sp* encontrada na área de estudo



Fonte: Acervo da autora.

Figura 5 Vegetação *Hydrocotyle verticilata*, encontrada na área de estudo



Fonte: Acervo da autora

4.2 PONTOS DE AMOSTRAGEM

Os pontos específicos de estudo no presente trabalho foram escolhidos a partir do interesse em ampliar a cobertura de pontos avaliados na pesquisa de SOUSA (2017). Na Figura 4 é possível observar imagem de satélite do local com identificação dos pontos de coleta. As coordenadas geográficas dos pontos analisados e a distância entre eles foram fornecidas pelo aplicativo Google Earth (2018) e são mostradas na Tabela 3.

Figura 6 Limites da UFCG e pontos de coleta



Fonte: Google Earth (2018)

Tabela 3 Distância entre os pontos de amostra e suas respectivas coordenadas geográficas

Pontos	Distância	Coordenadas Geográficas
P1	0	7°12'55.01"S 35°54'22.46"O
P2	21,7 m	7°12'55.27"S 35°54'23.11"O
P3	85,06 m	7°12'53.72"S 35°54'25.50"O
P4	68,19 m	7°12'55.82"S 35°54'24.68"O

Fonte: Google Earth (2018)

4.3 PARÂMETROS AVALIADOS

Foram realizadas um total de 10 coletas de água, no período de 23/11/2017 a 16/02/2018, todas no mesmo horário entre 7 e 8 horas da manhã, com periodicidade média de sete dias entre cada uma. As análises foram realizadas no laboratório de Saneamento da UFCG, com avaliação dos seguintes parâmetros: temperatura, pH, OD, DBO₂₀ e DQO. Todos realizados segundo os

métodos presentes no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, conforme apresentado na tabela 4.

Tabela 4 Métodos utilizados para análises dos parâmetros de qualidade de água

Parâmetros	Métodos
Temperatura	Medição com termômetro de filamento de mercúrio/Oxímetro
pH	Potenciométrico
OD	Método Iodométrico (Método de Winkler Modificado pela Azida)/Oxímetro
DBO	Método Iodométrico (Método de Winkler Modificado pela Azida)
DQO	Método da Refluxação Fechada (Método da Digestão de Pequenas Amostras)

Fonte: APHA-AWWA (2005)

Os resultados das análises obtidas em laboratório serão trabalhados mediante análise estatística descritiva dos dados e elaboração de gráficos que auxiliem na avaliação da pesquisa.

4.4 IDENTIFICAÇÃO DE ATIVIDADES REALIZADAS NO ENTORNO DA ÁREA DE ESTUDO

Para o estudo de identificação de possíveis influências das atividades de entorno na área alagada foi realizado caminhamento com GPS e registro fotográfico para levantamento de atividades desenvolvidas, tanto no perímetro interno quanto externo da UFCG. Também foi feito um levantamento das estruturas urbanas de saneamento que pudessem estar contribuindo com carga orgânica na área alagada, que serão detalhadas mais adiante.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 IDENTIFICAÇÃO DE ATIVIDADES REALIZADAS NO ENTORNO DA ÁREA DE ESTUDO

No entorno da área de estudo foi possível identificar diferentes tipos de atividades sendo realizadas, tanto dentro do perímetro da UFCG quanto externo a ele. A Figura 7 mostra estas atividades e edificações encontradas nas proximidades, que serão posteriormente detalhadas.

Figura 7 Atividades e edificações no entorno da área de estudo



Fonte: Google Earth (2018)

Na parte externa da Universidade Federal de Campina Grande observa-se várias atividades econômicas sendo realizadas como comércios dos mais diversos tipos, indústria de fabricação de papel, postos de combustíveis, residências e construção civil. As figuras abaixo mostram essas atividades:

Figura 8 Fábrica de papel localizada ao lado da UFCG



Fonte: Acervo da autora

Figura 9 Posto de combustíveis e comércios no entorno da UFCG



Fonte: Acervo da autora.

Já na parte interna da UFCG, nas imediações da área alagada circulam em seu entorno alunos, docentes, funcionários, técnicos administrativos e visitantes, além de agricultores, que retiram capim presente na área de estudo como fonte de alimentação de seus animais e renda familiar. Encontram-se também, laboratórios e estufas usados em estudos e experiências científicas, nos quais há utilização de substâncias químicas e, conseqüentemente, produção de resíduos, como mostram as Figuras 10, 11 e 12.

Figura 10 Estufas utilizadas pelo curso de Engenharia Agrícola



Fonte: Acervo da autora

Figura 11 Prédio do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN



Fonte: Acervo da autora

Figura 12 Prédio do Laboratório de Hidráulica I - CR



Fonte: Acervo da autora

A Figura 13 mostra um campo de futebol que é irrigado com água de um “Laguinho” existente dentro da universidade, que também fica próximo à área alagada. O estudo de Lins (2017) concluiu através de indicadores físico-químicos, que a água do lago da UFCG se encontra poluída e tem características similares a de águas de canais de drenagem de águas pluviais situados em Campina Grande, que recebem contribuições de esgotos, mas apresentam águas com melhor qualidade do que as águas presentes na área alagada, o que dificilmente estaria contribuindo para piorar as características das mesmas, principalmente ao considerar todo o processo de filtração da água no solo até que as mesmas voltassem a compor a área em estudo .

Figura 13 Campo de futebol nas imediações da área de estudo



Fonte: Acervo da autora

5.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA A PARTIR DA ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os resultados obtidos através de análises da água para os parâmetros DBO, DQO, temperatura e potencial hidrogeniônico (pH) são mostrados no Anexo I.

Para uma análise mais detalhada, a Tabela 5 mostra os valores de mínimo, máximo, média e desvio padrão dos dados obtidos nos pontos avaliados.

Tabela 5 Resultados encontrados para os parâmetros avaliados

	DBO (mg/L)				DQO (mg/L)				TEMPERATURA (°C)				pH			
	Mín.	Máx.	Méd.	D.P.	Mín.	Máx.	Méd.	D.P.	Mín.	Máx.	Méd.	D.P.	Mín.	Máx.	Méd.	D.P.
P1	12,50	74,50	58,04	16,90	82,03	377,36	182,92	90,67	23,50	25,00	24,25	0,49	6,87	7,62	7,16	0,20
P2	26,45	77,30	54,41	16,31	7,81	558,49	237,10	164,50	24,00	25,00	24,65	0,47	6,86	7,50	7,12	0,22
P3	3,65	57,60	23,66	18,60	10,71	260,38	104,60	68,93	23,00	25,00	24,00	0,62	7,00	7,29	7,18	0,10
P4	14,40	79,15	57,31	16,88	28,07	285,19	133,19	69,69	23,00	25,00	24,45	0,64	7,25	7,66	7,42	0,12

Fonte: Autoria própria

5.2.1 Oxigênio Dissolvido – OD

O grau de poluição de uma água pode ser avaliado de acordo com a concentração de oxigênio dissolvido, ou seja, águas poluídas são aquelas que apresentam baixas concentrações de OD. Isto ocorre devido ao seu consumo no processo de decomposição dos compostos orgânicos. Enquanto que, águas limpas apresentam concentrações de OD elevadas (CETESB, 2009)

Durante o período de estudo, não foi detectado oxigênio dissolvido nas águas coletadas nos pontos de amostragem, o que indica que há um alto teor de poluição. Kimural et.al. (2015), ressaltam que a forte carga de esgoto de áreas urbanas sem o devido tratamento e, associado ao nível baixo das águas, cria condições de um ambiente praticamente anóxico.

O oxigênio dissolvido é o elemento principal no metabolismo dos microrganismos aeróbios que habitam as águas naturais ou os reatores para tratamento biológico de esgotos. Nas águas naturais, o oxigênio é indispensável também para outros seres vivos, especialmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a 4,0 mg/L. É, portanto, um parâmetro de extrema relevância na legislação de classificação das águas naturais, bem como na composição de índices de qualidade de águas (IQAs).

Estudos como o de Sousa (2017), realizados anteriormente na mesma área, mostraram que os valores de oxigênio dissolvido variaram de 0,1 a 8,55 mg/L, ou seja, valores muito baixos. A partir de determinada data, os valores diminuíram bruscamente, e foi concluído que a redução do OD está relacionada ao despejo de resíduos orgânicos, que são decompostos por microorganismos que utilizam oxigênio no processo de oxidação da matéria orgânica, e pode ter havido um aumento da concentração da carga poluidora, em função das condições de racionamento de água existentes na cidade na época, podendo ter ocasionado acréscimo na concentração da carga poluidora.

5.2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

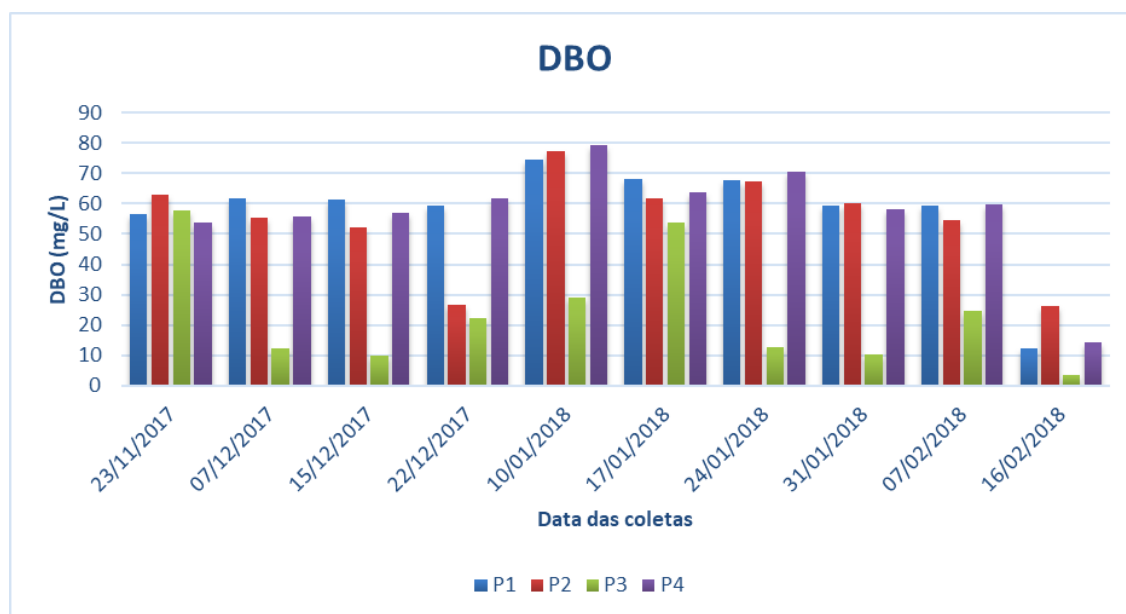
A DBO é o parâmetro fundamental para o controle da poluição das águas por matéria orgânica. É também uma ferramenta imprescindível nos estudos de autodepuração dos cursos d'água. Além disso, a DBO constitui-se em importante parâmetro na composição dos índices de qualidade das águas (MULLER, 2002).

Como mostra o Gráfico 1, os pontos 1, 2 e 4 obtiveram os maiores índices de DBO em nove das dez coletas. Em virtude disso, pode-se inferir que há maior quantidade de descarga de efluentes nas proximidades deles e/ou que os efluentes ali despejados têm uma maior carga poluidora.

Como altos índices de DBO numa amostra d'água podem indicar presença de cargas orgânicas, e essas, por sua vez, estão ligadas a esgotos domésticos, é possível concluir que no ponto 1 o valor da DBO foi elevado devido ao fato desse ponto estar localizado próximo à entrada dos efluentes provenientes da contribuição de esgotos domésticos dos bairros vizinhos da UFCG, como é possível visualizar na Figura 7 mostrada anteriormente.

Por outro lado, o ponto 3 apresentou o menor valor de DBO nas coletas realizadas. Como mostrado anteriormente na Figura 4, o ponto 3 é o que encontra-se mais afastado dos demais pontos, e o que está mais próximo das estufas e blocos onde funcionam atividades administrativas, de ensino e pesquisa em laboratórios, encontrados no entorno da área alagada. Com isso, é possível presumir que as atividades realizadas próximas a esse ponto não interferem de forma significativa para o índice de carga poluidora biodegradável na área de estudo.

Gráfico 1 Resultados das análises da DBO



Fonte: Autoria própria.

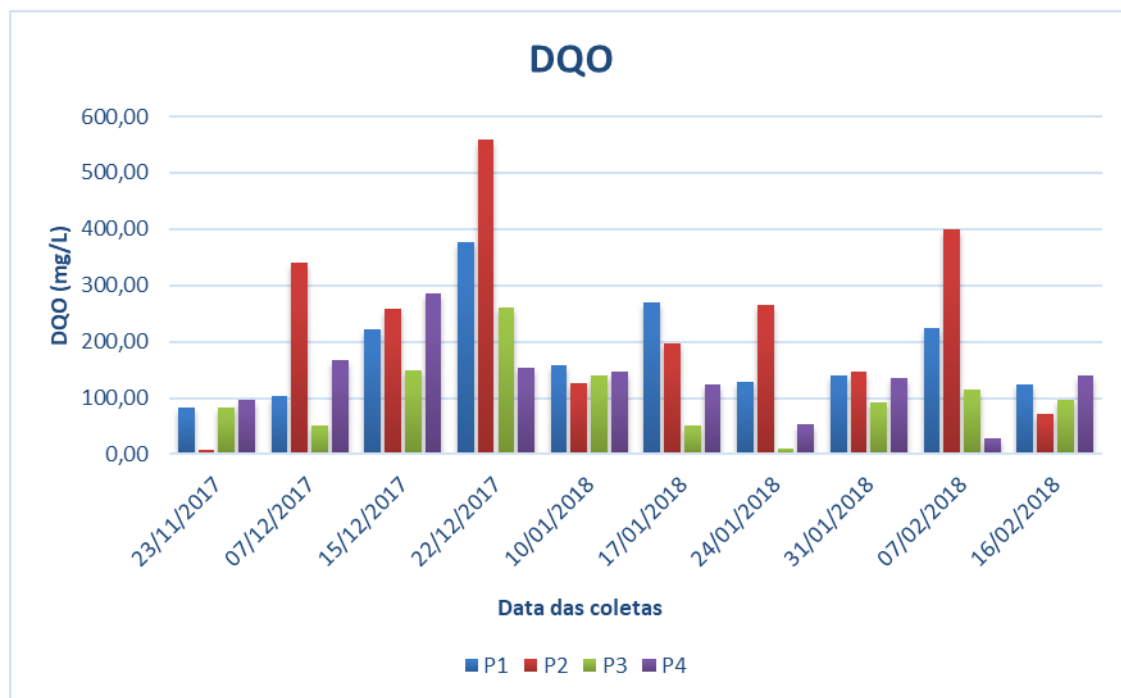
Através da análise da média nos quatro pontos de coleta (Tabela 5), é possível observar que a DBO obteve uma redução significativa do ponto 1 ao ponto 3, reduzindo de 58,04 mg/L para 23,66 mg/L, ou seja 59,23%. Essa redução pode estar associada à capacidade de autodepuração desse trecho da área de estudo. Para análise mais detalhada, necessita-se de estudo mais aprofundados nesse intervalo.

Estudo como o de Nagalli e Nemes, P. D.Nahalli (2009) numa situação semelhante, mostrou índice de 90% na redução da DBO

5.2.3 Demanda Química de Oxigênio - DQO

De acordo com o Gráfico 2, é possível observar que os valores mais altos para a DQO foram obtidos nos pontos 1 e 2.

Gráfico 2 Resultados das análises da DQO



Fonte: Autoria própria

A resolução CONAMA não faz referência quanto ao parâmetro, mas a partir da análise dos resultados, observa-se que os valores obtidos ficaram muito acima dos valores de DBO,

implicando, dessa forma, que o efluente é pouco biodegradável. Uma das possíveis explicações para tal fato é o que afirma Philippi, Junior et al. (2004), que DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por um agente químico e que o aumento do seu valor numa estação de tratamento de esgoto ou corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial.

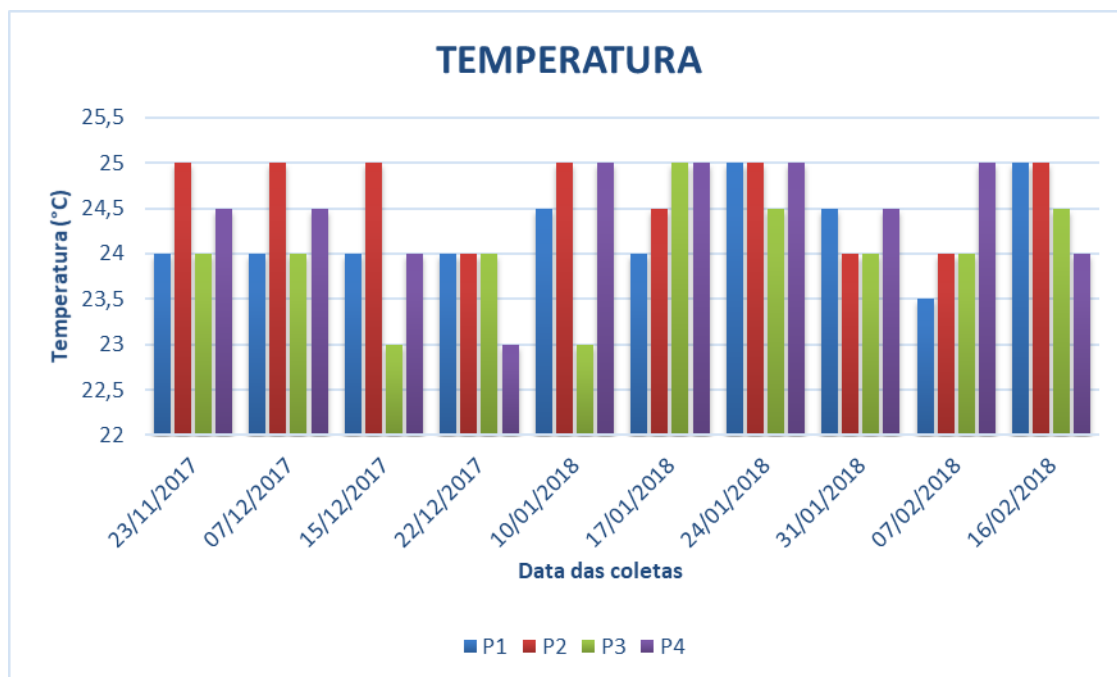
No presente estudo, o ponto 1 é o que fica localizado mais próximo à Indústria de Papéis Fofex, vizinho à UFCG, como é possível ver na Figura 7. Desse modo, presume-se que os altos valores do parâmetro DQO nesse ponto, podem estar relacionado com o despejo de efluentes advindos da atividade industrial dessa empresa.

5.2.4 Temperatura

Conforme a Resolução CONAMA N° 430 de 2011, a temperatura do efluente deve ser inferior a 40 °C e o lançamento deste não deve exceder em 3 °C a temperatura do corpo receptor.

As temperaturas dos pontos de coleta apresentaram certa linearidade, ficando entre 23° e 25° C, conforme mostra o gráfico 3.

Gráfico 3 Resultados das análises de temperatura



Fonte: Autoria própria

Nunes (2008) cita que a temperatura influencia na oxigenação do corpo d'água de duas formas: reduz a concentração de saturação da água e acelera o processo de absorção de oxigênio. Observa-se, de modo geral, que a água previamente desoxigenada absorve menos oxigênio da atmosfera à medida que a temperatura se eleva, se todas as condições permanecerem constantes.

5.2.5 Potencial hidrogeniônico – pH

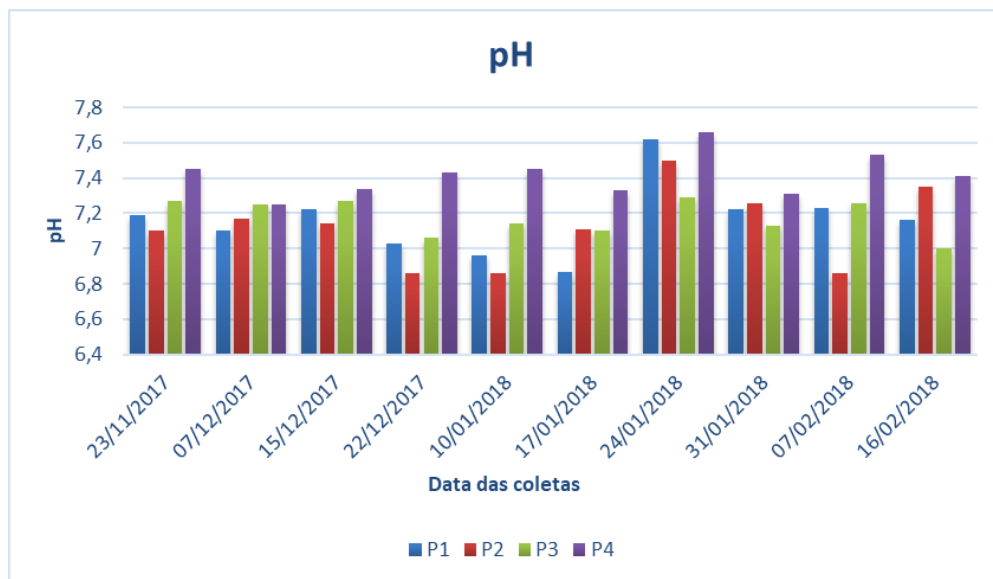
A escala de pH geralmente varia entre 0 e 14, sendo que o 7 representa um meio neutro. Para valores superiores a 7 as soluções são consideradas básicas, e para valores inferiores a 7, serão ácidas.

Von Sperling (1996), menciona que os valores de pH muito afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática, como os peixes e os microrganismos responsáveis pela decomposição biológica dos esgotos. O pH pode ser influenciado por despejos domésticos e/ou industriais, pelo tipo de solo e pela erosão de áreas agrícolas que recebeu corretivos e fertilizantes (FRANCA et al., 2006).

Os valores obtidos para o pH não apresentaram grandes variações, mantiveram-se próximos da neutralidade com valores variando de 6,86 a 7,66, conseqüentemente dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 na faixa de 6,0 a 9,0.

Não houve variação significativa nos valores encontrados ao longo das coletas, bem como de um ponto para outro.

Gráfico 4 Resultados das análises do pH



Fonte: Autoria própria.

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as análises dos dados pode-se inferir que:

- As principais atividades observadas em volta da área de estudo foram um campo de futebol, que é irrigado com a água de um lago abastecido por descarga de efluentes provenientes de contribuições de esgotos ilegais, indústria de papéis vizinho a UFCG, edificações dentro da própria universidade, estufas e laboratórios para realização de pesquisas, conseqüentemente todas essas atividades têm produção de resíduos, que podem estar sendo descartados na área em estudo.

- Os poluentes lançados apresentam efeito negativo na qualidade da água da área alagada, principalmente, quanto ao oxigênio dissolvido, onde devido a elevadas cargas orgânicas, oriundos de despejos domésticos, podem ter consumido o oxigênio disponível, dificultando o processo de autodepuração da área em apreço.

- Os despejos de efluentes no local de estudo afetam diretamente na concentração de carga poluidora da área como um todo. Contudo, é possível observar que a origem do efluente, bem como, sua forma de entrada na área, influi de maneira individual em cada ponto analisado. Ou seja, a quantidade de carga poluidora depende da proximidade do ponto com a passagem do efluente. Foi possível observar que os resultados das análises químicas de DBO e DQO se comportaram de forma diferente em cada ponto, diferentemente da temperatura e do pH que se mantiveram mais constantes nos quatro pontos.

- O ponto 3, por exemplo, apresentou baixos índices para a DBO, inferindo que há pouca influência de esgotos domésticos naquele ponto, o que indica eficiência do sistema de fossas instaladas para atendimento de banheiros e cozinhas nos prédios existentes ali perto. Entretanto, isso não ocorre para a DQO nesse ponto, indicando que há influência das atividades ali realizadas (experimentos em estufas e laboratórios com uso de substâncias químicas) para o aumento desse índice.

- O ponto 1 tem altos valores nos parâmetros de DBO e DQO, devido à sua proximidade do ponto de entrada tanto de efluentes de esgotos domésticos como de esgotos industriais. O ponto 2 também se apresenta contendo valores significativos em ambos os parâmetros, contudo não foi observado alguma fonte direta ou indireta aparente, para que se justificasse os altos valores, principalmente da DQO. Faz-se necessário uma investigação *in loco* mais aprofundada para avaliação da fonte poluidora.

6. CONCLUSÕES

Através do reconhecimento da área em estudo, foi possível levantar as principais atividades realizadas na vizinhança e que têm influência direta ou indireta na contribuição da poluição da área alagada, por meio do despejo de efluentes de modo legal ou não.

Foi possível constatar que a área alagada recebe efluentes advindos de vários pontos vizinhos à ela, como por exemplo indústria localizada externamente à UFCG e até mesmo estruturas dentro da própria universidade, como as estufas e laboratórios. Através das análises químicas dos parâmetros OD, DBO, DQO, temperatura e pH, foi possível identificar que esses efluentes detêm altas cargas de matéria orgânica, de modo que em cada ponto analisado foi encontrado uma concentração diferente. Desse modo, é possível concluir que a origem do efluente, bem como seu local de entrada na área em estudo, resulta em cargas orgânicas diferentes em cada ponto analisado.

|

7. REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R. *et al.* Chuvas intensas no Estado da Paraíba. **V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, p. 74-85, 2000.

ARAÚJO, S.C. de S.; SALLES, P.S.B de A.; SAITO, C. H. Modelos qualitativos, baseados na dinâmica do oxigênio dissolvido, para avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas. **Desenvolvimento tecnológico e metodológico para medição entre usuários e comitês de bacia hidrográfica**. Brasília: Departamento de Ecologia. Editora da UNB, p. 9-24, 2004.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo; Pretice Hall, 305 p. 2002.

BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. 3ª ed. São Paulo. CETESB/ACATESB. 1986. 640p.

BORGES, A. K. P.; **Despoluição de águas superficiais e efluentes de piscicultura através de sistemas construídos de áreas alagadas (constructed wetland)**. 2005. 164 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2005.

CARMOUZE, J.P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. Edgard Blucher, 1994.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem**. São Paulo, 2008: 41p. (Séries relatórios).

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. 2009.

COSTA, S. M. S. P. da. **Avaliação do potencial de plantas nativas do Brasil no tratamento de esgoto doméstico e efluentes industriais em “wetlands” construídos**. 2004. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004.

CUNNINGHAM, S. D. *et al.* Phytoremediation of soils contaminated with organic pollutants. **Advances in agronomy**, v. 56, n. 1, p. 55-114, 1996.

D'AVANZO, C.; JUSLER, J. A.; KENTULA, M. E. Long-term evaluation of wetland creation projects. **Wetland creation and restoration: the status of science**, v. 1, p. 3-89, 1989.

DINARDI, A. L. *et al.* Fitorremediação. III Fórum de Estudos Contábeis. **Faculdades Integradas Claretianas–Rio Claro, SP**, 2003.

DOS SANTOS CARDOSO, R.; NOVAES, C. P. Variáveis limnológicas e macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 1, n. 5, 2013.

ESTEVES, F. **Fundamentos da liminologia**. Rio de Janeiro. Interciência. FINEP. 1998. 574p.

FAXINA, R. R. D. C. **Espécie de vereda na fitorremediação de efluente de uma central de processamento de alimentos vegetais**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2017.

FRANCA, R. M *et al.* Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte-CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, p. 92-102, 2006.

FREIRE, J. R. P. *et al.* Análise do sistema separador absoluto no âmbito da drenagem pluvial da cidade de Campina Grande-Estudo de caso do Canal das Piabas. **Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 4034-4043, 2014.

FRINHANI, E. M.D; CARVALHO, E. F. Monitoramento da qualidade das águas do Rio do Tigre, Joaçaba, SC. **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 1, n. 1, p. 49-58, 2010.

GALISA, D R. G. **Utilização de jardins flutuantes e sua influência na qualidade de águas superficiais urbanas**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2016.

GOMES, E.F. **Perdas de Vazão e seus efeitos na operação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Campina Grande-PB**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2013.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. Saneamento básico. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2017.

HAMMER, M. J., **Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotos**. Livros Técnicos e Científicos, Editora S.,A., SP, 1979.

HYNES, H.B.N. **The Ecology of Running Waters**. University of Toronto Press. 1960.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: Esgotamento sanitário nos municípios brasileiros**. 2008.

INTER-PRESS SERVICE (IPS). **Most rivers in the world are polluted**. (Washington, D.C.). Inter-Press Service wire service. 1999.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de esgoto doméstico. Rio de Janeiro. 6. ed. 1050 p. 2011.

KARPISCAK, M. M. *et al.* Using water hyacinth to treat municipal wastewater in the desert southwest. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 30, n. 2, p. 219-227, 1994.

KIMURAL, S. P. R.; PASCOALOTO, D.; VIEIRA, M. G. A.; **Influência Do Regime Hidrológico Na Qualidade Da Água Da Lagoa Da Francesa – Parintins/Amazonas**. *In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Brasília, 2015.

LEAL, F. C. T. Juiz de Fora. 2008. **Sistemas de saneamento ambiental**. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008. Notas de Aula.

LOPES, W.S. *et al.* . Determinação de um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário. Estudo de caso: cidade de Campina Grande, Paraíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre , v. 21, n. 1, p. 1-10, Mar. 2016 .

MARQUES, D. da M. *et al.* Terras úmidas construídas de fluxo subsuperficial. *In: Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: ABES. 1999. p. 409-435.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2 ed. Rio de Janeiro:ABES.1995.200p.

MULLER. A. C. **Introdução à Ciência Ambiental**; Curitiba, PUC-PR; 2002.

NAGALLI, A.; NEMES, P. D. Estudo da qualidade de água de corpo receptor de efluentes líquidos industriais e domésticos. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 7, n. 2, p. 131-144, 2017.

NÓBREGA, P. V. de M. **Análise do sistema de drenagem de Campina Grande/PB para proteção de áreas de risco de inundação**. 2012. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2012.

NOGUEIRA, S. F. **Balanco de nutrientes e avaliação de parâmetros biogeoquímicos em áreas alagadas construídas para o tratamento de esgoto**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA/USP, Piracicaba, São Paulo, 2003.

NUNES, D. G. **Modelagem da autodepuração e qualidade de água do Rio Turvo Sujo**. 2008. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2008.

PERSYN, P.A., LESIKAR, B.J., **Constructed Wetlands for Treating Domestic Wastewater**. Presented at the **1998 ASAE Annual International Meeting**. Paper No.982091. ASAE, St. Joseph, USA. 1998.

PHILLIPI, L. S.; COSTA, R. H. R. **Domestic effluent treatment through integrated system of septic tank and root zone.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE WETLAND SYSTEMS FOR WATER POLLUTION CONTROL, 1998, Águas de São Pedro. Anais... Águas de São Pedro: S. M. Tauk-Tornisielo, 1998. p. 50.

PHILIPPI, J. *et al.* **Curso de Gestão Ambiental.** São Paulo: Malone, 2004.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, v. 1, n. 1, p. 69-82, 2010.

PINTO, D. B. F. *et al.* Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande-MG, Brasil Water quality on Lavrinha Stream in Alto Rio Grande region, Minas Gerais State, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 4, p. 1145-1152, 2009.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. P. F; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** Escrituras, 2002.

REED, S. C. *et al.* **Natural systems for waste management and treatment.** McGraw-Hill, Inc., 1995.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M.S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública.** 2010. 36 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) , Universidade Federal de Juiz de Fora, Juíz de Fora, Minas Gerais, 2010.

RODRIGUES, R. B. **Sistema de suporte a decisão proposta para a gestão qualitativa dos processos de outorga e cobrança pelo uso da água.** 2005. 152p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2005.

SALATI, E. Controle de qualidade de água através de sistema de wetland construídos. **Anais do Prêmio**, v. 45, 2006.

SAWYER, C. N.; MCCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. Chemistry for environmental engineers. **New York. Mc Graw-Hill Book Company**, 1978.

SCHNEIDER, D. D. *et al.* Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 17, p. 65-76, 2010.

SOUSA, R. F. de; **Análise da qualidade da água em um ecossistema úmido urbano – UFCG. 2017. 47 f.** . Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2017.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 3ª edição, Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; MENDES, Carlos André. Curso de avaliação ambiental integrada de Bacia. **Brasília-DF: RHAMA, 2006.**

VIEIRA, V. A. S.; MELLO, C. R. de.; LIMA, J. M. **Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em uma microbacia hidrográfica.** Ciência e Agrotecnologia, v. 31, n. 5, p. 1477-1485, 2007.

VON SPERLING, M.. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Editora UFMG, 1996.

ANEXO I

Tabela 6 Resultados obtidos para cada ponto em todos os parâmetros

DATA	PONTO	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	TEMPERATURA (°C)	pH
23/11/2017	P1	56,4	82,03	24	7,19
	P2	62,75	7,81	25	7,1
	P3	57,6	82,03	24	7,27
	P4	53,9	97,66	24,5	7,45
07/12/2017	P1	61,85	102,33	24	7,1
	P2	55,2	339,53	25	7,17
	P3	12,3	51,16	24	7,25
	P4	55,75	167,44	24,5	7,25
15/12/2017	P1	61,4	222,22	24	7,22
	P2	52,05	259,26	25	7,14
	P3	9,9	148,15	23	7,27
	P4	56,75	285,19	24	7,34
22/12/2017	P1	59,35	377,36	24	7,03
	P2	26,8	558,49	24	6,86
	P3	22,3	260,38	24	7,06
	P4	61,55	154,72	23	7,43
10/01/2018	P1	74,5	158,73	24,5	6,96
	P2	77,3	126,98	25	6,86
	P3	29,25	138,89	23	7,14
	P4	79,15	146,83	25	7,45
17/01/2018	P1	68	269,09	24	6,87
	P2	61,6	196,36	24,5	7,11
	P3	53,8	50,91	25	7,1
	P4	63,55	123,64	25	7,33
24/01/2018	P1	67,7	128,57	25	7,62
	P2	67,2	264,29	25	7,5
	P3	12,75	10,71	24,5	7,29
	P4	70,3	53,57	25	7,66
31/01/2018	P1	59,5	139,71	24,5	7,22
	P2	60,3	147,06	24	7,26
	P3	10,2	91,91	24	7,13
	P4	58,15	136,03	24,5	7,31
07/02/2018	P1	59,15	224,56	23,5	7,23
	P2	54,4	400,00	24	6,86
	P3	24,8	115,79	24	7,26
	P4	59,55	28,07	25	7,53
16/02/2018	P1	12,5	124,56	25	7,16
	P2	26,45	71,17	25	7,35
	P3	3,65	96,09	24,5	7
	P4	14,4	138,79	24	7,41

Fonte: Autoria própria