

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

**Influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da  
água do rio ao longo da bacia do rio Anhanduí.**

Autor: Diego Adania Zanoni  
Orientador: Prof. Dr. Denílson de Oliveira Guilherme

Campo Grande  
Mato Grosso do Sul  
Setembro – 2018

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

**Influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da  
água do rio ao longo da bacia do rio Anhanduí.**

Autor: Diego Adania Zanoni  
Orientador: Prof. Dr. Denílson de Oliveira Guilherme

"Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA, no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da Universidade Católica Dom Bosco – Área de concentração: “Sustentabilidade Ambiental e Produtiva” Aplicada a “Saúde, e Ambiente e Sustentabilidade”

Campo Grande  
Mato Grosso do Sul  
Setembro – 2018



UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO  
Inspira o futuro

## Influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água do rio na bacia do Rio Anhanduí

**Autor:** Diego Adania Zanoni

**Orientador:** Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme

**TITULAÇÃO:** Mestre em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária

**Área de Concentração:** Sustentabilidade Ambiental e Produtiva

APROVADO em 10 de setembro de 2018.

Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme - UCDB

Prof. Dr. Fabio Martins Ayres - UCDB

Prof. Dr. Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho - UCDB

Profa. Dra. Janini Tatiane Lima Souza Maia - FUNORTE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Biblioteca da Universidade Católica Dom Bosco - UCDB, Campo Grande, MS, Brasil)

Z33i Zanoni, Diego Adania  
Influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade  
da água do rio ao longo da bacia do rio Anhanduí /  
Diego Adania Zanoni; orientador Denilson de Oliveira  
Guilherme.-- 2018.  
32 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Católica Dom  
Bosco, Campo Grande, 2019  
Inclui bibliografia

1. Solo - Uso - Anhanduí, Rio, Bacia. 2. Qualidade  
da água. 3. Bacias hidrográficas. I. Guilherme, Denilson  
de Oliveira. II. Título.

CDD: 628.11

## SUMÁRIO

	Página
1. Introdução .....	3
2. OBJETIVOS .....	4
2.1. Objetivo Geral .....	4
2.2. Objetivos Específicos.....	4
3. REVISÃO DA LITERATURA .....	5
3.1 Evolução populacional e urbanização.....	5
3.2 Planejamento e gestão urbana .....	6
3.3 Cadastro territorial multifinalitário.....	6
3.4 Qualidade da água.....	7
3.5 O monitoramento da qualidade da água em Campo Grande .....	10
4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	13
Influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água do rio na bacia do Rio Anhanduí. ....	16

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Classificação IQAcetesb.....	8
Tabela 2 Relação das classes e quantidade de imóveis. ....	18
Tabela 3 Pontos de monitoramento da bacia do Anhanduí. ....	18
Tabela 4 Valores de referência na interação das classes de uso e ocupação do solo....	19
Tabela 5 Valor IQA de cada ponto de coleta do rio Anhanduí em cada trimestre do ano de 2013.....	22
Tabela 6 Valores de Fósforo Total (mg L-1) a montante e a jusante da ETE. ....	23
Tabela 7 Comparativo de valores encontrados da concentração de fósforo (mg L-1) em outras cidades. ....	23
Tabela 8 Parâmetros com valores de fósforo acima do limite CONAMA 357/2005 dos pontos de coleta. ....	24
Tabela 9 Classificação dos coeficientes de correlação de Pearson. ....	24

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Pesos relativos de cada parâmetro. ....	9
Figura 2 Bacias urbanas da cidade de Campo Grande. ....	11
Figura 3 Bacia do rio Anhanduí. ....	17
Figura 4 Mapas de calor das classes. ....	21
Figura 5 Mapa de distribuição das concentrações de potenciais classes poluidoras. ....	22

## LISTA DE ABREVIATURAS

APA	Área de Proteção Ambiental
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CV	Corredor Viário
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IQA	Índice de Qualidade da Água
LC	Lei Complementar
OD	Oxigênio Dissolvido
ONU	Organização das Nações Unidas
PLANURB	Agência Municipal De Meio Ambiente e Planejamento Urbano
SEMADUR	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana de Campo Grande
SIG	Sistema de Informação Geográfica

## RESUMO

O crescimento populacional ao longo dos anos vem se tornando um problema de ordem mundial, com esse aumento no número de pessoas as cidades estão passando por um processo de expansão urbana acelerado, nem sempre de uma forma planejada e organizada. Essas ações influenciam diretamente na qualidade da água das bacias urbanas, devido ao uso e ocupação do solo das bacias, onde a paisagem vem se transformando, aumentando a impermeabilização do solo, consequentemente aumentando o volume de água pluvial escoada superficialmente, e essa água carrega toda a poluição e resíduos dispostos sobre o solo ao longo da bacia, trazendo toda a poluição superficial para o leito do rio, afetando drasticamente a qualidade da água das bacias urbanas. Em resposta a essa urbanização desenvolveu-se esse estudo ao longo da bacia urbana do Rio Anhanduizinho para identificar pontos potencialmente poluidores ao longo da bacia, utilizando de dados especializados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR), dados do Projeto Córrego Limpo que fornecem o Índice de Qualidade da Água (IQA) ao longo da bacia, e o software ArcGIS para trabalhar com todas essas informações em um ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) para a elaboração de diagramas de Voronoi, transformando todas as informações em mapa temáticos para a identificação dos pontos potencialmente poluidores na bacia do Rio Anhanduizinho. Gerou-se 46 mapas onde encontrou-se o mapa que mais se aproxima dos dados IQA. Observou-se uma alta concentração de fósforo total ao longo da bacia, com maiores concentrações nas partes onde existe uma maior concentração de atividades industriais, comerciais e de serviço, e um grande aumento pontual no ponto a jusante da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Los Angeles. Analisando a legislação municipal e estadual, observou-se uma diferença entre as ações, fazendo-se necessária uma reformulação na lei municipal de uso e ocupação do solo para atender as metas estabelecidas na lei estadual.

**Palavras-chave:** Bacia Urbana; Planejamento Urbano; Poluição Difusa; Uso e Ocupação Do Solo.

## ABSTRACT

Population growth over the years has become a world-wide problem, with this increase in the number of people, cities are undergoing a process of accelerated urban expansion, not always in a planned and organized way. These actions directly influence the water quality of the urban basins, due to the land use and land occupation of the basins, where the landscape has been transformed, increasing the waterproofing of the soil, consequently increasing the volume of surface water drained rainwater, and this water carries all pollution and waste disposed on the soil along the basin, bringing all surface pollution to the river bed, drastically affecting the water quality of the urban basins. In response to this urbanization, this study was developed along the Anhanduizinho River urban basin to identify potentially polluting points along the basin, using data from the Municipal Department of Environment and Urban Development (SEMADUR), data from Projeto Córrego Limpo which provide the Water Quality Index (WQI) throughout the basin, and ArcGIS software to work with all of this information in a Geographic Information System (GIS) environment for drawing up Voronoi diagrams, transforming all information into a map thematic areas for the identification of potentially polluting points in the Anhanduizinho River basin. 46 maps were generated where the map that most closely approximates the IQA data was found. A high concentration of total phosphorus was observed along the basin, with higher concentrations in the areas where there is a greater concentration of industrial, commercial and service activities, and a large point increase in the downstream point of the Sewage Treatment Station Los Angeles. Analyzing the municipal and state legislation, a difference between the actions was observed, making necessary a reformulation in the municipal law of land use and land occupation to reach the goals established in the state law.

**Key words:** Diffuse pollution; Land use and land cover; Urban basin; urban planning.

## 1. Introdução

A sustentabilidade em nível global é o grande desafio para nossa e futuras gerações, o crescimento acelerado da população vem se tornando um grande problema em várias áreas como abastecimento de água, esgotamento sanitário e habitação. A população mundial aumentou cerca de um bilhão de habitantes nos últimos doze anos e estima-se que cresça mais um bilhão até 2030. Os países que mais se destacam pela sua população são: Nigéria (África), China e Índia (Ásia), Brasil e México (América Latina), Estados Unidos (América do Norte) e Rússia (Europa) segundo estimativas (UN, 2017).

No mundo todo a qualidade da água vem sendo afetada negativamente cada vez mais, a medida que as populações crescem, atividades agrícolas e industriais se expandem e as mudanças climáticas ameaçam alterar o ciclo hidrológico global (ONU, 2010). Pesquisas seguem com muitos estudos sobre gestão e monitoramento de recurso, seguindo a tendência de crescimento populacional e expansão urbana.

Por sua vez a cidade de Campo Grande vem passando por um processo de expansão urbana e crescimento populacional acentuado, ações antrópicas (loteamento e ocupação dos espaços urbanos) vêm alterando a cobertura do solo, e isso influencia diretamente na qualidade das águas superficiais da bacia (WOHLFART et al., 2017).

Essas transformações geram preocupações com os rios em áreas urbanas, devido a água pluvial ser escoada para esses corpos hídricos, tendo o leito do rio como o destino de todo o sedimento acumulado ao longo da bacia, como matéria orgânica. Na cidade de Campo Grande, visando monitorar o impacto dessas alterações, desenvolveu-se o Projeto Córrego Limpo para o monitoramento da qualidade das águas superficiais da cidade.

A cidade de Campo Grande tem onze bacias, onde nove sofrem influência urbana e são monitorados pelo projeto, destaca-se a bacia do Rio Anhanduí por ser afluente de vários desses córregos (SEMADUR, 2016). Entendendo que o uso e ocupação do solo causa mudanças diretas na qualidade da água (ZAMPELLA et al., 2007), almeja-se correlacionar e avaliar o uso e ocupação do solo com a qualidade da bacia em questão.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

- Estudar a influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade de água ao longo da bacia do rio Anhanduí.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar o uso e ocupação do solo por meio de geoprocessamento de dados.
- Analisar o uso e ocupação do solo e a qualidade da água ao longo da bacia do rio Anhanduí.
- Produzir uma cartografia de síntese retratando a situação da bacia do rio Anhanduí.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Evolução populacional e urbanização

A expansão populacional é um fenômeno mundial, com isso um dos grandes desafios para o futuro é a urbanização planejada, visando à preservação dos recursos hídricos, e a manutenção do estilo de vida atual. A população mundial vem aumentando ano a ano, em 2009 éramos 6,87 bilhões de pessoas, número que aumentou para 7,38 bilhões em 2015. Seguindo esse processo o Brasil no mesmo período teve o crescimento populacional de 195 milhões para 206 milhões de pessoas (UN, 2017). Na cidade de Campo Grande esse crescimento foi de 787 mil para 864 mil habitantes (IBGE, 2017). O crescimento populacional acarreta em uma maior demanda pelos serviços básicos a vida, assim como água, comida e abrigo. Nessa linha a expansão urbana é cada dia maior para acomodar esse rápido aumento da população, essa expansão por sua vez acelera os processos urbanísticos e causando uma ocupação do solo de forma inadequada, podendo assim ameaçar Áreas de Preservação Ambiental (APAs) situadas em zona urbana (LEON; KIM, 2017). Para a preservação dessas áreas políticas públicas foram desenvolvidas e são constantemente avaliadas e reformuladas (FIGUEIREDO et al., 2017). Como consequência dessa expansão ocupações desordenadas acontecem, podendo por em risco Áreas de Preservação Ambiental (APA) (FREITAS; CAPETI; SAMPAIO, 2017).

Como existe uma diferença na velocidade entre o crescimento populacional e o desenvolvimento da infraestrutura da cidade, muitas residências carecem de água encanada, rede de esgoto, entre outros serviços básicos de saúde. Com esse déficit de rede de esgoto, acontecem casos de lançamento clandestino de esgoto não tratado nos corpos hídricos, colocando assim em risco a qualidade do mesmo (SALGADO; ARAÚJO, 2017).

Para controlar a qualidade da água de um corpo hídrico vários métodos foram desenvolvidos, entre eles destaca-se o IQAcetesb, que é a somatória de parâmetros da água. Com esse valor é possível monitorar um corpo hídrico e avaliar sua evolução ao longo do tempo (SILVA; ARAÚJO, 2017).

### **3.2 Planejamento e gestão urbana**

Com essa expansão das cidades, surgiu a necessidade de não só promover essa expansão como também o planejamento e gestão dessas mudanças. Um sinal disso é o crescimento dos municípios que implementaram conselhos municipais referentes a planejamento e gestão, cujo valores no Brasil passaram de 2,6% em 2000 para 22,1% em 2012 (SILVA; VICENTIN, 2017).

Uma das ferramentas para o planejamento urbano que é desenvolvido usando como base a Lei Federal denominada Estatuto da Cidade, que estabelece normas de ordem pública e interesse social, esta lei regula o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo assim como busca o equilíbrio ambiental entre a expansão urbana e o meio ambiente (NASCIMENTO; ARAÚJO JUNIOR, 2016).

A gestão ambiental visa harmonizar a interação do homem com a natureza, pois a cada dia se torna mais necessário à mudança desse ambiente, seja para atender as necessidades coletivas ou individuais. Visando isso, a gestão urbana utiliza-se de vários indicadores, para que seja possível o controle e monitoramento dos serviços essenciais, fomentando assim o planejamento das cidades (RAUBER et al., 2017).

### **3.3 Cadastro territorial multifinalitário**

Devido à expansão urbana evidenciou-se a necessidade de normatizar as políticas urbanas, em 2001 elaborou-se a lei que estabelece diretrizes gerais da política urbana, denominada Estatuto das Cidades, surge então um marco para o entendimento das propriedades urbanas, deixa-se de pensar que as propriedades urbanas são parcelas individuais e começa-se a interpretar essas propriedades como um conjunto, que o uso deve ser em prol do coletivo, da segurança, do bem-estar dos cidadãos e com o equilíbrio ambiental, consolidou-se como a Lei N. 10.527/2001.

Com essa mudança de entendimento das propriedades urbanas, a legislação continuou progredindo em relação ao impacto do uso e ocupação do solo no território urbano e então em 2008 instituiu-se o Decreto 6.666, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), promovendo o adequado ordenamento na gestão de informação SIG, evitando duplicações e desperdício de recursos para obtenção de dados geoespaciais.

Com todas essas informações em 2009 o Ministério das Cidades através da Portaria Nº 511, de 7 de dezembro de 2009, determinou as diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), padronizou-se as informações mínimas que poderiam compor o CTM, que são:

- Caracterização geométrica;
- Seu uso;
- Identificador único;
- Localização e proprietário;
- Detentor do domínio útil ou possuidor.

Com sua estrutura definida e consolidada vários estudos com diferentes abordagens começaram a ser desenvolvidos usando como base o CTM, com ênfase no território urbano encontram-se estudos abordando a eficiência do CTM para a tributação sobre o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) (OSÓRIO; BRANDALIZE; ANTUNES, 2012), como base para tomada de decisão pelos órgãos responsáveis pelo planejamento estratégico das cidades (SASS; AMORIM, 2013).

O CTM torna então uma poderosa ferramenta a nível nacional para um desenvolvimento econômico sustentável mais eficiente, visando que é uma poderosa ferramenta de gestão, utilizando informações cadastrais periodicamente atualizadas. Assim auxiliando os municípios em sua gestão municipal no que diz respeito a tributação territorial, planejamento urbano e rural assim como nas questões ambientais no perímetro urbano (LÁZARO; FURTADO; CHUERUBIM, 2016).

### **3.4 Qualidade da água**

A qualidade da água está relacionada com a sua finalidade para uso, levando em consideração que ela é um bem de domínio público e de uso comum. Destaca-se também que a qualidade da água possui diferentes classes, cada uma sendo indica para um uso diferente. Treze classes de uso foram criadas, sendo que cinco classes são de água doce, quatro para águas salobras e quatro para águas salinas. E ainda estipularam-se padrões para emissão de efluentes em corpos receptores, com o intuito de preservar a qualidade do corpo hídrico (CONAMA 430, 2011).

Levando em consideração a quantidade de parâmetros que podem ser analisados para se determinar a qualidade da água, e ressaltando que cada valor de parâmetro considerado isoladamente não atribui um valor real, mas sim um conjunto de parâmetros

analisados. Desenvolveram-se índices que já tem um conjunto de parâmetros pré-estabelecidos, desenvolvendo assim uma definição de qualidade mais embasada e mais simples de expor o resultado (ANA, 2012).

A partir de um estudo realizado em 1970 pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) adaptou em 1975 o IQA – Índice de Qualidade das Águas para a realidade brasileira, que incorpora nove variáveis consideradas importantes, tais como: Coliformes Fecais, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total, Fósforo Total, Temperatura, Turbidez, Resíduo Total e Oxigênio Dissolvido (OD). Esses parâmetros são relevantes para avaliação de água de abastecimento (CETESB, 2013).

O IQA é um valor que varia de 0 a 100 e é classificado de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 Classificação IQAcetesb.

<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>
Ótima	79<IQA≤100
Boa	51<IQA≤79
Regular	36<IQA≤51
Ruim	19<IQA≤36
Péssima	IQA≤19

Fonte: CETESB (2013).

E para se chegar nesse valor, realiza-se uma somatória ponderada, conforme a equação 1:

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{wi} \quad (1)$$

Onde:

IQA = é um valor de 0 à 100;

n = números de parâmetros analisados;

q = valor do parâmetro analisado;

w = peso do respectivo valor para a somatória.

O peso respectivo de cada valor pode ser observado na Figura 1:

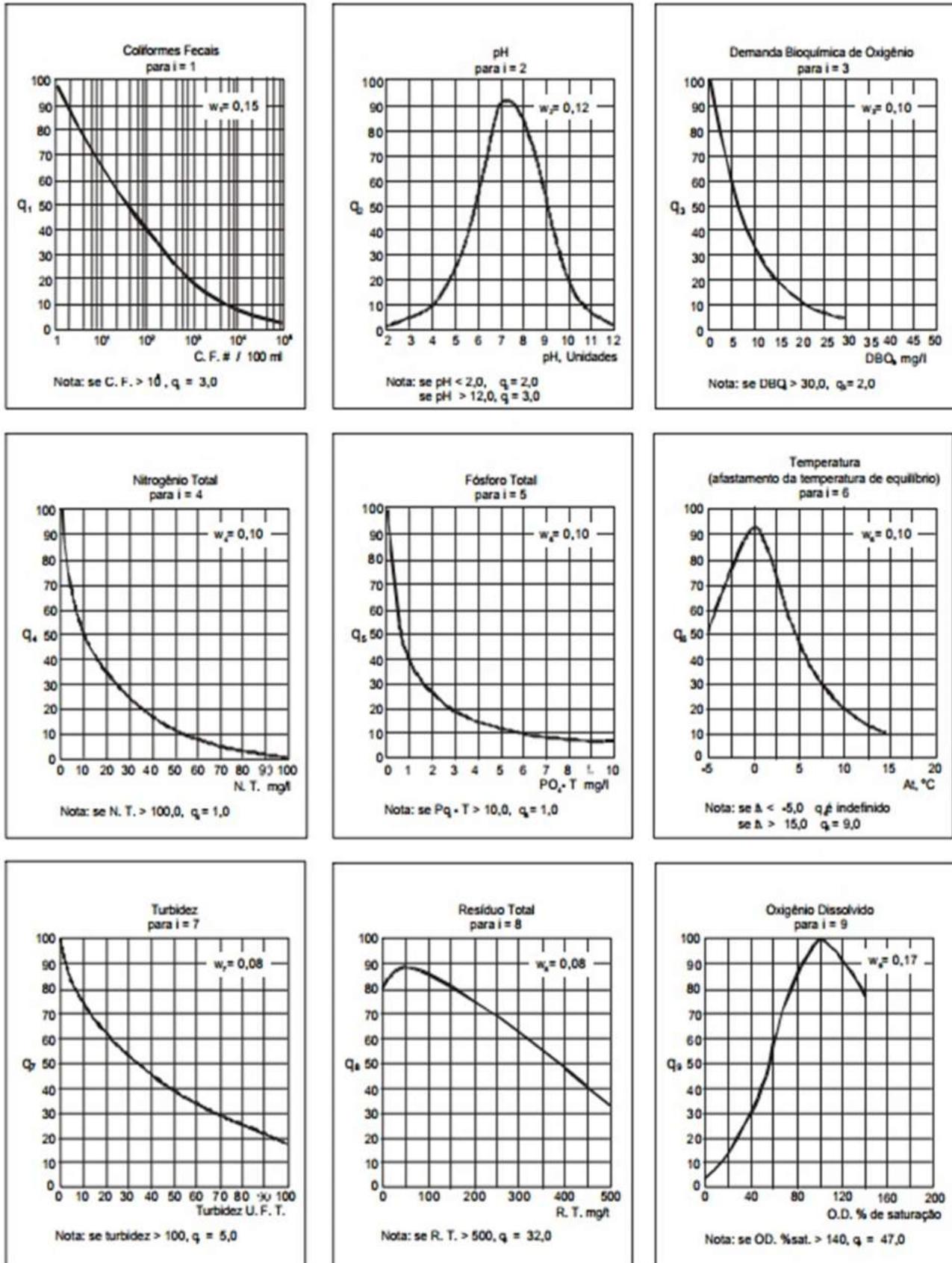


Figura 1 Pesos relativos de cada parâmetro.

Fonte: CETESB, 2013.

Em cada gráfico observa-se no eixo abcissa temos o valor medido da amostra e no eixo das ordenadas o peso respectivo para cada parâmetro. Esse índice (IQAcetesb) pode ser encontrado em diferentes tipos de estudo, assim como: avaliação da influência de indústrias (PIRATOBA et al., 2017), na avaliação do impacto de práticas agrícolas no corpo hídrico (BASSO e CARVALHO, 2007), na avaliação da água de consumo que atende uma cidade (LOPES et al., 2016) e na avaliação do impacto urbano no corpo hídrico (SILVA et al., 2017).

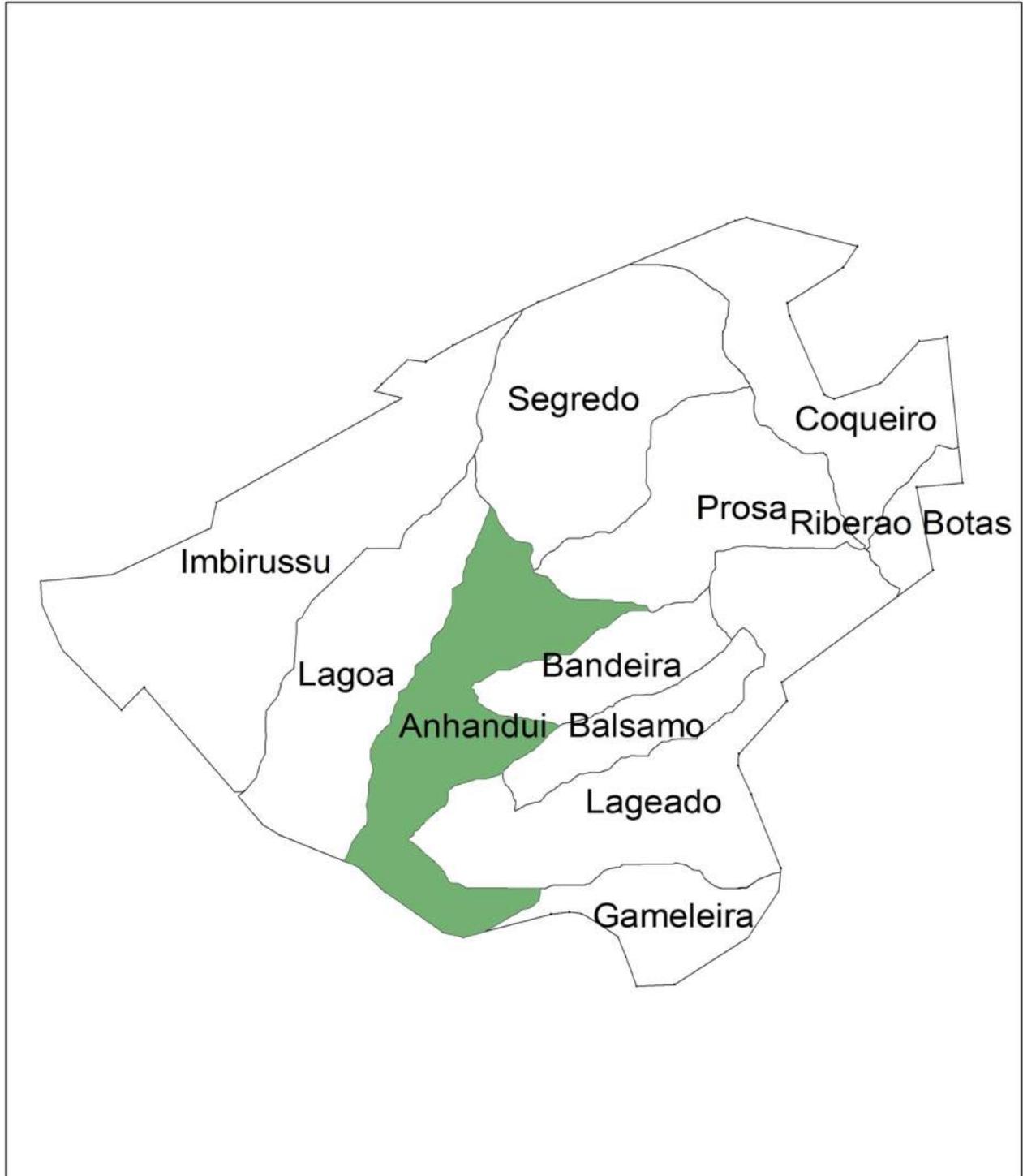
### **3.5 O monitoramento da qualidade da água em Campo Grande**

Com os desafios de gestão e preservação de recursos, os órgãos públicos tiveram como iniciativa a elaboração de leis diretrizes como a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal 9.433 de 08 de janeiro de 1997, impulsionando os estados a elaborar leis mais específicas a sua realidade, como a Política Estadual de Recursos Hídricos, normatizada pela Lei 2.406 de 29 de janeiro de 2002.

Em Campo Grande a iniciativa para um monitoramento das bacias urbanas iniciou-se em 2005 com um trabalho de dissertação, cujo objetivo era avaliar a qualidade das águas nos córregos urbanos da cidade de Campo Grande, esse trabalho realizou coletas sazonais (a cada trimestre) em 29 pontos de coletas distribuídos pelos córregos da cidade utilizando 6 índices de qualidade da água diferentes (DIAS, 2005).

Posteriormente a cidade de Campo Grande que através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (SEMADUR) em março de 2009, criou um programa de monitoramento da qualidade das águas superficiais da cidade, denominado Projeto Córrego Limpo. Utiliza-se o índice IQAcetesb para avaliar a qualidade das águas superficiais das bacias urbanas de forma simples e elabora-se um relatório anual com as informações coletadas (SEMADUR, 2016).

A rede hidrográfica da cidade de Campo Grande em sua grande parte pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, apenas uma pequena parte encontra-se na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai, e é formada por onze bacias, denominadas: Anhanduí, Coqueiro, Bandeira, Bálsamo, Gameleira, Imbiruçu, Lagoa, Lageado, Prosa, Ribeirão Botas e Segredo. Oficialmente, conforme a carta de drenagem são conhecidos trinta e três córregos componentes da rede hidrográfica, além do Rio Anhanduí (Consórcio RES, 2008). Como pode ser visto na Figura 2:



# Bacias

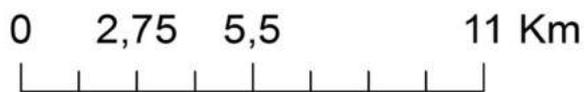


Figura 2 Bacias urbanas da cidade de Campo Grande.

O Projeto Córrego Limpo teve seu início com 56 pontos de monitoramento, com o passar dos anos o monitoramento vem sendo ampliado para se obter um monitoramento mais eficiente, em 2010 onze novos pontos foram acrescentados, em 2011 mais treze pontos, já em 2016 mais dois pontos foram implantados (montante e jusante a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Imbiruçu), Com isso o número total de pontos de coleta hoje é de oitenta e um, distribuído em nove das onze bacias de Campo Grande (as bacias do Gameleira e Ribeirão Botas não possuem curso d'água em área urbana, logo não são monitorados). Os córregos monitorados são: Segredo, Cascudo, Imbiruçu, Bálsamo, Cabaça, Bandeira, Lageado, Lagoa, Buriti, Sóter, Vendas, Prosa, Botas, Pedregulho, Coqueiro e Formiga, além do Rio Anhanduí (SEMADUR, 2016).

#### 4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANA. **Agência Nacional de Águas**. Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. Brasília: ANA, p. 264, ano 2012.

BASSO, E. R.; CARVALHO, S. L. **Avaliação da qualidade da água em duas represas e uma lagoa no município de Ilha Solteira (SP)**. HOLOS Environment, v. 7, n.1, p. 16-29, ano 2007.

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. IQA. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2009. São Paulo: CETESB, p. 310, ano 2013.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 430**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 13 mai. 2011.

CONSÓRCIO RES Planejamento em Drenagem Urbana - **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Campo Grande** - Manual de Drenagem Urbana, Relatório – R10, 2008

FAO, OPS. **Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe**. Santiago de Chile. 2017.

FIGUEIREDO, H. P.; CONSTANTINO, M.; BARROS, J. H. S.; COSTA, R. B. **Políticas Públicas e fragilidades na gestão de Unidades de Conservação Urbanas no Brasil**. Multitemas, Campo Grande, MS, v. 22, n. 51, p. 217-234, jan./jun. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), **Informações estatísticas**. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/CMC>> Acessado em: 05 de maio de 2018.

LEON, R. C.; KIM, S. M.; **Stakeholder perceptions and governance challenges in urban protected area management: The case of the Las Piñas – Parañaque Critical Habitat and Ecotourism Area, Philippines.** Land Use Policy, vol. 63, p. 470-480. Ano 2017.

LOPES, R.M.; MESQUITA, K. F. C.; SANTOS, M. L. S.; PEREIRA, J. A. R. **Qualidade da água consumida na Ilha do Mosqueiro, Belém-PA.** Revista DAE, v. 206, p. 6-20, ano 2016.

NASCIMENTO, W. J. F.; ARAÚJO JUNIOR, A. C. R. **Gestão do espaço urbano a partir do plano diretor: uma análise da zona oeste de Boa Vista – RR.** ACTA Geográfica, Boa Vista, vol. 10, n. 24, p. 34-52, ano 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Declaração da “ONU Água” para o Dia Mundial da Água 2010. 2010. Disponível em:<[http://www.unwater.org/downloads/unw\\_wwd\\_statement1.pdf](http://www.unwater.org/downloads/unw_wwd_statement1.pdf)>. Acesso em 20 de setembro 2018.

PIRATOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G. **Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil.** Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 12, n. 3, ano 2017.

RAUBER, D.; FUGII, G. M.; NASCIMENTO, D. E.; SILVA, C. L. **Indicadores da gestão dos resíduos sólidos e saneamento básico presentes no plano diretor municipal de saúde de Curitiba 2014 – 2017.** In: Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, 8º, 2017, Curitiba.

SALGADO, S. R. T.; ARAÚJO, A. L. C. **Levantamento da tipologia das estações de tratamento de esgoto oriundas do Programa de Aceleração do Crescimento e a previsão do impacto no índice de tratamento de esgoto no estado do Espírito Santo.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v.22, n.2, p. 293-301, ano 2017.

SECRETÁRIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO URBANO (SEMADUR), **Qualidade das águas superficiais de Campo Grande – MS**, Relatório 2016 preliminar, ano. 2016.

SILVA, D. C. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R. W. **Aplicação de indicadores ambientais para análise da água em bacias hidrográficas**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 10, n. 2, p. 610-626, ano 2017.

SILVA, M. R.; VICENTIN, I. C. **Planejamento urbano e o estatuto das cidades: A institucionalização dos conselhos municipais de política urbana no Brasil**. Revista Capital Científico – Eletrônica (RCCe), vol. 15, n. 2, ano 2017. <<http://revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/article/view/4114/3379>> Data de acesso: 04 de outubro de 2017.

SILVA, M. A.; ARAÚJO, R. R. **Análise temporal da qualidade da água no córrego Limoeiro e no Rio Pirapozinho no Estado de São Paulo – Brasil**. Revista FORMAÇÃO (ONLINE) v. 1, n. 24, p. 182-203, ano 2017.

UNITED NATIONS, **World Population Prospects: The 2017 Revision**, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017), ano 2017.

WOHLFART, C.; MACK, B.; LIU, G.; KUENZER, C. **Multi-faceted land cover and land use change analyses in the Yellow River Basin based on dense Landsat time series: Exemplary analysis in mining, agriculture, forest, and urban areas**. Applied Geography, vol. 87, p. 73-88, ano 2017.

ZAMPELLA, R. A.; PROCOPIO, N. A.; LATHROP, R. G.; DOW, C. L. **Relationship of land-use /land-cover patterns and surface-water quality in the Mullica river basin**. Journal of the American Water Resources Association, vol. 43, n. 3, ano 2007.

## Influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água do rio na bacia do Rio Anhanduí.

Diego Adania Zanoni, Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho,

Fabio Martins Ayres e Denilson de Oliveira Guilherme.

---

### RESUMO

O uso e ocupação do solo tem um papel fundamental na expansão urbana, pois garante uma ocupação organizada e planejada da área urbana visando às partes ambiental, social e econômica. Essa expansão urbana vem impactando o entorno das bacias urbanas, aumentando as concentrações de nutrientes alterando alguns parâmetros como demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio (N) e fósforo (P). Para identificar esse impacto no entorno da bacia do Rio Anhanduí utilizou-se georreferenciamento para levantamento de dados relacionados aos imóveis pertencentes à bacia, e elaborou-se mapas temáticos da bacia do Rio Anhanduí que pertence ao perímetro urbano da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Os mapas temáticos abordaram a concentração de cada uma das nove classes que cada imóvel foi classificado segundo a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana (SEMADUR). Utilizando um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), através da ferramenta de álgebra de mapas combinaram-se as concentrações dos imóveis levando em consideração seu potencial poluidor e obteve-se um mapa síntese da poluição difusa da bacia. Esse mapa síntese apresentou uma correlação de Pearson de 0,68, correlação moderada, quando comparado com o índice de qualidade da água (IQA) ao longo da bacia.

**Palavras-chave:** Bacia Urbana; Planejamento Urbano; Poluição Difusa; Uso e Ocupação Do Solo.

---

### INTRODUÇÃO

A sustentabilidade do meio de vida nas grandes cidades é o grande desafio para as futuras gerações, o crescimento acelerado da população vem se tornando um grande problema na ocupação urbana devido ao crescimento desordenado.

A população mundial aumentou em cerca de um bilhão de habitantes nos últimos doze anos e estima-se que cresça mais um bilhão até 2030 (UN, 2017). Os cinco países com as maiores populações são: China (1,4 bilhão), Índia (1,3 bilhão), Estados Unidos da América (324 milhões), Indonésia (264 milhões) e Brasil (209 milhões), representam cerca de 47% da população mundial segundo estimativas (UN, 2017).

No Brasil as regiões com maior crescimento populacional desde 2011 são Norte e Centro Oeste, com uma taxa de crescimento de 11% cada, Mato Grosso do Sul apresenta uma taxa de crescimento de 9,5% no mesmo período, já a cidade de Campo Grande apresentou uma taxa de 9,8% de crescimento no mesmo período (IBGE, 2018).

A cidade de Campo Grande vem passando por um processo de expansão urbana, podendo ser observado pelo comportamento do setor da construção civil, expansão do centro urbano e a descentralização de atividades de comércio e serviços. Essas atividades antrópicas vêm alterando a cobertura e uso do solo ao longo dos anos, e isso influencia diretamente na qualidade das águas superficiais da bacia urbana conforme observado em (WOHLFART et al., 2017).

A qualidade da água do rio em áreas urbanas é influenciada pelas galerias pluviais, que escoam as águas oriundas de lavagem atmosférica e da superfície, levando assim todos os poluentes presentes no meio pelo qual essa água percorreu. Esse tipo de poluição é conhecido como poluição difusa, geralmente associado a eventos pluviais e por não ter um único ponto como fonte de poluição (BISCAINO NETO; RABELO; FREIRE, 2015).

Diante dessa situação Campo Grande por meio de seus gestores lançou o Projeto Córrego Limpo que consiste no monitoramento da qualidade das águas superficiais da cidade de Campo Grande. Este projeto é uma parceria entre a prefeitura de Campo Grande através da SEMADUR e a empresa concessionária de água.

Esse projeto determinou pontos de coleta para amostragem de água para um monitoramento do Índice de Qualidade da Água (IQA) periódico a cada três meses. Buscando a transparência e a acessibilidade à informação aos cidadãos foram instaladas placas contendo informações sobre a qualidade da água naquele ponto.

A cidade de Campo Grande tem onze bacias, das quais nove sofrem influência urbana e são monitoradas pelo projeto Córrego Limpo, dentre elas destaca-se a bacia do Rio Anhanduí por ser afluente de vários desses rios (SEMADUR, 2016). Neste rio encontra-se a Estação de Tratamento de Esgoto Los Angeles (ETE Los Angeles).

Esta estação é responsável pelo tratamento do esgoto gerado por aproximadamente 580 mil habitantes o que corresponde a 65% da população da cidade de Campo Grande, mesmo que a população residente ao entorno da bacia seja de 207 mil habitantes que corresponde a aproximadamente 24% da população.

Isso acontece devido à bacia receber transposição do esgoto sanitário de outras ETEs localizadas em outras bacias urbanas da cidade, podendo em sua capacidade máxima tratar o esgoto de até 1 milhão de habitantes. O objetivo deste trabalho foi estudar a influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água do rio ao longo da bacia do rio Anhanduí.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Entendendo que o uso e ocupação do solo pode causar mudanças diretas na qualidade da água dos rios urbanos (ZAMPELLA et al., 2007), com isso buscou-se junto ao órgão responsável pelo cadastro dos imóveis da cidade de Campo Grande a PLANURB, as informações referentes ao cadastro imobiliário. Utilizaram-se as informações para a elaboração de mapas temáticos, para uma melhor análise da região em estudo e classificação das ocupações com maior potencial poluidor da bacia.

### Área de estudo

A área em estudo foi a região da bacia do rio Anhanduí, que possui uma área de 38,3 km<sup>2</sup> e recebe a maior parte do escoamento superficial de água fluvial de toda a cidade de Campo Grande e é onde está localizada a Estação de Tratamento de Esgoto Los Angeles (ETE Los Angeles) a maior estação de tratamento de esgoto da cidade (ÁGUAS GUARIROBA, 2017). Segundo a classificação de Koppen-Geiger, o clima é do tipo Aw, tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Nesta região encontram-se quatorze bairros, sendo eles: Bairro Aero Rancho, Bairro Alves Pereira, Bairro América, Bairro Centenário, Bairro Centro-Oeste, Bairro Guanandi, Bairro Jacy, Bairro Jockey Club, Bairro Lageado, Bairro Los Angeles, Bairro Parati, Bairro Pioneiros, Bairro Piratininga e Bairro Taquarussu, onde concentra-se 24% da população municipal segundo o último censo (IBGE,2018).

A bacia do rio Anhanduí é composta por oito microbacias conforme mostra a Figura 3.

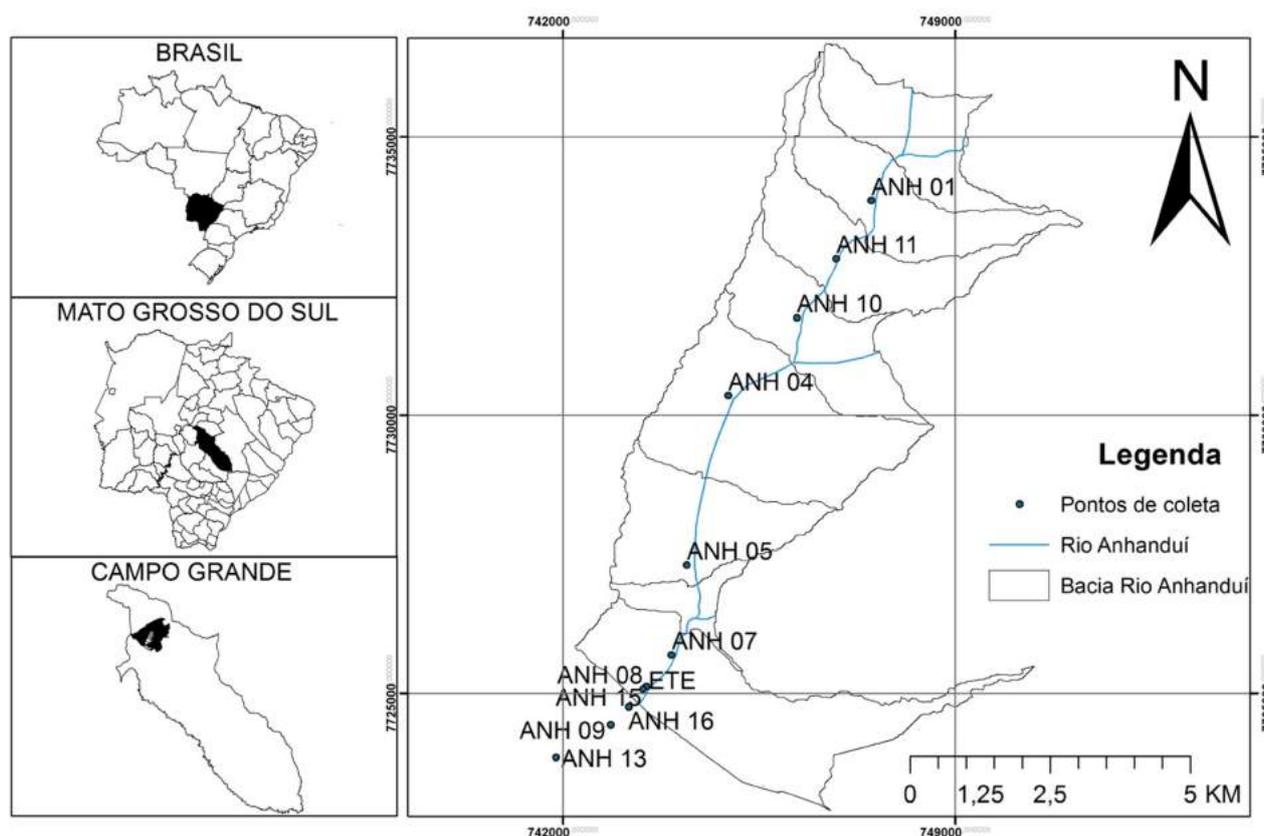


Figura 3 Bacia do rio Anhanduí.

### Identificação de pontos poluidores na bacia

Realizou-se uma revisão da literatura para identificar as principais ações poluidoras associadas ao escoamento superficial de bacias urbanas. Os parâmetros que mais sofreram impactados com as atividades antrópicas são: demanda química biológica (DBO), nitrogênio (N) e fósforo (P) (REVITT; ELLIS, 2016). Os tipos de uso dos imóveis que destacaram-se foram as atividades de funilaria e pintura automotiva (IARK et. al., 2017), lançamento clandestino de

esgoto domiciliar (SANTOS et al., 2018), poluição por escoamento superficial de efluentes industrial (VICENTE; CORDEIRO, 2018) e postos de combustíveis (OLIVEIRA et. al., 2008).

### Levantamento de dados dos imóveis da bacia do Anhanduí

Realizou-se um levantamento de dados junto a PLANURB, no primeiro semestre de 2018, com o intuito de identificar o uso e o número de imóveis que pertencem à bacia em estudo, os dados coletados foram referentes ao ano de 2013, escolheu-se esse ano devido a disposição das informações disponíveis nos relatórios, nos anos seguintes a 2013 houve uma mudança na apresentação das informações, passando a apresentar apenas os nomes das classes e não mais os valores dos parâmetros individuais.

Nesta etapa objetivou-se quantificar individualmente os imóveis, como pode ser visto na Tabela 2, e identificar as classes com maior impacto na poluição da bacia através de escoamento superficial de água pluvial.

**Tabela 2** Relação das classes e quantidade de imóveis.

Classe	Quantidade	%
Comercial	6280	8,1%
Fins Essenciais	171	0,2%
Industrial	68	0,1%
Misto	947	1,2%
Publico	49	0,1%
Religioso	370	0,5%
Residencial	51591	66,4%
Serviços	5811	7,5%
Territorial	12410	16,0%
Territorial Rural	1	0,0%
<b>Total</b>	<b>77698</b>	<b>100%</b>

Os dados foram obtidos com um total de dez classes em relação ao uso de cada imóvel, esses dados foram separados individualmente e então se executou três etapas utilizando o software ArcMap 10.5.

Primeiro executou-se a transformação de cada lote de cada classe para um centroide, feito isso aplicou-se uma malha de voronoi para obter-se a área de impacto de cada imóvel individualmente e por fim elaborou-se um mapa utilizando-se o mapa de calor relativo ao inverso das distâncias.

Com isso obteve-se dez mapas com as áreas de influência de cada classe individualmente, desconsiderou-se o mapa obtido para a classe de uso rural territorial (pois existe apenas um imóvel em toda a bacia pertencente a essa classe).

### Índice de Qualidade da Água (IQA)

O projeto Córrego Limpo possui treze pontos de monitoramento, sendo eles de montante para jusante: ANH 01, ANH 11, ANH 10, ANH 04, ANH 05, ANH 07, ANH 14, ANH 15, ANH 08, ANH 16, ANH 09, ANH 13 e ANH 12 conforme identificados na Tabela 3:

**Tabela 3** Pontos de monitoramento da bacia do Anhanduí.

Código do Ponto	Localização	Coordenadas	
		Lat.	Long.
ANH 01	Jusante Prosa e Segredo EEE*	747547	7733897
ANH 04	Jusante da confluência do córrego Bandeira	744998	7730390
ANH 05	Jusante ETE* Aero Rancho (desativada)	744260	7727681
ANH 07	Montante ETE* Aero Rancho (desativada)	743985	7725730
ANH 08	ETE* Los Angeles –	743579	7725177

jusante			
<b>ANH 09</b>	Jusante confluência com Córrego Formiga	742938	7724494
<b>ANH 10</b>	Montante confluência Córrego Bandeira	746219	7731796
<b>ANH 11</b>	Jusante EEE*	746899	7732832
<b>ANH 12</b>	Jusante confluência Córrego Imbirussú	736358	7720835
<b>ANH 13</b>	Jusante confluência córrego Formiga	744884	7724102
<b>ANH 14</b>	Jusante ETE* Los Angeles (100m)	742958	7724503
<b>ANH 15</b>	Jusante ETE* Los Angeles (250m)	747547	7733897
<b>ANH 16</b>	Jusante ETE* Los Angeles (700m)	744998	7730390

**Legenda: ETE – Estação de Tratamento de Esgoto, EEE – Estação Elevatória de Esgoto.**

Nos pontos de monitoramento a empresa concessionária de água realizou testes para obtenção dos seguintes parâmetros: pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), fosfato, nitrogênio total, temperatura, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais e coliformes termotolerantes. A partir dos resultados do monitoramento foram calculados os índices de qualidade da água e foram identificados os pontos com maior grau de poluição na bacia.

#### **Análise multicriterial dos dados levantados**

O ano escolhido para o estudo foi de 2013 em função de dois aspectos, selecionou-se o ano mais recente e com o maior número de parâmetros IQA disponível, adotou-se essa medida, pois ao longo dos anos o Projeto Córrego Limpo teve várias empresas licenciadas que realizaram a avaliação da qualidade da água na bacia, com isso os resultados disponibilizados pelas empresas variaram no número de parâmetros contidos nos relatórios.

Com os dados obtidos e selecionados reuniram-se todas as informações disponíveis em um ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), utilizou-se o software ArcMap 10.5 (ESRI, 2017). Com as variáveis que compõem a análise de correlação entre o uso do solo com a qualidade da água na bacia definidos, atribuiu-se valores relativo ao impacto de cada uma das nove classes (Rural Territorial foi excluída por sua baixa relevância).

No ambiente SIG utilizou-se a ferramenta de Álgebra de Mapas para combinar cada um dos dados das nove classes com seus respectivos potenciais poluidores, feito isso foram gerados 46 mapas, dos quais se escolheu o mapa que mais se aproximou dos valores de qualidade da água.

Para a interação entre os mapas de calor, foram atribuídos valores a cada uma das classes variando esse valor atribuído de acordo com o impacto que cada classe tem na qualidade da água, considerando que cada classe influencia no escoamento superficial de águas pluviais, segundo revisão feita destacaram-se como classes potenciais poluidoras: Comercial, Misto, Industrial e Serviços. Como visto na Tabela 4:

**Tabela 4 Valores de referência na interação das classes de uso e ocupação do solo.**

	<b>Classe</b>	<b>Valor</b>
<b>1</b>	Territorial	-1
<b>2</b>	Serviço	1
<b>3</b>	Residencial	-1
<b>4</b>	Religioso	-1
<b>5</b>	Público	-1
<b>6</b>	Misto	1
<b>7</b>	Industrial	1
<b>8</b>	Fins Essenciais	-1
<b>9</b>	Comercial	1

Através da revisão da literatura observou-se os valores do IQA obtidos na bacia, observou-se que os parâmetros que apresentaram alterações acima do limite foram: DBO e Fósforo Total. Esses parâmetros coincidem com a revisão

da literatura, logo atribuiu-se valores positivos (1) para as classes que correspondem as atividades com maior potencial poluidor e os valores negativos (-1) foram atribuídos as classes que apresentam menor potencial poluidor.

### **Poluição Difusa**

Em áreas urbanas a impermeabilização do solo e a conseqüentemente mudança do uso e ocupação do solo afetam a composição da água escoada, influenciando assim diretamente a qualidade da água da bacia, elevando principalmente os níveis de DBO, N e P. Com isso obteve-se dados dos estabelecimentos poluidores legalmente licenciados no órgão responsável (SEMADUR), os estabelecimento selecionados foram os com alto impacto de fósforo, dos quais utilizam detergente e estabelecimentos com grande impacto no movimento de veículos, com os dados elaborou-se um mapa de calor com as concentrações desses estabelecimento e comparou-se com as concentrações acima do limite no parâmetro Fósforo Total obtidos dos testes IQA.

### **Correlação entre mapa síntese e IQA**

Com os valores dos pixels obtidos no mapa síntese calculou-se a correlação entre os valores dos pixels obtidos e IQA de cada microbacia do rio Anhanduí. Do total de 8 microbacias 2 não apresentam pontos de coletas de água (microbacias 2 e 8), na microbacia 1 (onde localiza-se a ETE Los Angeles) há 4 pontos de coleta, escolheu-se o ponto de coleta a montante da ETE Los Angeles para que o impacto pontual da ETE não influencie na correlação, que teve como objetivo espacializar as fontes de poluição difusa que existem ao longo da bacia do rio Anhanduí.

Para esse cálculo de correlação utilizou-se o método de Pearson, para estabelecer a relação entre as concentrações dos classes potencialmente poluidoras com o IQA ao longo da bacia do rio Anhanduí.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

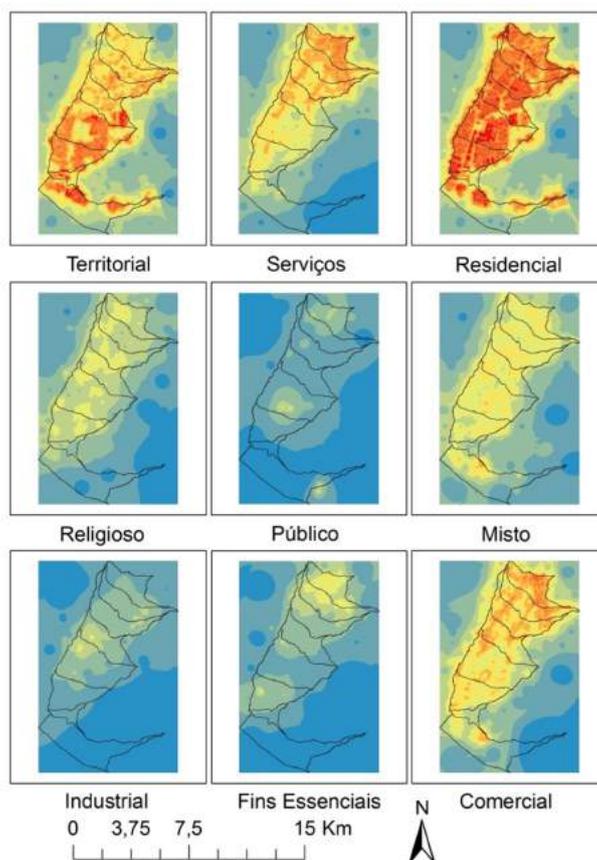
De acordo com o diagrama de Voronoi, obteve-se um mapa de calor para cada tipo de classe estudada, nesses mapas foi possível visualizar a área de influencia da cada imóvel. Nos diagramas de Voronoi algumas tendências podem ser observadas, na classe territorial, cujos terrenos encontram-se sem uso específico podendo estar com vegetação ou solo exposto, nota-se uma menor concentração na parte norte da bacia do rio Anhanduí que é a parte mais próxima ao centro da cidade, isto indica a ocupação dos imóveis territoriais por outras classes. Assim caracterizando a expansão urbana.

Nas classes de serviço e comercial nota-se uma concentração na parte norte da bacia que é a região próxima ao centro da cidade, e também uma grande concentração em dois corredores viários (CV). Esses CV são a Avenida Bandeirantes e a Rua Brilhante. Essa classificação permite usos especiais para os imóveis lindeiros (com acesso direto a via urbana) a essas ruas.

Devido a essa classificação os imóveis possuem uma taxa de ocupação maior, ou seja, maior área construída estimulando um maior fluxo de pessoas e veículos. Aumentando o potencial poluidor das atividades a serem desenvolvidas nesses locais.

Na classe residencial possui uma ocupação uniforme ao longo da bacia, sendo a parte extremo sul uma exceção com uma menor concentração de imóveis desta classe. E as outras classes possuem um comportamento similar tendo uma concentração menor do que as demais classes.

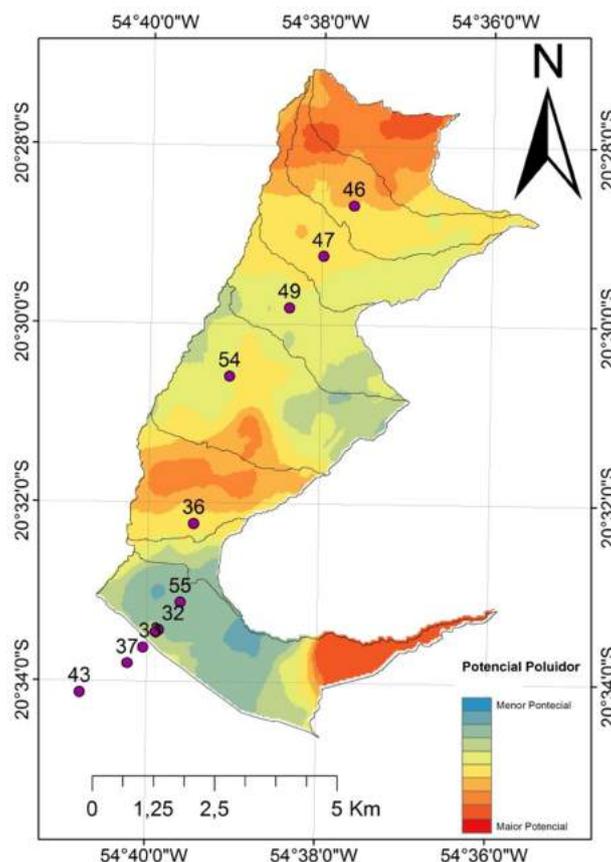
Levou-se em consideração a área gerada pelo diagrama de Voronoi para aplicação da ferramenta de geoestatística, obteve-se então os mapas de calor, como pode ser visto na Figura 4:



**Figura 4 Mapas de calor das classes.**

Como discutido nos resultados dos diagramas de Voronoi os padrões observados se mantiveram para todas as classes e pode-se observar com mais clareza as concentrações de cada classe com o uso das cores, variando do vermelho que representa uma maior concentração até o azul que indica uma menor concentração de cada classe.

Ao analisar os mapas de calor obteve-se valores que auxiliam no monitoramento da qualidade da água no ano de 2013, as cores em questão mostram a concentração de potenciais poluidores ao longo da bacia, a mancha acompanha a qualidade da água. Como pode ser visto na Figura 5.



**Figura 5** Mapa de distribuição das concentrações de potenciais classes poluidoras.

Na microbacia 8, que é a microbacia mais ao norte, é a confluência dos córregos Prosa e Segredo que formam o rio Anhanduí, não há ponto de coleta referente a bacia do rio Anhanduí, o primeiro ponto de coleta encontra-se na microbacia 7. Nota-se que a qualidade de água da bacia vem melhorando ao longo da bacia, visto que os valores IQA variam de 46 a 54, até chegar no valor 36.

Na microbacia 3 é onde encontra-se o pior valor IQA ao longo da bacia, não levando em consideração os valores após o lançamento da ETE Los Angeles, que é onde o mapa indicou a maior concentração de atividades poluidoras.

E o valor IQA aumenta seu valor na Microbacia 1, onde recebe contribuição do córrego Formiga, e cai para 32, esse variação é atribuída a ETE Los Angeles que lança o esgoto tratado no rio Anhanduí. Os valores IQA do Projeto Córrego Limpo nos 4 trimestres do ano de 2013 podem ser vistos na Tabela 5:

**Tabela 5** Valor IQA de cada ponto de coleta do rio Anhanduí em cada trimestre do ano de 2013.

Ponto	1º Tri	2º Tri	3ºTri	4ºTri
ANH 01	46	47	48	34
ANH 11	47	48	54	56
ANH 10	49	46	54	63
ANH 04	54	52	52	57
ANH 05	36	51	52	57
ANH 07	55	37	47	47
ANH 14	31	29	32	27
ANH 15	32	33	46	42
ANH 08	46	43	44	43
ANH 16	33	43	41	29
ANH 09	37	43	40	45
ANH 13	43	42	42	42

ANH 12	37	44	43	44
--------	----	----	----	----

O valor de IQA variou em cada ponto em função da concentração das potenciais atividades poluidoras. Entre os parâmetros analisados observaram-se altas concentrações de Fósforo Total, essa concentração diminui a qualidade da água e são justamente os pontos que apresentam maior concentração de potenciais poluidores. Nota-se uma poluição pontual na ETE Los Angeles, os valores de Fósforo Total (mg L<sup>-1</sup>) a montante e a jusante da ETE pode ser visto na Tabela 6:

**Tabela 6 Valores de Fósforo Total (mg L<sup>-1</sup>) a montante e a jusante da ETE.**

	1° TRI	2° TRI	3° TRI	4° TRI
<b>Montante</b>	0,92	1,07	0,83	1,53
<b>Jusante</b>	2,42	8,89	4,91	7,05

Essas alterações nas concentrações de fósforo também foram encontradas em outros estudos, como na cidade de Lavras (FIA et al. 2015), na cidade de Mirassol D'Oeste (BARROS; SOUZA, 2013), Curitiba (BREGUNCE et al., 2011), Uberlândia (DANELON; NETTO; RODRIGUES, 2012), Vila Velha (GARDIMAN JUNIOR; SIMOURA, 2016), Guarulhos (PORTO et al., 2017), Presidente Prudente (RABELO; BISCAINO NETO; FREIRE, et al., 2015), Uberlândia (SALLA et al., 2014), Salvador (SANTOS et al., 2018) e Maringa (SCHNEIDER et al., 2011). Como pode ser visto na Tabela 7:

**Tabela 7 Comparativo de valores encontrados da concentração de fósforo (mg L<sup>-1</sup>) em outras cidades.**

Cidade	Bacia	Ano	Pseco (mg L <sup>-1</sup> )	Pchuvoso (mg L <sup>-1</sup> )	Canual (mg L <sup>-1</sup> )
Lavras	Ribeirão Vermelho	2015	1,8	0,02	N/D
Mirassol D'Oeste	Córrego André	2010	0,88	0,15	N/D
Curitiba	Ribeirão dos Muller	2007	N/D	N/D	3,93
Uberlândia	Córrego Terra Branca	2010	0,9	0,22	N/D
Vila Velha	Rio Jucu	2009	N/D	N/D	0,42
Guarulhos	Córrego Capão da Sombra	2012	2,33	1,22	N/D
Presidente Prudente	Rio Limoeiro	2014	11,04	6,08	N/D
Uberlândia	Rio Uberabinha	2013	N/D	N/D	6,37
Salvador	Rio dos Seixos	2016	N/D	N/D	0,81
Maringa	Ribeirão Maringa	2007	0,23	0,02	N/D

**Legenda:** Pseco = Período de seco, Pchuvoso = Período chuvoso, Canual = concentração anual e N/D = não disponível.

Todos os estudos têm como área de estudo bacias urbanas que sofrem influência do escoamento superficial de águas pluviais, e destacam o impacto do uso e ocupação no entorno da bacia.

Os valores acima do limite para a Classe 3 foram detalhados na Tabela 8:

**Tabela 8 Parâmetros com valores de fósforo acima do limite CONAMA 357/2005 dos pontos de coleta.**

Ponto	Valores do Fósforo Total (mg L <sup>-1</sup> )			
	1° TRI	2° TRI	3° TRI	4° TRI
ANH 01	0,61	0,89	1,35	0,4
ANH 11	0,58	0,49	0,34	0,52
ANH 10	0,37	0,49	0,4	0,1
ANH 04	0,1	0,37	0,34	0,1
ANH 05	1,32	0,61	0,1	0,1
ANH 07	0,67	1,13	0,52	0,1
ANH 14	2,42	8,89	4,91	7,05
ANH 15	2,18	3,68	1,84	1,84
ANH 08	0,92	1,07	0,83	1,53
ANH 16	2,18	2,76	2,7	1,67
ANH 09	1,9	2,42	2,76	1,46
ANH 13	1,56	2,61	2,36	1,84
ANH 12	12	1,56	1,84	1,5

Vale ressaltar que o parâmetro com mais variações acima do limite foi a concentração de fósforo em todos os pontos analisados. Esse fato pode ser justificado pela influência antrópica, que através do escoamento superficial de águas pluviais acaba carreando matéria orgânica e nutrientes da superfície da bacia até o leito do rio Anhanduí.

Cabe ressaltar que na bacia estudada ainda existem 12.410 imóveis de Classe Territorial, isso equivale a 16% dos imóveis da bacia, podendo o impacto dos poluentes por escoamento de águas pluviais vir a se intensificar mais nos próximos anos.

Por fim calculou-se a correlação entre o mapa síntese da poluição difusa com o IQA e utilizou-se os valores de correlação da Tabela 9:

**Tabela 9 Classificação dos coeficientes de correlação de Pearson.**

Valor	Correlação
> 0,90	muito forte
0,70 > X ≤ 0,90	forte
0,50 > X ≤ 0,70	moderada
0,30 > X ≤ 0,50	fraca
≤ 0,30	desprezível

Obteve-se o valor de 0,68, e segundo a classificação de Pearson esse valor indica uma correlação moderada. Encontrou-se valores similares em estudos sobre IQA foram observados em (AMORIM et al., 2016).

## CONCLUSÃO

O valor de correlação obtido mostra que o CTM apesar de ser um cadastro de fácil acesso, não possui informações suficientes para apresentar um alto índice de correlação, alguns fatores analisados que podem influenciar isso é que o CTM aborda a parcela como menor unidade e não dispõe de valor relacionados à complexidade do imóvel assim como o números de pavimentos de cada empreendimento. Podendo aumentar o impacto de edifícios comerciais ou residenciais.

As altas concentrações de fósforo ao longo da bacia evidenciam um indicio de alto impacto de atividades envolvendo detergente e similar, expondo a necessidade de uma melhor análise nas licenças ambientais e uso dos imóveis na bacia.

As concentrações acima do limite nos parâmetros de DBO podem ser indícios de lançamento clandestino de esgoto ligados a rede coletora de água pluvial, ou também o carreamento de matéria orgânica devido a chuva.

O conceito de poluição difusa deve ser incorporado nas leis de uso e ocupação do solo pelos tomadores de decisões, para levar em consideração a concentração das atividades com potenciais poluidoras. Ou então o desenvolvimento de técnicas e tecnologias para a redução do impacto poluidor das galerias de águas superficial.

Outra necessidade é a elaboração de um plano para o cumprimento das metas estabelecidas pela Resolução CERH/MS Nº18/2012.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMORIM, D. G.; CAVALCANTE, P. R. S.; SOARES, L. S.; AMORIM, P. E. C.; Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés rabo de Porco e Precuá, localizados na área da refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA). Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 2, p. 251-259. 2017.

BARROS, R. V. G.; SOUZA, C. A. Uso do solo da sub-bacia do Córrego André e qualidade da água em Mirassol D'Oeste. Revista de Geografia (UFPE), v. 30, n. 1, 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 18 de março de 2005.

BREGUNCE, D. T.; JORDAN, E. N.; DZIEDZIC, M.; MARANHO, L. T.; CUBAS, S. A. Avaliação da qualidade da água do Ribeirão dos Muller, Curitiba-PR. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V. 16, n. 3, p. 39-47, Julho-Setembro, 2011.

CAMPO GRANDE, Prefeitura Municipal de Campo Grande. Lei Complementar nº 74. Dispõe sobre o ordenamento do uso do solo e da ocupação do solo no município de Campo Grande e dá outras providências. Campo Grande: 2005. 6 de setembro de 2005.

DANELON, J. R. B.; NETTO, F. M. L.; RODRIGUES, S. C. Análise do nível de fósforo total, nitrogênio amoniacal e cloretos nas águas do Córrego Terra Branca no município de Uberlândia (MG). Revista Geonorte, Edição Especial, v. 1, n. 4, p. 412-421, 2012.

ESRI – Environmental Systems Research Institute, Inc. ArcGIS Professional GIS for desktop, version 10.5. Software. 2017.

FIA, R.; TADEU, H. C.; MENEZES, J. P. C.; FIA, F. R. L.; OLIVEIRA, L. F. C. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 20, n. 1, p. 267-275. Janeiro-Março. Porto Alegre, 2015.

GARDIMAN JUNIOR, B. S.; SIMOURA, L. T. Cobertura Florestal e qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Jucu, estado do Espírito Santo, Brasil. Scientia Plena, v. 12, n. 1, 2016.

IARK, D.; GODOY, M. A. F.; FURTADO, A. O.; VICENTINI, V. E. P.; CONTE, H. Contaminação de águas pluviais por efluente de funilaria e pintura automotiva. Revista UNINGÁ, vol. 51(3), pp. 110-116, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Informações estatísticas. 2017. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/CMC>>. Acessado em 08 de abril de 2018.

MATO GROSSO DO SUL, Conselho Estadual de recursos Hídricos. Resolução CERH/MS nº 18. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Anhanduí e seus

afluentes, em classes de uso, desde suas nascentes até sua confluência com o córrego Cachoeira. Campo Grande: 2012. 20 de dezembro de 2012.

OLIVEIRA, P. T. S.; AYRES, F. M.; PEIXOTO FILHO, G. E. C.; MARTINS, I. P.; MACHADO, N. M. Geoprocessamento como ferramenta no licenciamento ambiental de postos de combustíveis. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, n. 20(1), p. 87-99, junho 2008.

PORTO, A. A.; OLIVEIRA, A. M. S.; SAAD, A. R.; VARGAS, R. R.; ARRUDA, R. O. M.; DALMAS, F. B.; AZEVEDO, F. D. Análise geoambiental aplicada ao uso da terra na bacia hidrográfica do Córrego Capão da Sombra, Guarulhos (SP), utilizando fósforo como indicador de qualidade ambiental. *Revista UNG Geociências*, v. 16, n. 1, p. 6-24, Guarulhos, 2017.

RABELO, G. C.; BISCAINO NETO, J.; FREIRE, R. Qualidade das águas dos córregos urbanos de Presidente Prudente: Análise preliminar. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 3, n.15, 2015.

REVITT, D. M.; ELLIS, J. B.; Urban surface water pollution problems arising from misconnections. *Science of the Total Environment*, p. 163-174, 2016.

SALLA, M. R.; ARQUIOLA, P.; SOLERA, A.; ALVAREZ, J. A.; PEREIRA, C. E.; ALAMY FILHO, J. E.; OLIVEIRA, A. L. Sistema de suporte à decisões em recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Uberabinha, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 19, n. 1, p. 189-204, Janeiro-Março, 2014.

SANTOS, J. J.; SANTOS JUNIOR, A.; PITA, N. S.; CONCEIÇÃO, E. K. S.; SOUZA, V. M. B.; FARIA, A. C. F. Qualidade das águas das bacias hidrográficas da cidade de Salvador e do município de Lauro de Freitas, Bahia. *Revista eletrônica de gestão e tecnologias ambientais (GESTA)*, v. 6, n. 1, p. 97-124, 2018.

SANTOS, I. J. A.; SILVA, J. A. G.; SILVA, J.; MENDES, T. R. M.; SOUZA, D. O.; SILVA, G. S. Levantamento dos impactos ambientais e medidas mitigadoras para a recuperação de áreas degradadas do rio Estiva. *Ciências Exatas e Tecnológicas*, Alagoas, v. 4, n. 2, p. 111-124, novembro 2017.

SCHNEIDER, R. M.; FREIRE, R.; COSSICH, E. S.; SOARES, P. F.; FREITAS, F. H.; TAVARES, C. R. G. Estudo da influência do uso e ocupação de solo na qualidade da água de dois córregos da bacia hidrográfica do Rio Pirapó. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 33, n. 3, p. 295-303, Maringá, 2011.

SECRETÁRIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO URBANO (SEMADUR), Qualidade das águas superficiais de Campo Grande – MS, Relatório 2016 preliminar, ano. 2016.

UNITED NATIONS, World Population Prospects: The 2017 Revision, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017), ano 2017

VICENTE, I. T.; CORDEIRO, J. Diagnóstico de degradação do Ribeirão Candidópolis, Itabira (MG): uma contribuição para propostas de restauração. *Research, Society and Development*, v. 7, n. 2, p. 01-28, e472137, 2018.

WOHLFART, C.; MACK, B.; LIU, G.; KUENZER, C. Multi-faceted land cover and land use change analyses in the Yellow River Basin based on dense Landsat time series: Exemplary analysis in mining, agriculture, forest, and urban areas. *Applied Geography*, vol. 87, p. 73-88, ano 2017.

ZAMPELLA, R. A.; PROCOPIO, N. A.; LATHROP, R. G.; DOW, C. L. Relationship of land-use /land-cover patterns and surface-water quality in the Mullica river basin. *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 43, n. 3, ano 2007.

## Journal of Water Resource and Protection

To expedite the review process, please format the manuscript in the following way:

Article type:

One Column

Manuscript organization:

1. All manuscripts are expected to be prepared as a single PDF or MS Word document with the complete text, references, tables and figures included. Any revised manuscripts prepared for publication should be sent as a single editable Word document. LaTeX paper is also acceptable for publication, but it should be in PDF for review first.

2. Manuscripts should be written in English. Title, author(s), and affiliations should all be included on a title page as the first page of the manuscript file, followed by a 100-300 word abstract and 3-5 keywords. The order they follow is: Title, Authors, Affiliations, Abstract, Keywords, Introduction.

Figure and table requirement:

3. All figures or photographs must be submitted as jpg or tif files with distinct characters and symbols at 500 dpi (dots per inch). Test your figures by printing them from a personal computer. The online version should look relatively similar to the personal-printer copy. Tables and equations should be in an editable rather than image version. Tables must be edited with Word/Excel. Equations must be edited

with Equation Editor. Figures, tables and equations should be numbered and cited as Figure 1, Figure 2, Figure 3, etc. in sequence.

How to count page numbers:

4. Before submission or after acceptance, type your manuscript single spaced, and make all the characters in the text, tables, figure legends, footnotes and references in a single typeface and point size as 10 pt Times New Roman. This will save space, make it easier for reviewers and editors to process the submitted work, and contributes to slowing down global warming by using less paper.

References format:

5. All references should be numbered in square brackets in the text and listed in the REFERENCES section in the order they appear in the text. Below are some examples:

Journal Articles:

[1] García, J.I., Sepúlveda, S. and Noriega-Hoces, L. (2010) Beneficial Effect of Reduced Oxygen Concentration with Transfer of Blastocysts in IVF Patients Older than 40 Years Old. *Health*, 2, 1010-1017.

[2] Maganioti, A.E., Chrissanthi, H.D., Charalabos, P.C., Andreas, R.D., George, P.N. and Christos, C.N. (2010) Cointegration of Event-Related Potential (ERP) Signals in Experiments with Different Electromagnetic Field (EMF) Conditions. *Health*, 2, 400-406.

[3] Botorabi, F., Haapasalo, J., Smith, E., Haapasalo, H. and Parkkila, S. (2011) Carbonic Anhydrase VII—A Potential Prognostic Marker in Gliomas. *Health*, 3, 6-12.

E-Journal Articles:

[4] Bharti, V.K. and Srivastava, R.S. (2009) Protective Role of Buffalo Pineal Proteins on Arsenic-Induced Oxidative Stress in Blood and Kidney of Rats. *Health*, 1, 167-172.

[http://www.scirp.org/fileOperation/download.aspx?path=Health20090100017\\_97188589.pdf&type=journal](http://www.scirp.org/fileOperation/download.aspx?path=Health20090100017_97188589.pdf&type=journal)

Books:

[5] Verdu, S. (1998) *Multi-User Detection*. Cambridge University Press, Cambridge.

Edited Book:

[6] Prasad, A.S. (1982) Clinical and Biochemical Spectrum of Zinc Deficiency in Human Subjects. In: Prasad, A.S., Ed., *Clinical, Biochemical and Nutritional Aspects of Trace Elements*, Alan R. Liss, Inc., New York, 5-15.

Conference Proceedings:

[7] Clare, L., Pottie, G. and Agre, J. (1999) Self-Organizing Distributed Sensor Networks. *Proceedings SPIE Conference Unattended Ground Sensor Technologies and Applications*, Orlando, 3713, 229-237.

Thesis:

[8] Heinzelman, W. (2000) Application-Specific Protocol Architectures for Wireless Networks. Ph.D. Dissertation, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.

Internet:

[9] Honeycutt, L. (1998) Communication and Design Course.

<http://dcr.rpi.edu/commdesign/class1.html>