



## Mapa Síntese de Poluição Difusa na Bacia do Rio Anhanduí, Campo Grande/MS

*Map of Synthesis of Diffuse Pollution in the Anhanduí River, Campo Grande - MS*

AMORIM JUNIOR, Sergio Siqueira de<sup>1</sup>; ZANONI, Diego Adania<sup>1</sup>; GUILHERME, Denilson de Oliveira<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Católica Dom Bosco, diegozanoni@outlook.com.br; sergioesa2017@outlook.com; [rf3223@ucdb.br](mailto:rf3223@ucdb.br).

**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, uso e ocupação do solo.

**Abstract:** The use and occupation of the soil plays a fundamental role in the urban expansion, since it guarantees an organized and planned occupation of the urban area aiming at the environmental, social and economic parts. This urban expansion has impacted the environment of the urban basins, increasing the nutrient concentrations altering some parameters such as biochemical oxygen demand (BOD), nitrogen (N) and phosphorus (P). In order to identify this impact in the surroundings of the Anhanduí River basin, georeferencing was used to collect data related to the properties belonging to the basin, and thematic maps of the Anhanduí River basin were elaborated, which belongs to the urban perimeter of the city of Campo Grande, Mato Grosso thematic maps addressed the concentration of each of the nine classes that each property was classified according to the Municipal Department of Environment and Urban Management (SEMADUR). Using a Geographic Information System (GIS) environment, the map algebra tool was used to combine the concentrations of the properties taking into account their polluting potential and obtained a summary map of the diffuse pollution of the basin. This synthesis map showed a Pearson correlation of 0.68, a moderate correlation when compared to the water quality index (WQI) along the basin.

**Keywords:** urban basin, urban planning, land use and occupation.



## 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 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).

Diante dessa situação Campo Grande por meio de seus gestores lançaram 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.

Para a identificação dos poluidores em potencial realizou-se uma revisão da literatura, e identificou-se os principais potenciais poluidores de bacia urbana, sendo eles atividades de funilaria e pintura automotiva (IARK et al., 2017), lançamento clandestino de esgoto domiciliar (SANTOS et al., 2017), poluição por escoamento superficial de efluentes industriais (VICENTE; CORDEIRO, 2018) e postos de combustíveis (OLIVEIRA et al., 2008). 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.

## Metodologia

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).

### *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 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 se destacaram foram as atividades de funilaria e pintura automotiva (IARK et. al., 2017), lançamento clandestino de esgoto domiciliar (SANTOS et al., 2017), 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. Nesta etapa objetivou-se quantificar individualmente os imóveis, e identificar as classes com maior impacto na poluição da bacia através de escoamento superficial de água pluvial.

### *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.

### *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).

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.

#### *Resolução CERH/MS Nº 18/2012*

A bacia do rio Anhaduí recebe a transposição de volume de esgoto de outras partes da cidade, a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Los Angeles que pertence a bacia, trata o esgoto gerado por 480 mil moradores, sendo que apenas 207 mil habitantes residem na bacia, segundo a resolução CONAMA 357/2005, ela determina que todo corpo hídrico sem classificação de água só pode ser usado como receptor de água se o efluente se enquadrar na classe 2, porém o rio Anhaduí já recebe água de seus contribuintes com classe 3, para que se tornasse possível o uso da bacia para a emissão do esgoto tratado foi necessário se realizar um estudo com o enquadramento do rio.

Com isso elaborou-se a Resolução CERH/MS Nº 18/2012, que enquadrou o rio Anhaduí como sendo de classe 3 e também estabeleceu metas para a classificação da qualidade da água da bacia para 10 anos (2022) e 15 anos (2027).

#### *Lei Complementar Nº 74/2005*

A nível municipal existe a Lei Complementar Nº 74/2005 (LC 74) consolidada em 2013 que é a lei de uso e ocupação do solo, que foi desenvolvida com a intenção de proporcionar um adensamento populacional adequado e desenvolvimento sustentável, essa lei foi uma grande conquista, mas com o passar dos anos nota-se que ela precisar ser revista e alguns novos conceitos como poluição difusa deve ser incorporados, para atender as metas da CERH/MS Nº 18/2012.

Nessa lei municipal destacam-se alguns pontos, um item importante é a criação de Corredores Viários, esses corredores são ruas e avenidas que possuem uma grande importância, seja pelo trânsito, seja pela ocupação dos imóveis (comércios, industriais, serviços públicos, etc.).



## *Poluição Difusa*

Em áreas urbanas a impermeabilização do solo e a conseqüentemente mudança da composição da água escoada afeta diretamente a qualidade da água da bacia, elevando principalmente os níveis de DBO, N e P. Com isso foram coletados 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 das classes potencialmente poluidoras com o IQA ao longo da bacia do rio Anhanduí.

## **Resultados e discussões**

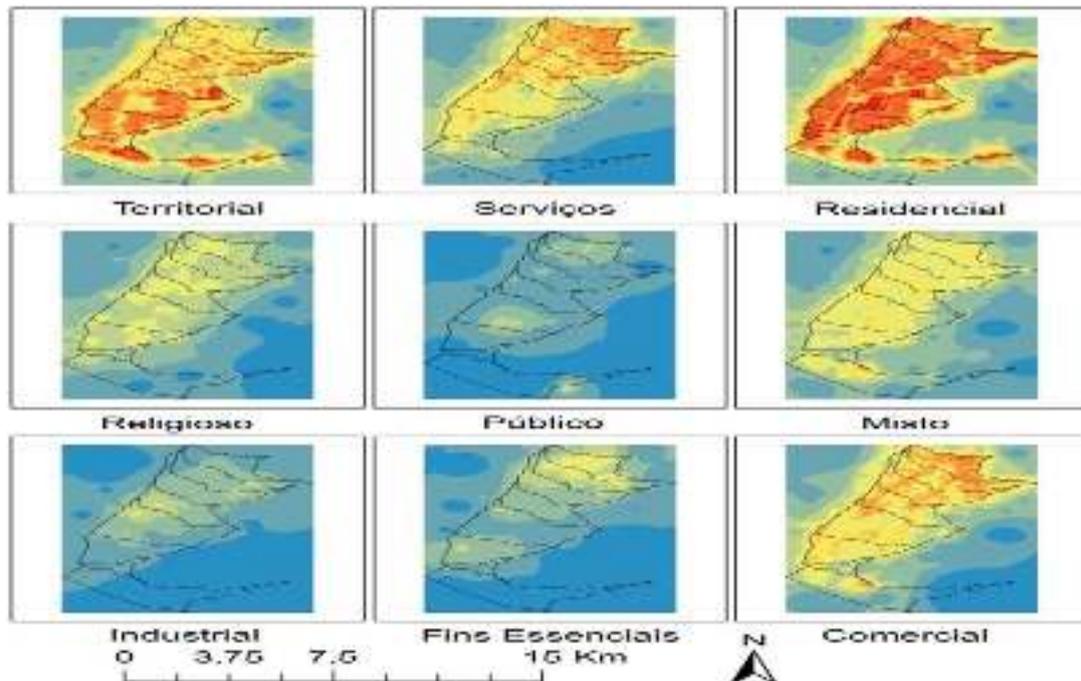
Nas classes de serviço e comercial nota-se uma concentração na parte norte da bacia que é a região próxima ao centro da cidade, e também uma grande concentração em dois corredores viários (CV). Esses CV são a Avenida Bandeirantes e a Rua Brilhante classificados como C3 pela Lei Complementar N°74/2005. 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.

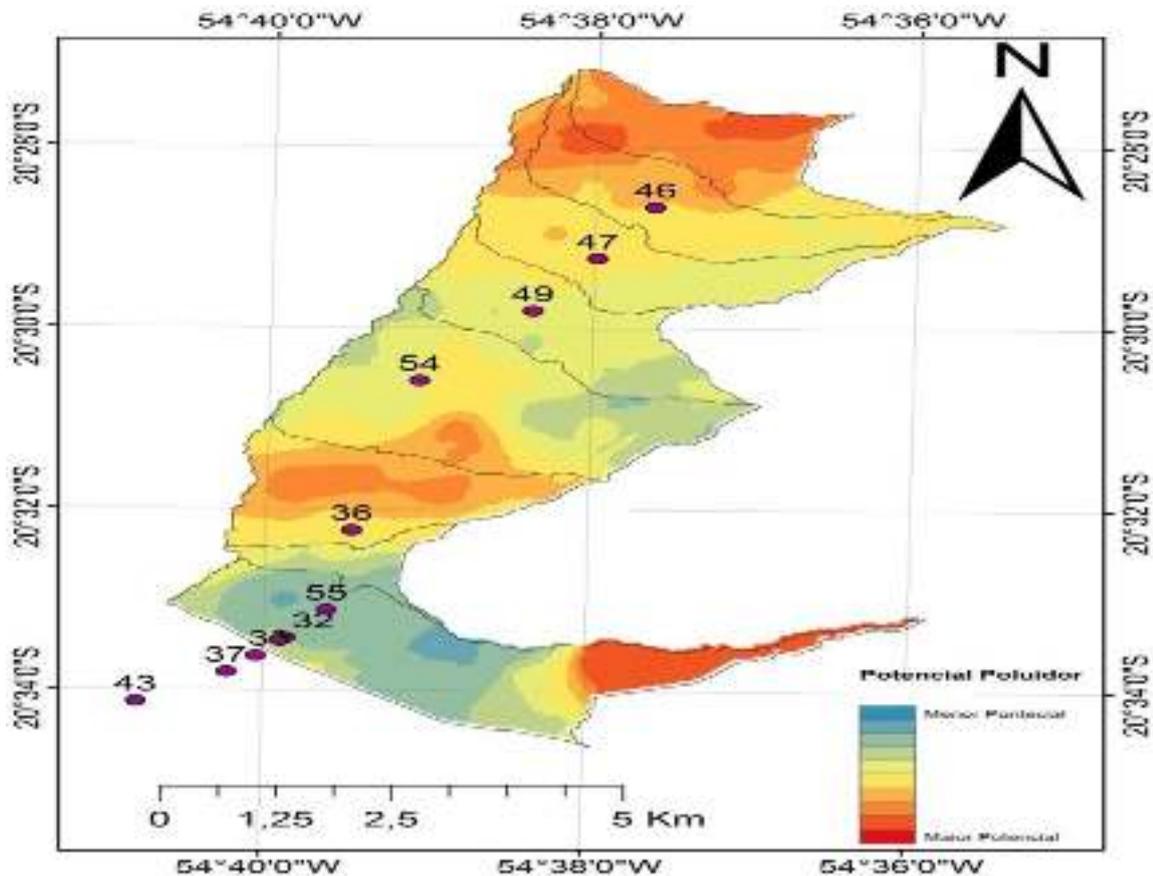
Levou-se em consideração a área gerada pelo diagrama de Voronoi para aplicação da ferramenta de geoestatística, obteve-se então os mapas de calor, como pode ser visto

Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – V. 13, N. 2, Dez.



na Figura 1:  
**Figura 1 Mapas de calor das classes.**

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 2.



**Figura 2: Mapa de distribuição das concentrações de potenciais classes poluidoras.**

## Conclusões

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 valores relacionados à complexidade do imóvel assim como os 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.

### Referências bibliográficas

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

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.

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.

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.

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.