

# Estudo Sistemático sobre Poluição por Cargas Difusas em Bacias Urbanas

## Systematic Study on Pollution by Diffuse Loads in Urban Bays

<sup>1</sup>Bruna Moreira Dias de Moura, <sup>2</sup>Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima

<sup>1</sup>Engenheira Sanitarista e Ambiental, mestranda do programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental da Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Correa da Costa, 2367, FAET, Cuiabá-MT (brunamoreira038@gmail.com)

<sup>2</sup>Doutora em Engenharia Civil, Professor Adjunta da Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Correa da Costa, 2367, FAET, Cuiabá-MT, (elianar@ufmt.br)

---

**RESUMO:** A poluição causada pela inserção nos corpos d'água de poluentes oriundos do processo de urbanização é cada vez maior. Estes poluentes afetam a qualidade da água e dos ecossistemas em geral, portanto a busca por soluções que sejam adequadas à realidade de cada região se torna imprescindível. Este estudo tem por objetivo identificar metodologias para a avaliação da poluição por cargas difusas em bacias urbanas. O método empregado para selecionar os trabalhos sobre o tema foi o de revisão sistemática, fazendo-se uso dos Portais Capes e Scopus. A partir da compilação de 20 estudos selecionados, pode-se destacar que os parâmetros físico-químicos mais utilizados para estudo da poluição difusa em corpos d'água urbanos são nitrogênio, fósforo, sólidos e Demanda Química de Oxigênio (DQO), e ainda, a utilização de seis softwares que simulam a qualidade da água, levando em consideração a poluição difusa. A metodologia de Best Management Practices (BMP) tem se mostrada satisfatória nos Estados Unidos como forma de mitigação dos impactos causados. Notou-se que no Brasil ainda são poucos os estudos que visam traçar diagnósticos de poluição levando em consideração as cargas difusas, desta forma este estudo buscou identificar os modelos de simulação utilizados, bem como os dados para calibração, possíveis impactos causados e as ações adotadas no mundo para sua mitigação.

**Palavras chave:** Poluição das águas. escoamento superficial. Cargas não pontuais.

**ABSTRACT:** The pollution caused by the insertion into the water bodies of pollutants from the urbanization process is increasing. These pollutants affect the water and ecosystems quality in general, thus the search for solutions that are appropriated for each region becomes essential. The main objective of this research is to identify methodologies to evaluate the pollution caused by diffuse loads in urban basins. The methodology used the systematic review as strategy to identify the research on the theme, using the Capes and Scopus Portals. From the compilation of 20 selected studies it can be highlighted that the most used physical-chemical parameters to study diffuse pollution in urban water bodies are nitrogen, phosphorus, solids and Chemical Oxygen Demand (COD), as well as the use of six software that simulate water quality, taking into account the diffuse pollution. Best Management Practices (BMP) has shown satisfactory results in the United States as a mitigation of impacts. In Brazil, there are still few studies that aim to trace pollution diagnoses taking into account the diffuse loads, so this study sought to identify the simulation models used, as well as the data for calibration, possible impacts caused and the actions adopted in the world for its mitigation.

**Keywords:** Water pollution. Surface runoff. Non-point loads.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A urbanização, de modo geral, impacta de forma negativa os corpos d'água que circundam as cidades, devido à combinação de vários fatores que alteram de maneira significativa as características físicas, químicas e biológicas dos mananciais.

As alterações mais visíveis são aquelas relacionadas à impermeabilização dos espaços urbanos, que possuem impacto direto na modificação do escoamento superficial, que acarreta na maior recorrência de alagamentos e enchentes, como também na alteração da qualidade da água dos córregos urbanos, já que o desenvolvimento urbano eleva a quantidade de poluentes que são conduzidos aos ambientes aquáticos.

Essa condução aos corpos receptores se dá por diversos meios, que variam de acordo com os usos e costumes da população. As principais fontes poluidoras são comumente classificadas

quanto à sua forma de inserção no meio e quanto à sua origem. Sendo assim, são denominadas fontes pontuais de poluição aquelas que possuem um ponto específico e de fácil identificação de descarga, como por exemplo, o lançamento de efluentes. As fontes denominadas não pontuais ou difusas, são aquelas provenientes do escoamento superficial urbano ou rural, a partir de diversos geradores de resíduos sólidos e de sedimentos que são carregados através dos dispositivos de micro drenagem até os corpos d'água (AMORIM et al., 2009). Os poluentes presentes em cargas difusas incluem sedimentos, nutrientes, substâncias consumidoras de oxigênio dissolvido, metais pesados, hidrocarbonetos do petróleo, bactérias e vírus patogênicos (ARAÚJO et al., 2014).

Relacionar as fontes, seus potenciais poluentes e possíveis consequências aos corpos receptores torna-se um instrumento para análise de prioridades de intervenções no que se refere às ações mitigadoras da poluição hídrica em ambientes urbanos.

Como ferramenta para apoio e tomada de decisão, realizando a correlação entre a visão do problema e magnitude dos impactos, tem-se os softwares de simulação da qualidade da água, que permitem a mensuração da poluição gerada por meio de cargas pontuais e não-pontuais. Existem diversos softwares disponíveis para a realização das simulações, estes, de forma geral, levam em consideração as características da bacia e do curso d'água.

Modelos mais complexos de qualidade da água consideram uma multiplicidade de parâmetros para prever, através da aplicação de modelos estatísticos, quais as interações físicas, químicas e biológicas que ocorrem nos constituintes presentes nos corpos de águas naturais (LIMA, 2001). Portanto, os dados utilizados nas simulações podem variar de acordo com o modelo e o objetivo da simulação.

Contudo, hoje, no contexto nacional, observa-se a insuficiência de estudos que abordam a temática da poluição difusa em ambientes urbanos, visto que é uma poluição de complexa mensuração e caracterização.

Desta forma, este estudo tem como objetivo geral identificar metodologias para a avaliação da poluição por cargas difusas em bacias urbanas, aplicadas em estudos nacionais e internacionais. Como objetivos específicos, tem-se: (a) identificar os parâmetros analisados; (b) identificar as formas de modelagem; (c) reconhecer as origens dos impactos no contexto das realidades dos estudos; e (d) verificar as possíveis formas de mitigação dos impactos gerados.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo consiste em uma revisão sistemática elaborada de acordo com o método descrito por Galvão e Pereira (2014), sendo este baseado em oito etapas, a seguir relacionadas:

- (1) Elaboração da pergunta de pesquisa: Qual metodologia é mais adequada para a avaliação de poluição por cargas difusas em bacias urbanas?
- (2) Busca na literatura: as buscas foram realizadas no mês de outubro do ano de 2016. Foram utilizados os portais de busca de periódicos: Portal da Capes e Scopus. A busca no Portal da CAPES foi realizada por meio dos descritores “cargas difusas” e “bacias”. Já no Portal Scopus utilizou-se os descritores “diffuseloads”, “urban” e “urbanbasin”. Foi fixado como horizonte estudos realizados nos últimos dez anos em qualquer idioma.
- (3) Seleção dos artigos: os trabalhos foram selecionados a partir da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, buscando identificar somente os trabalhos que abordavam o tema de poluição por cargas difusas em bacias urbanas, ou estudos de bacias com uso misto (urbano

e rural), os quais expusessem as variáveis utilizadas para análise, métodos de simulação e formas de mitigação. Como critério de exclusão, foram considerados apenas artigos que eram obtidos de forma gratuita nos portais de busca.

- (4) Extração dos dados: a extração foi realizada de acordo com a resposta de cada estudo aos objetivos específicos traçados inicialmente, e depois compilados em forma de tabela.
- (5) Avaliação da qualidade metodológica: por meio da leitura dos estudos e coleta de informações que respondessem aos questionamentos impostos inicialmente.
- (6) Síntese dos dados (metanálise): a síntese foi realizada em forma de gráficos e tabelas.
- (7) Avaliação da qualidade das evidências: definição de estratégias para a solução da problemática em cada estudo, observadas a partir da adoção de parâmetros, métodos de simulação e mitigação.
- (8) Elaboração textual.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na base de dados dos periódicos da CAPES, a partir da busca avançada com os descritores “Cargas Difusas”, foram localizados 17 arquivos, que após a leitura dos títulos, na segunda etapa de refinamento, foram selecionados dois trabalhos. Na base de dados do Scopus, a partir da busca avançada com os descritores “Cargas Difusas”, e “Bacias” foram localizados 117 arquivos, que após a leitura dos títulos, na segunda etapa de refinamento, foram selecionados 18 trabalhos, compilados na Tabela 1.

Tabela 1- Síntese dos estudos selecionados na busca.

Portal de busca	Autor	Título do estudo
Portal da CAPES	Camargo et al. (2010)	Water quality prediction using the QUAL2Kw model in a small karstic watershed in Brazil
Portal da CAPES	Diogo et al. (2008)	Reservoir phosphorous sources evaluation and water quality modeling in a transboundary watershed
Scopus	Alvarez et al. (2016)	Source Pollution Valuing the Potential Benefits of Water Quality Improvements in Watersheds Affected by Non-Point
Scopus	Bach et al. (2012)	Analysis of intensively used catchments based on integrated modeling
Scopus	Behrendt et al. (2008)	Changes of the nutrient loads of the Odra River during the last century – their causes and consequences
Scopus	Cheng et al. (2015)	Identification of the Most Efficient Methods for Improving Water Quality in Rapid Urbanized Area Using the MIKE 11 Modelling System
Scopus	Abalel al. (2006)	Healthy Waterways: Healthy Catchments – An Integrated Research/Management Program to Understand and Reduce Impacts of Sediments and Nutrients on Waterways in Queensland, Australia
Scopus	Gadegast et al. (2014)	Changes in Waste Water Disposal for Central European River Catchments and Its Nutrient Impacts on Surface Waters for the Period 1878–1939
Scopus	Garnier et al. (2013)	Modeling historical changes in nutrient delivery and water quality of the Zenne River (1790s–2010): The role of land use, water scape and urban wastewater management

*continua*

Tabela 2- Síntese dos estudos selecionados na busca.

*continuação*

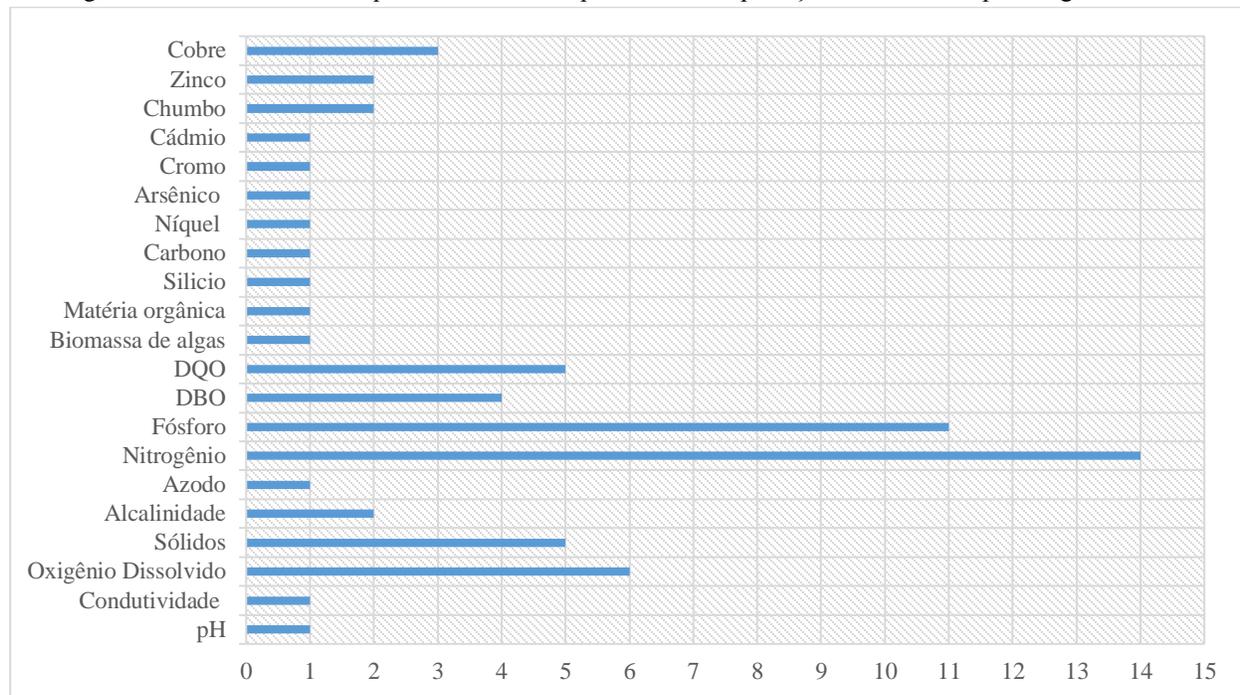
Portal de busca	Autor	Título do estudo
Scopus	Nikolaidis et al. (2009)	Management of nutrient emissions of Axios River catchment: Their effect in the coastal zone of Thermaikos Gulf, Greece
Scopus	Oliveira et al. (2016)	Modeling the effect of land use/land cover on nitrogen, phosphorous and dissolved oxygen loads in the Velhas River using the concept of exclusive contribution area
Scopus	Palma-Silva et al (2007)	Capacidade de autodepuração de um trecho do rio Corumbataí, SP, Brasil
Scopus	Preston et al. (2011)	Factors affecting stream nutrient loads: a synthesis of regional sparrow model results for the continental united states
Scopus	Sage et al. (2015)	Stormwater Management Criteria for On-Site Pollution Control: A Comparative Assessment of International Practices
Scopus	Ki et al. (2011)	Advancing assessment and design of stormwater monitoring programs using a self-organizing map: Characterization of trace metal concentration profiles in stormwater runoff
Scopus	Sillanpää e Koivusalo (2015)	Stormwater quality during residential construction activities: influential variables
Scopus	O'Sullivan et al. (2011)	Contaminação por metais pesados em um córrego urbano alimentado por ar condicionado e de águas pluviais descargas contaminados
Scopus	Tafari e Field (2011)	Treatability aspects of urban stormwater stressors
Scopus	Vezzaro et al. (2011)	Integrated modelling of Priority Pollutants in stormwater systems
Scopus	Yuhong et al. (2010)	Assessment of Point and Nonpoint Sources Pollution in Songhua River Basin, Northeast China by Using Revised Water Quality Model

Fonte: Acervo Pessoal

### *3.1 Identificação das variáveis utilizadas no estudo para a verificação da influência da poluição difusa*

Os estudos selecionados indicaram que para avaliar a influência das cargas difusas em corpos d'água urbanos podem-se adotar diversos parâmetros, de modo a verificar a dimensão do impacto (Figura 1).

Figura 1 - Parâmetros físico-químicos utilizados para estudo da poluição difusa em corpos d'água urbanos.



\*DQO – Demanda Química de Oxigênio; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; pH - potencial hidrogeniônico  
Fonte: Acervo Pessoal

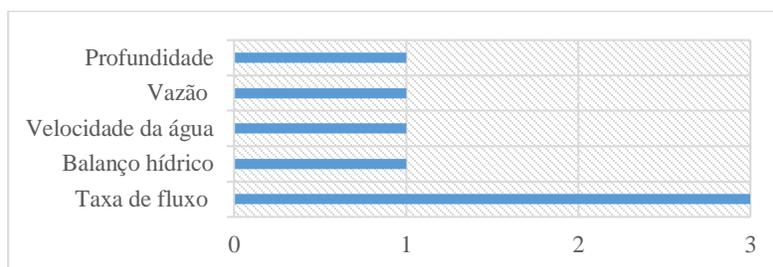
Constatou-se que a maior parte dos estudos visa traçar a dimensão do impacto mediante análise da qualidade da água verificando os parâmetros nitrogênio, fósforo, sólidos e DQO.

Diogo et al. (2008), Behrendt et al. (2008), Nikolaidis et al. (2009), Preston et al. (2011), Gadegast et al. (2014), Oliveira et al. (2016), Sillanpää e Koivusalo (2015), Tafuri e Field (2011) realizaram estudos correlacionando formas de nitrogênio e fósforo a cargas difusas. Isso pode ser justificado pelo fato do nitrogênio e o fósforo, em alta concentração, causarem a proliferação de algas, toxicidade da amônia nos peixes e déficits de oxigênio em virtude do mesmo ser consumido no processo de oxidação da matéria orgânica.

Camargo et al. (2010) indicaram a necessidade de maior número de variáveis a serem levadas neste tipo de estudo. Isso pode ser explicado pela necessidade de calibrarem um modelo de simulação da qualidade da água, denominado QUAL2Kw, utilizando dados do período chuvoso para validação em período de seca.

Ainda acerca das variáveis utilizadas nos estudos, pode-se observar que Palma-Silva et al. (2007), Camargo et al. (2010), O'Sullivan et al. (2011), Bach et al. (2012), Sillanpää e Koivusalo (2015) utilizam parâmetros hidráulicos, além dos físico-químicos indicados anteriormente (Figura 2).

Figura 2 - Parâmetros hidráulicos utilizados para estudo da poluição difusa em corpos d'água urbanos.



Fonte: Acervo Pessoal

### 3.2 Quanto aos softwares utilizados para simulações

Existem alguns softwares disponíveis para a realização de simulações de qualidade da água. Nos estudos avaliados foi possível identificar alguns desses, para que fosse possível conhecer seus mecanismos de interação e aplicabilidades (Tabela 2).

Tabela 3 - Softwares utilizados para modelagem da qualidade da água.

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Formas de modelagem</b>
Camargo et al. (2010)	Water quality prediction using the QUAL2Kw model in a small karstic watershed in Brazil	QUAL2Kw
Diogo et al. (2008)	Reservoir phosphorous sources evaluation and water quality modeling in a transboundary watershed	CE-QUAL-W2
Bach et al. (2012)	Analysis of intensively used catchments based on integrated modelling	BLUEM
Cheng et al. (2015)	Identification of the Most Efficient Methods for Improving Water Quality in Rapid Urbanized Area Using the MIKE 11 Modelling System	MIKE 11
Garnier et al. (2013)	Modeling historical changes in nutrient delivery and water quality of the Zenne River (1790s–2010): The role of land use, water scape and urban wastewater management	RIVE
Preston et al. (2011)	Factors affecting stream nutrient loads: a synthesis of regional sparrow model results for the continental united states	SPARROW

Fonte: Acervo Pessoal

O modelo QUAL2Kw mostra-se complexo na representação dos processos químicos e biológicos. O processo de calibração necessita de vasto conhecimento sobre o local e parâmetros envolvidos, podem ser utilizados os seguintes: tempo de passagem, velocidade, profundidade, rearejamento, temperatura, condutividade, sólidos suspensos totais, oxigênio dissolvido (OD), CDBO rápida, CDBO lenta, azoto total, azoto orgânico, azoto amoniacal, nitrato, fósforo orgânico e inorgânico e total, fito plâncton, cobertura do fundo por algas, patogênicos, alcalinidade, pH, CBOu, carência de oxigênio nos sedimentos, e as trocas de metano, amoníaco e fósforo inorgânico entre a água e os sedimento na zona hiporreica (LIMA, 2010). Este modelo baseia-se em equações diferenciais ordinárias (EDO's) para simular o comportamento de diversos indicadores e parâmetros de qualidade de água. Pode ser aplicado em córregos e rios (GUEDES, 2009).

Diferentemente do modelo QUAL2Kw, o CE-QUAL-W2 pode ser utilizado para a simulação modular da qualidade da água não somente em córregos e rios, mas também em lagos, reservatórios e estuários. É bidimensional vertical e hidrodinâmico, e inclui temperatura, salinidade, ciclo de OD/carbono, ciclos de nitrogênio, fósforo, fito plâncton e bactéria (BITTENCOURT et al., 1996 apud LIMA, 2001).

Com uma visão holística dos processos hidrodinâmicos que ocorrem na bacia, o modelo BLUEM consiste na integração de três submodelos: zonas urbanas de captação, rurais e as águas receptoras, respectivamente. Utilizando várias ferramentas para geração de dados de entrada, otimização e análise dos resultados que proporciona a obtenção de simulações em bacias de uso misto, urbano e rural (BACH et al., 2012).

O modelo SPARROW foi desenvolvido para auxiliar na interpretação do monitoramento e simular condições de qualidade da água em grandes córregos espaciais (SMITH et al., 1997 apud PRESTON et al., 2011), porém, para haja a renderização coerente dos resultados é necessário que o fornecimento de dados geoespaciais seja preciso e consistente.

Com uma abordagem da modelagem baseada na biogeoquímica, o modelo RIVE inclui uma vasta série de elementos para interação, como troca de nutrientes (N, P, Si), matéria orgânica e oxigênio entre os compartimentos biológicos do fitoplâncton, zooplâncton, bactérias (bactérias heterotróficas e nitrificantes), sólidos e adsorção reversível de fosfato associada, e um módulo de trocas de nutrientes através da interface sedimento-água como um dado fluxo de sedimentação de material orgânico (THOUVENOT et al., 2007 apud GARNIER et al., 2013).

O modelo MIKE 11 foi desenvolvido para simular processos de águas pluviais, escoamento em bacias e qualidade da água em corpos de águas unidimensionais. Sua hidrodinâmica é baseada em uma solução diferencial finita para as equações completas de ST. Os módulos de águas pluviais-escoamento usam uma abordagem parâmetro global para simular escoamentos, mas as cargas poluentes não são simuladas (BITTENCOURT et al., 1996 apud LIMA, 2001).

A escolha do modelo de simulação, como supracitado neste estudo, varia de acordo com o objetivo da simulação, o que caracteriza os dados de entrada bem como os resultados obtidos após a renderização.

O modelo RIVE é o que demonstra maior quantidade de dados para calibração, gerando a necessidade de estudos mais aprofundados na caracterização do manancial, acarretando na maior dificuldade na sua utilização.

Visto que as bacias hidrográficas do Brasil possuem vasta extensão territorial, observa-se que na maior parte delas existe o uso misto dos recursos hídricos. Sendo assim é necessário a utilização de um modelo que vise o diagnóstico do uso urbano assim como do rural. Desta forma, através da análise de todos os modelos apresentados neste estudo o modelo BLUEM mostra o seu potencial uso para simulações da qualidade da água em mananciais do país.

### *3.3 Quanto às origens dos impactos causados e as formas de mitigação*

As origens dos impactos causados em decorrência das cargas difusas estão relacionadas diretamente com as fontes de cargas orgânicas distribuídas pela bacia. Ao realizar o estudo de autodepuração em um trecho do rio Corumbataí, em São Paulo, Palma-Silva et al. (2007) retrataram grande quantidade de cargas orgânicas provenientes de fontes difusas, tais como efluentes urbanos, rurais e industriais, lançados sem tratamento prévio, ocorrendo um grau de degradação acentuado. Os fatores de causa das degradações retratadas pelos autores corroboram para a relação de causa e efeito que ocorre sobre os usos da bacia e os impactos gerados sobre

ela. Sillanpää e Koivusalo (2015), desenvolvendo estudos na Finlândia, corroboram para a afirmação, quando constatam que áreas residenciais nas fases de construção e pós-construção, afetam a qualidade da água.

O'Sullivan et al. (2011) observaram a partir das águas expelidas pelos aparelhos de ar condicionado e destinadas a um córrego, a contaminação por metais pesados, sendo eles: zinco, cobre e chumbo.

Abalel al. (2006) retratam em seu estudo a experiência bem-sucedida do programa de gestão que visava compreender e reduzir os impactos dos nutrientes e sedimentos das vias fluviais em Queensland, Austrália. O programa concentra-se na valorização da qualidade da água e saúde dos ecossistemas de água doce, estuarinos e marinhos por meio da implementação de ações de parceiros ou de forma conjunta, entre comunidade científica, população e políticas estratégicas, que incluem monitoramento, relatórios, marketing e comunicação, desenvolvimento de ferramentas de apoio e pesquisa voltadas para a resolução de problemas. Estas parcerias se consolidadas com a diminuição do custo para a proteção ambiental através foco claro para ações de gestão que envolvam governos, indústria e comunidade, investigação científica orientada para abordar questões que ações de gestão, bem como das ações de gestão baseadas numa boa compreensão das vias navegáveis e consulta pública rigorosa e ainda com o desenvolvimento e implementação de uma estratégia que incorpore compromissos de todos os níveis de partes interessadas.

As formas de mitigação dos impactos demonstradas nos estudos realizados por Tafuri e Field (2011) e Alvarez et al. (2016) indicam que a adoção do chamado Best Management Practices (BMP) se mostraram satisfatórias nos Estados Unidos. O BMP é a adoção de práticas sustentáveis visando a melhoria da qualidade da água incluindo a redução das cargas difusas. Além da melhoria da qualidade da água, o BMP mostra-se como um importante fator de transformação do ambiente e que pode proporcionar benefícios para a sociedade em melhores oportunidades de lazer, navegação, controle de inundações e saúde dos ecossistemas. Esse compromisso é firmado entre o poder público, indústrias e agricultores, onde gastos gerados são rateados entre os mesmos.

#### **4. CONCLUSÃO**

Para a identificação da poluição por cargas difusas pode-se observar que podem ser adotados os mais diversos parâmetros para que seja evidenciada, a escolha de tais se dá através do objetivo do estudo e dos usos da bacia. Os parâmetros mais utilizados puderam ser identificados somente através da revisão sistemática, onde todos os estudos foram compilados evidenciando que nitrogênio, fósforo, sólidos e DQO são os parâmetros físico-químicos e que a taxa de fluxo é o parâmetro hidráulico mais utilizado.

Por meio da estratégia da revisão sistemática foi possível identificar seis softwares utilizados para a simulação da qualidade da água nos quais são passíveis de serem observados as fontes pontuais e difusas. Os quais possuem mecanismos de simulação que exigem diferentes tipos de exigência quanto a dados de entrada. Dentre estes o BLUEM mostrou-se mais adequado para simulações dos recursos hídricos brasileiros visto que proporciona a obtenção de simulações em bacias de uso misto, urbano e rural, o que o torna mais compatível com as características das bacias nacionais.

De forma geral, os estudos analisados apontam que as instalações de indústrias, usos agrícolas, e principalmente a urbanização são os fatores preponderantes para a diminuição na qualidade da água na bacia.

Programas de Gestão dos recursos hídricos elaborados de forma sistemática, com parcerias privadas e público privadas mostraram melhoria da qualidade da água ao obter maior controle através do monitoramento intensivo dos nutrientes e sedimentos nos mananciais. O Best Management Practices (BMP) vem mostrando resultados satisfatórios como uma forma de mitigação dos impactos causados, através da adoção de práticas sustentáveis visando a melhoria da qualidade da água incluindo a redução das cargas difusas.

Programas de gestão dos recursos hídricos são instrumentos previstos na Política Nacional dos Recursos Hídricos, como Planos de Recursos Hídricos, os quais são elaborados com a observância de diversos usos da bacia, de modo a obter um diagnóstico e prognóstico, com metas estabelecidas a todos os usuários. Desta forma, cabe a elaboração de planos de bacias com a preocupação de monitorar as cargas difusas e mitigar os impactos causados, visando o bem-estar dos ecossistemas naturais.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradeço o apoio financeiro concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT).

## 6. REFERÊNCIAS

ABAL, E. G.; GREENFIELD, P. F.; BUNN, S. E.; TARTE, D. M. Healthy Waterways: Healthy Catchments – Na Integrated Research/Management Program to Understand and Reduce Impacts of Sediments and Nutrients on Waterways in Queensland, Australia. In: 8TH ASIA-PACIFIC WEB CONFERENCE, Volume 3841, Cod. 67604, 2006, China. **Anais...** China: 2006. p. 1126-1135.

ALVAREZ, S.; ASCI, S.; VOROTNIKOVA, E. Valuing the Potential Benefits of Water Quality Improvements in Watersheds Affected by Non-Point Source Pollution. **Water Journal**, v.8, n.112; Mar. 2016.

AMORIM, J. M.; ARRUDA, L. B.; PEREIRA, H. J. Poluição Difusa. **Revista educação em ação**. N. 28, Ano VIII. Ed. jun.-ago. 2009. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=724>>. Acessado em: out 2016.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 5a. Ed.. Rio de Janeiro. Editora Bertrand Brasil. 2005. p. 63-68.

BACH, M.; OSTROWSKI, M. Analysis of intensively used catchments based on integrated modelling. **Journal of hydrology**, v. 485, p. 148–16, 12 Abril 2013.

BEHRENDT, H.; OPITZ, D.; KOLANEK, A.; KOROL, R.; STRONSKA, M. Changes of the nutrient loads of the Odra River during the last century – their causes and consequences. **Journal of water and land development**. N. 12, p. 127–144, 2008.

CAMARGO, R. A.; CALIJURI, M. L.; SANTIAGO, A. F.; COUTO, E. A.; SILVA, M. D. F. M. Water quality prediction using the QUAL2Kw model in a small karstic watershed in Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n. 4, p. 486- 498, 2010.

CHENG, H.; ZHI, Z. Identification of the Most Efficient Methods for Improving Water Quality in Rapid Urbanized Area Using the MIKE 11 Modelling System. **In: Seventh International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation**. 138. 2015.

DIOGO, P. A.; FONSECA, M.; COELHO, P. S.; MATEUS N. S.; ALMEIDA, M. C.; RODRIGUES, A.C. Reservoir phosphorous sources evaluation and water quality modeling in a transboundary watershed. **In: 10th Iwa International Specialized Conference on Diffuse Pollution and Sustainable Basin Management, Istanbul, Turquia, 18–22 Set. 2006**.

GADEGAST, M.; HIRT, U.; VENOHR, M. Changes in Waste Water Disposal for Central European River Catchments and Its Nutrient Impacts on Surface Waters for the Period 1878–1939. **Water, Air, & Soil Pollution**, v.225, n.1914, p.1-17, mar. 2014.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v.23, n.1, p.183-184, jan-mar 2014.

GARNIER, J.; BRION, N.; CALLENS, J.; PASSY, P.; DELIGNE, C.; BILLEN, G.; SERVAIS, P.; BILLEN, C. Modeling historical changes in nutrient delivery and water quality of the Zenne River (1790s–2010): The role of land use, waterscape and urban wastewater management. **Journal of Marine Systems**. n.128, p.62–76, 2013.

GOUGH, D.; OLIVER, S.; THOMAS, J. **Na introduction to systematic review's**. London: Sage. 2012.

GUEDES, H. A. S. **Modelagem da qualidade da água e da capacidade de Autodepuração do Rio Pomba**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 2009.

LIMA, E. B. N. **Modelação integrada para gestão da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

NIKOLAIDIS, N. P.; KARAGEORGIS, A. P.; KAPSIMALIS, V.; DRAKOPOULOU, P.; SKOULIKIDIS, N.; BEHRENDT, H.; LEVKOV, Z. Management of nutrient emissions of Axios River catchment: Their effect in the coastal zone of Thermaikos Gulf, Greece. **Ecological modelling**. n. 220. p.383–396, 2009.

OLIVEIRA, L. M.; MAILLARD, P.; PINTO, E. J. A. Modeling the effect of land use/land cover on nitrogen, phosphorous and dissolved oxygen loads in the Velhas River using the concept of exclusive contribution área. **Environ monit assess**, v.188, n.333, 2016.

PALMA-SILVA, G. M.; TAUKE-TORNISIELO, S. M.; PIÃO, A. C. Autodepuration capacity of a stretch of the Corumbataí river, SP, Brasil. **Holos Environment**, v.7, n. 2, p. 139, 2007.

PRESTON, S. D.; ALEXANDER, R. B.; SCHWARZ, G. E.; CRAWFORD, C. G. Factors affecting stream nutrient loads: a synthesis of regional sparrow model results for the continental United States. **Journal of the American Water Resources Association**. v. 47, n. 5, Out. 2011.

SAGE, J.; BERTHIER, E.; GROMAIRE, M-C. Stormwater Management Criteria for On-Site Pollution Control: A Comparative Assessment of International Practices. **Environmental Management**. v. 56, p.66–80, 2015.

KI, S. J.; KANG, J-H.; LEE, S. W.; LEE, S. Y.; CHO, K. H.; NA, K-G.; KIM, J. H. Advancing assessment and design of stormwater monitoring programs using a self-organizing map: Characterization of trace metal concentration profiles in stormwater runoff. **Water Research**. v. 45, p.4183-4197, 2011.

SILLANPÄÄ, N.; KOIVUSALO, H. Stormwater quality during residential construction activities: influential variables. **Hydrol. Process**, n.29, p.4238–4251, 2015.

O’SULLIVAN, A.; WICKE, D.; COCHRANE, T. Heavy metal contamination in an urban stream fed by contaminated air-conditioning and storm water discharges. **Environ SciPollut Res**. n.19. p.903–911, 2012.

TAFURI, A. N.; FIELD, R. Treatability aspects of urban storm water stressors. **Environ. Sci. Eng**, n.6, p.631–637, 2012.

VEZZARO, L.; LEDIN, A.; MIKKELSEN, P. S. Integrated modelling of Priority Pollutants in storm water systems. **Physics and Chemistry of the Earth**,.v.42–44, p.42-51, 2012.

YUHONG, Y.; BAIXING, Y.; WANBIN, S. Assessment of Point and Nonpoint Sources Pollution in Songhua River Basin, Northeast China by Using Revised Water Quality Model. **Chinese Geographical Science**, v.20, n.1, p.30–036, 2010.