



Expansão urbana e degradação de nascentes: identificando padrões espaço-temporais de um processo crônico em Cuiabá, MT

Rosamaria Rosan Dias FIGUEREDO¹, Leticia Paredes SUBTIL², Bárbara Fernanda TASCA³,
Rafael de Alencar NEVES³, Patrícia Alana dos Santos CAMPOS¹, Fernanda Vieira XAVIER⁴,
Auberto José Barros SIQUEIRA^{3*}

¹ Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

² Projeto Água para o Futuro – MPE/MT, Cuiabá, MT, Brasil.

³ Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

⁴ Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

*E-mail: ajbsiqueira@gmail.com

Recebido em julho/2018; Aceito em março/2019.

RESUMO: Com o crescente aumento da população urbana na zona tropical do globo, há uma preocupação cada vez maior com a conservação dos recursos naturais nesses espaços. Neste trabalho, analisamos os processos de degradação das nascentes na Área do Perímetro Urbano de Cuiabá (APUC) e a evolução do estado de conservação de nascentes na APUC entre 2008 e 2016. Quarenta e seis por cento das 56 nascentes consideradas preservadas em 2008, encontravam-se descaracterizadas no final do período. A APUC apresentou alto crescimento populacional de 1.197% entre 1960 a 2018, associado à expansão da área urbana de 5.538% no mesmo período. Historicamente a expansão ocorreu desordenadamente dos pontos mais baixos em direção às nascentes das principais bacias da cidade. A APUC tem complexo padrão de densidade de urbanização, alternando zonas de alta e baixa densidade desordenadamente. Esse padrão espaço-temporal mostrou-se correlacionado à espacialização da degradação das nascentes, pois estas desapareceram em áreas antigas, com alta taxa de urbanização, ao mesmo tempo em que encontramos nascentes conservadas em zonas de mais baixa densidade urbana. Estas, porém, estão ameaçadas por estarem circundadas por zonas de alta ocupação. Nascentes degradadas localizam-se em zona de 4.000 m de raio, delimitada no quadrante NW da APUC, enquanto as conservadas distribuem-se em todo espaço urbano, sendo mais frequentes próximo da zona periurbana. Métodos e conceitos desenvolvidos ao longo dessa investigação serão empregados para identificação de novas nascentes na APUC e na área periurbana.

Palavras-chave: análise espacial; densidade kernel; nascentes urbanas; cidades tropicais; aterramento de nascentes.

Urban expansion and degradation of headwaters: identifying spatial-time patterns of a chronic process in Cuiabá, MT

ABSTRACT: As the urban population constantly increases in the tropical zone of the globe, there is a growing concern about the conservation of the natural resources existent in these cities. We analyzed the evolution of the conservation status of the headsprings inside the Perimeter of Cuiabá Urban Area (PCUA) between 2008 and 2016. Forty and six percent out of 56 headsprings that were preserved in 2008, were found completely degraded at the end of the period. The PCUA has been experimenting strong population growth rate of 1,197% from 1960 to 2018, which was accompanied by an urban expansion of 5,538% in the same period. This historical process occurred from the lowest part of the city toward upstream of the main watersheds that drain the city. The PCUA has a complex urban density pattern in which high and low-density zones alternate randomly. This spatial-temporal pattern is correlated with headwater degradation, as they no longer exist in the oldest and denser parts of the city. However, the preserved fall inside the low-density urban zones. Nevertheless, these headwaters remain threatened as they surrounded by highly occupied zones. The degraded headwaters are delimited by a 4,000 m diameter circle in NW quadrant of the city whereas the conserved are dispersed all over the urban area, preferentially closest to the urban/peri-urban border. This investigation has been contributing to methods and concepts for identifying new headsprings both in the PCUA and its peri-urban area.

Keywords: spatial analysis; kernel density; urban headwaters; tropical cities; headwater burying.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, rios e cidades estiveram intimamente associados, pois os fluxos fluviais influenciaram o deslocamento das populações humanas,

ajudaram a fixá-las em cidades e foram cruciais para a projeção de unidade política sobre vastos territórios, tendo como base o domínio de bacias hidrográficas (PRISCOLI, 2000). Embora se reconheça que as cidades floresçam ao longo

dos rios precisamente por causa da disponibilidade de água (GRIMM et al., 2008), estes, entretanto, quase nunca permanecem sem modificações, pois o espaço urbano pode originar uma série de efeitos nocivos que concorrem para diminuição dos serviços ambientais ofertados pelos corpos hídricos (ALMEIDA, 2010).

Embora se reconheça que as cidades floresçam ao longo dos rios precisamente por causa da disponibilidade de água (GRIMM et al., 2008), estes, entretanto, quase nunca permanecem sem modificações, pois o espaço urbano pode originar uma série de efeitos nocivos que concorrem para diminuição dos serviços ambientais ofertados pelos corpos hídricos. Entre estes incluem-se a diminuição da capacidade de diluição dos poluentes e a redução da biodiversidade urbana e diminuição da oferta da água (HOPE et al., 2014).

Em que pese a diminuição da oferta hídrica constituir-se atualmente um problema global, ela tem sido mais dramática nas megacidades tropicais (FOSTER et al., 2002; MARENGO; ALVES, 2015). Essas cidades já vêm enfrentando a chamada “crise hídrica”, questão aparentemente ligadas às mudanças climáticas globais, com secas prolongadas, maior frequência de chuvas torrenciais e aumento gradual da temperatura média anual (DAL, 2011; HUNT; WATKISS, 2011; ESCOBAR, 2015). Até 2030, cidades tropicais, preferencialmente situadas em países em desenvolvimento/ subdesenvolvidos, concentrarão 95% da população mundial, com taxas de urbanização de 80%, índice semelhante aos países mais industrializados (GRIMM et al., 2008). Todavia, muitos países dessa região não dispõem de meios para reagir adequadamente aos desafios do gerenciamento sustentável dos recursos naturais (JUNK, 2003).

Portanto, em face do quadro de severas mudanças climáticas e escassez hídrica que se descortinam às populações urbanizadas, tanto no que se refere aos recursos superficiais quanto aos subterrâneos, atenção especial deve ser dada aos locais em que a água se renova naturalmente no espaço urbano, ou seja, as nascentes.

Um amplo conjunto de serviços ecológicos são produzidos pelas nascentes, incluindo fornecimento de água limpa para população humana e vida aquática. Elas ainda processam e retêm nutrientes, possibilitando a manutenção da qualidade da água a jusante (ELMORE; KAUSHAL, 2008). Trata-se de um serviço único das nascentes urbanas que possibilita a renovação contínua das águas que pode eliminar ou atenuar a contaminação generalizada da rede hidrográfica a jusante. Sua destruição, entretanto, não apenas elimina tais serviços, como também pode levar à poluição e/ou esgotamento dos aquíferos freáticos rasos aos quais estão geralmente associados, e ainda pode contribuir com a contaminação das águas subterrâneas das quais as populações urbanas tropicais são cada vez mais dependentes (FOSTER, 2001). A autoeliminação dos poluentes pelo escoamento subsuperficial na zona vadosa diminui significativamente com o aumento da impermeabilização das superfícies urbanas e canalização dos rios, situação que agrava a vulnerabilidade dos aquíferos subterrâneos (FOSTER, 2001; FOSTER et al., 2002). Com efeito, aquíferos nessas condições têm sido reconhecidos dentro da Área do Perímetro Urbano de Cuiabá (APUC) (CPRM, 2006; IPEN, 2008; NICOCHELI, 2009). Todavia, tanto as nascentes quanto os corpos hídricos por elas originados, são vulneráveis ao aumento populacional e ampliações sucessivas da área urbana.

A relação entre a cidade de Cuiabá e o rio homônimo é histórica, pois para o seu povoamento no início do século XVIII, o Rio Cuiabá foi o meio de transporte que possibilitou a comunicação entre o leste já ocupado do Brasil-Colônia e o oeste, então situado em domínios espanhóis, pelo queurgia aos portugueses reivindicar seus domínios sobre esse território. Essa articulação hidrográfica foi de vital importância para uma estratégia geopolítica mais ampla: a consolidação da unidade política dos domínios coloniais portugueses em grande extensão do continente sul-americano (ROMANCINI, 2005; FERNANDES, 2011). Entretanto, esse povoamento foi motivado e sustentado pela mineração do ouro em aluviões em córregos e ribeirões da região hoje ocupada pela Área Urbana de Cuiabá (APUC), de modo que a degradação ambiental dos recursos hídricos da capital vem ocorrendo desde a sua fundação.

Neste trabalho, analisamos os processos de degradação de nascentes que ocorrem na Área do Perímetro Urbano de Cuiabá APUC dentro do quadro de acelerada expansão urbana e crescimento populacional que a cidade sofreu nos últimos 40 anos. A pressão antrópica na AUC é evidente, pois está inserida na região mais populosa do estado, com 950.000 habitantes, concentrados nos municípios de Cuiabá e Várzea Grande, em 2010 (MENEZES FILHO; AMARAL, 2014). A área urbanizada cresceu 45,8% no período 2000 -2010 (SILVA; ROMERO, 2015). A combinação entre o crescimento populacional, expansão urbana de motivação especulativa e ausência de planejamento territorial fez com que uma cidade de médio porte (540.000 habitantes em 2010), apresenta-se problemas de deterioração dos recursos hídricos típicos das megacidades brasileiras. Entre as consequências ambientais estão a destruição generalizada de Áreas de Proteção Permanente (APPs), incluindo nascentes na AUC (IPDU 2012). Dos 209 km de canais de cursos d'água na área urbanizada de Cuiabá, 82,3% deles encontravam-se degradados em 2008 (IPEN, 2008). Pesquisas recentes indicam que o processo de degradação de nascentes ainda não cessou, mas vem se expandindo para áreas situadas na zona periurbana da AUC (FIGUEREDO, 2018).

Em 2016, uma parceria entre o Ministério Público Estadual de Mato Grosso, Universidade Federal de Mato Grosso e o Instituto Ação Verde deu início ao projeto “Água Para O Futuro”, por meio do qual analisamos o estado de conservação das nascentes urbanas frente ao avanço da urbanização da APUC entre 2008 e 2016.

Em que pese a importância dessa questão, a dinâmica espacial do processo de degradação precisa ser melhor conhecida, pois pode fornecer subsídios para o planejamento de ações de prevenção/conservação das mesmas. Desse modo, o objetivo geral deste trabalho foi analisar a correlação entre a dinâmica da expansão da área urbana e o processo de degradação de nascentes e identificar seus padrões espaço-temporais nesse período. Mais especificamente, objetivamos identificar o estado de conservação das nascentes urbanas no período frente as sucessivas ampliações da área urbana, caracterizar os principais processos de degradação e identificar zonas com maiores índices de degradação e conservação de nascentes na APUC.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

APUC situa-se no centro geodésico da América do Sul, nas coordenadas geográficas 15°35'56" latitude Sul e 56°06'01"

longitude Oeste, ocupando uma área de 20,6 mil hectares, que é drenada pela bacia do Rio Cuiabá, integrante da bacia do Rio Paraguai (Figura 1). Nessa bacia os canais de drenagem são predominantemente intermitentes, e fortemente condicionados pelas estruturas de rochas metamórficas (Grupo Cuiabá). Nessa região ocorrem interfaces entre grandes unidades de paisagem Fitofisionomicamente, observa-se a interface entre os biomas Cerrado e Pantanal. Portanto, a região sofre influência de regime pluviométrico tipicamente tropical, com dois períodos sazonais bem definidos: um chuvoso, de novembro a março, com cerca de 80% da precipitação anual, e outro seco, de abril a outubro (FIGUEIREDO; SALOMÃO, 2009; XAVIER et al., 2010; SOUZA et al., 2013).

No âmbito da APUC, foram identificados dois domínios geoambientais principais, que, em síntese, refletem a compartimentação paisagística regional: O Domínio Geoambiental da Depressão Cuiabana e O Domínio Geoambiental do Pantanal Mato-grossense (CPRM,2006). O primeiro localiza-se na porção setentrional da APUC na forma dos relevos dissecados, com cotas médias de 200-250m. Já o segundo ocorre na porção meridional em cotas inferiores a 200m, com predominância de relevos aplainados da Formação Pantanal. Em termos de vegetação, essa interface, também marca uma importante diferença, pois as formas de dissecação (colinas e morrotes de baixa amplitude) são cobertas por vegetação de cerrado, enquanto nas formas de agradação (terraços e planícies fluviais) florestas estacionais, especialmente associadas à planícies de inundação dos principais rios (Cuiabá, Coxipó, Aricá) que drenam esse território.

Portanto, a APUC ocorre em meio a uma região paisagisticamente heterogênea, rica em biodiversidade e muito importante para a conservação de grandes territórios, principalmente do Pantanal Mato-Grossense que se lhe encontra a jusante.

de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial.

2.3. Base de dados temáticos

O meio físico da APUC foi estudado pelo projeto SIG Cuiabá, realizado pelo Serviço Geológico do Brasil em parceria com o estado de Mato Grosso e os municípios de Cuiabá e Várzea Grande, visando o mapeamento de unidades geoambientais (CPRM, 2006). A cartografia temática desse estudo foi realizada na escala 1:100.000, incluindo componentes do meio físico (solos, litologia, unidades superficiais, relevo, hidrogeologia etc.) e uso e ocupação do solo, tema este desenvolvido com auxílio de análise de imagens LANDSAT. A integração desses dados cartográficos com análise Modelos Numérico do Terreno (ASTER e SRTM) resultou no mapa-síntese de unidades geoambientais. Essa base temática na escala 1:100.000, foi utilizada como referência para a avaliação in loco das propriedades do meio físico e vulnerabilidade ambiental da área do entorno das nascentes.

2.4. Mapeamento da infraestrutura urbana de Cuiabá e evolução do perímetro urbano

Esses dados incluíram a malha urbana (ruas, avenidas, delimitação de quadras, redes de drenagem, esgoto, hidrografia etc.), bem como os perímetros urbanos delimitados a partir dos marcos dos memoriais descritivos das normas que os criaram. Essas informações foram compiladas pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá (IPDU, 2008) e disponibilizadas no formato DWG (Escala 1:5.000), que, posteriormente convertimos para SHAPEFILE para as análises de geoprocessamento. Todos esses dados foram projetados no sistema UTM Fuso 21, com o Datum WGS84. Foram consultadas também as atualizações do Perfil Socioeconômico de Cuiabá (IPDU 2009; IPDU 2012).

2.5. Nascentes cadastradas em 2008.

Neste trabalho, foram analisadas 56 nascentes cadastradas em 2008 (IPEM, 2008) cujas coordenadas de georreferenciamento foram utilizadas para busca-las em 2016 e assim realizar as avaliações em campo. Além desses dados, foram utilizadas também a rede hidrográfica com a classificação do estado de conservação dos canais encontrados em 2008 em formato SHAPEFILE do projeto, bem como fotografias aéreas digitais na escala 1:10.000 provenientes do aerolevante contratado pela Prefeitura Municipal de Cuiabá cobrindo a área urbanizada em 2005. Essas fotografias foram utilizadas para a geração de um mosaico georreferenciado da APUC. Os levantamentos em campo foram realizados no período de estiagem (maio/agosto), o que favoreceu a observação das surgências das águas subsuperficiais. É importante observar que as nascentes aqui avaliadas foram somente aquelas surgências perenes ou intermitentes que ainda se apresentavam razoavelmente preservadas em 2008.

2.6. Procedimentos de campo

Os objetivos dos levantamentos foram constatar o estado de conservação das nascentes em 2016, bem como coletar dados adicionais de caracterização ambiental e processos de degradação.

Os levantamentos em campo ocorreram nos meses de julho e agosto de 2017. Utilizou-se um receptor GPS MONTERRA

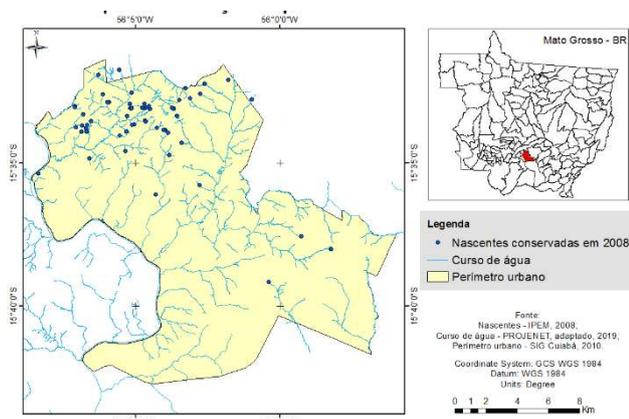


Figura 1. Localização da área de estudo.
Figure 1. Location of study area

2.2. Conceituação de nascente

Uma nascente ocorre quando o nível do lençol freático intercepta a superfície do solo, dando origem a um fluxo de água (ALLABY; ALLABY, 1991). Conceito corroborado pelo Art. 2º da resolução CONAMA nº 303 (BRASIL, 2002), que a define como o local onde aflora a água subterrânea naturalmente, mesmo que de forma intermitente.

Neste trabalho utilizou-se o entendimento de FELIPPE (2009) que considera a nascente como um sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente

GARMIN e o Juno Trimble SB para a localização e a navegação até os pontos previamente cadastrados por IPEM (2008). Novas coordenadas mais precisas foram obtidas quando se verificava algum deslocamento entre a posição de referência de IPEM (2008) e aquelas por nós verificadas em campo.

Para a sistematização dos dados coletados em campo, foi utilizada uma ficha para cada nascente, com os seguintes atributos temáticos: localização geográfica, toponímia, bacia/subárea hidrográfica, regime hídrico, tipo de ocupação no entorno e feições macroscópicas da qualidade da água, além de tipo de solo, e estado de conservação.

Foram registrados aspectos do hidromorfismo e plintitização do solo, tipo de rocha, de surgência do lençol freático, vegetação da área de cabeceira e entorno no canal, profundidade da surgência e do canal e as modificações antrópicas no entorno da mesma.

Quando houve a dificuldade de caracterização, optou-se por realizar uma investigação mais detalhada na área do entorno, a jusante e a montante do ponto, utilizando trado manual para observação da presença de água de forma direta (observação da água livre) ou indireta. Nesses casos, as principais evidências foram características típicas da presença de água durante longo período de residência nos substratos, dadas pelo hidromorfismo (gleização, formação de plintitas).

Nos casos de aterramento não foi possível checar direta ou indiretamente a existência de uma nascente previamente cadastrada. Assim, foram utilizadas séries de imagens multitemporais do GOOGLE EARTH (YU; GONG, 2012) para observar o tipo e as datas de ocupação respectivas. Para esse fim, excepcionalmente, também foram utilizadas fotografias aéreas de aerolevantamentos antigos (1967 e 1982). A consulta a moradores também foi muito importante para a identificação do ponto original das surgências, e de como e quando ocorrera o processo de ocupação e antropização da mesma.

2.7. Geoprocessamento

2.7.1. Banco de dados geográfico

As coordenadas das nascentes obtidas em campo pelo GPS Juno, foram corrigidas pelo software GPS *Pathfinder Office*, e, em seguida importados para Banco de Dados Geográficos (BDGEO) construído especificadamente para as necessidades da pesquisa. Os dados obtidos em campo foram transferidos para um PERSONAL GEODATABASE, que permite manipular dados não só pelo SIG *ArcGis*, como também pelo *Software* de gerenciamento de banco de dados *Microsoft Office Access*. Desse modo, realizamos um formulário no Access por meio do qual os atributos do arquivo de pontos de nascentes no formato SHAPEFILE a eram automaticamente atualizados a partir dos dados coletados em campo. No banco de dados, cada nascente recebeu um número sequencial que funcionou como chave primária, à qual se ligam os atributos levantados em campo.

2.7.2. Análise espacial

A análise dos dados da malha da infraestrutura urbana foi realizada por meio de análise densidade kernel, com o objetivo de investigar a correlação entre a ocorrência das nascentes com a estrutura espacial da densidade urbana. Estabelecemos o tamanho de pixels da imagem resultante da análise Kernel em 100 x 100m. Consideramos um raio de busca de 1.000 m em torno do mapa de linhas (arruamento/quadras).

Visando caracterizar os padrões espaço-temporais do processo de degradação, estendemos o período de análise da expansão urbana desde 1960 até sua mais recente ampliação ocorrida em 2004. Para tanto, plotamos os perímetros das áreas correspondente aos anos de 1960, 1974, 1978, 1982 e 2004. Então sobreposmos a tais mapas, os pontos de localização das nascentes que ainda puderam ser encontradas em 2016. Foi possível, então, observar as tendências de conservação de nascentes nos períodos de ampliação mais recente e o desaparecimento delas nas mais antigas. Um algoritmo de tabulação cruzada foi utilizado (mapa de zonas de expansão x mapa de pontos de nascentes) nessa operação.

2.8. Classificação quanto ao estado de conservação

A análise do estado de conservação das nascentes foi realizada em duas aproximações: local e entorno. O local da nascente refere-se a área onde foi observada a surgência do lençol freático. O entorno foi definido como uma zona compreendida num raio de 50m do local da nascente definido por meio de trena e/ou receptor GPS.

No local, o estado de conservação foi classificado em: degradado, conservado e preservado (Figura 2). Como nascentes preservadas foram classificadas aquelas nas quais não se observou nenhum tipo de alteração tanto local como no seu entorno.



Figura 2. Estado de Conservação das Nascentes. A-Preservada. Vegetação natural ainda está preservada na zona de recarga, neste caso formando uma pequena área (imagem tomada no período das chuvas); B-Conservada. Em primeiro plano observa-se remoção parcial da vegetação natural na faixa de preservação permanente; C-Degradada por lançamento de efluentes oriundos do aterro sanitário da cidade (chorume) e resíduos sólido; D - Degradada por lançamento de efluentes de esgoto doméstico em rede de drenagem pluvial; E - Degradada pelo processo de aterramento em área de projetos imobiliários.

Figure 2. Conservation status of the headwaters. A- Preserved. The natural vegetation is still preserved in the zone of recharge around the

headwater, forming a small wetland (humid season) in this case; B-Conserved. Natural vegetation partially removed in the permanent preservation area around the headwater; C-Degraded by disposal of effluents from the Cuiabá City landfill; E – Degraded by disposal of sewage in the pluvial galleries; E – Degraded by burying process by real estate building projects.

As nascentes conservadas foram aquelas nas quais a alteração antrópica era muito baixa, geralmente com algum lançamento de resíduo e/ou esgoto, mas com conservação da cobertura vegetal na área do entorno.

As nascentes degradadas foram classificadas como aquelas que perderam completamente suas propriedades funcionais devido ao estado avançado de vários processos de degradação.

3. RESULTADOS

3.1. Expansão da área urbana e crescimento populacional

Em Cuiabá, a expansão da área do perímetro urbano e o crescimento populacional estiveram correlacionados no tempo e no espaço.

Conforme pode ser observado na Figura 3, desde 1938, a APUC, sofreu 08 ampliações, sendo a mais recente ocorrida em 2004. Nesse período de 66 anos a área urbana passou de 259 ha para 25.631 ha, sendo o maior crescimento verificado entre 1974 e 1994. Em termos populacionais, o município, com área total de 353.817 hectares, apresentou um incremento populacional de 550.759 habitantes entre 1940 e 2018. Entre 1960 a 2018 o crescimento da população urbana chegou a 1,197% (Figura 4).

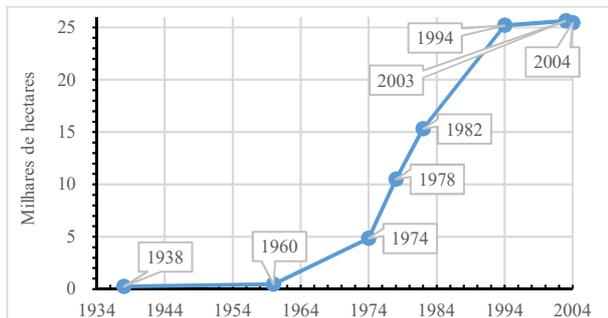


Figura 3. Crescimento da área do perímetro urbano de Cuiabá. Fontes: IPDU (2007); IPDU (2009); IPDU (2012).

Figure 3. Growth of Cuiabá urban area.

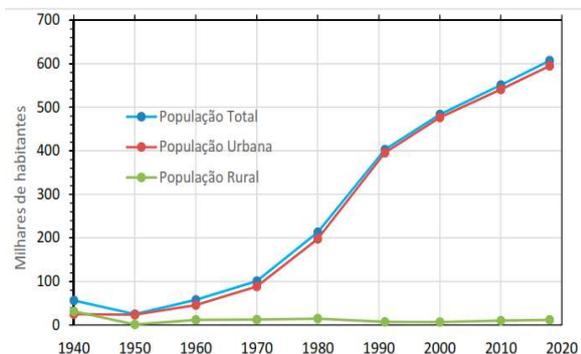


Figura 4. Crescimento da população urbana de Cuiabá. Fonte: IBGE (2019b).

Figure 4. Urban population growth of Cuiabá.

Importante observar que desde 1960 Cuiabá passou a apresentar crescente densidade populacional urbana. Em 1960 esta era de 80%, chegando a 98% em 2018, de modo que, 595.000 habitantes (praticamente a totalidade dos habitantes

do município) reside na chamada macrozona urbana, constituída pela cidade de Cuiabá e o distrito contíguo de Coxipó da Ponte (IPDU, 2012).

A tendência de expansão da macrozona urbana em função do crescimento da população nesse espaço segue um padrão bem definido desde 1960 (Figura 5). A correlação espaço-temporal reflete o processo de ampliação do perímetro urbano à medida que população migrava gradualmente para a APUC e era alocada em núcleos habitacionais periféricos, à margem do perímetro urbano. Posteriormente, esses núcleos eram incorporados à macrozona urbana, constituindo-se em bairros da cidade.

Entre 1974 e 1994 ocorreu 97% da expansão total da APUC, período no qual houve também o maior crescimento populacional de 66% (Figura 5). As ampliações desse período são frequentemente associadas ao grande fluxo de migrantes atraídos para Cuiabá devido aos projetos de ocupação da fronteira agrícola da Amazônia Setentrional (PASSOS, 2017; OYAMADA; LIMA, 2015). Entretanto, tais ampliações foram deixando grande número de áreas propositalmente vazias (mesmo que dispusessem de infraestrutura) a espera de valorização imobiliária dentro da APUC (IPDU, 2012).

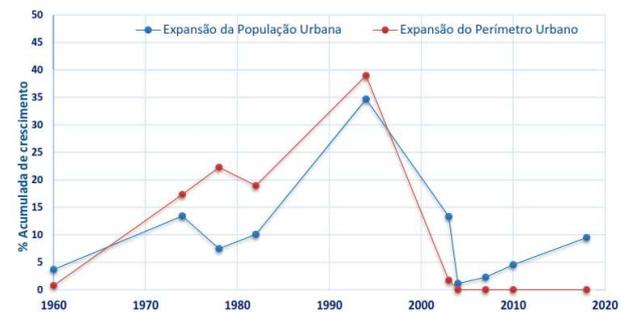


Figura 5. Correlação entre incrementos percentuais do crescimento populacional e do crescimento da área urbana de Cuiabá. Fontes: IPDU (2007); IPDU (2009).

Figure 5. Correlation between the percentage of incremental urban population increase and the urban area expansion of Cuiabá.

Assim, em 2004 a densidade demográfica urbana caiu a nível baixíssimo, de 20,88 habitantes/ha, quando o ideal, considerado para melhor aproveitamento da infraestrutura urbana é de 250 habitantes/ha (IPDU, 2012). A partir de 2004, não mais havendo expansão do perímetro urbano, verifica-se leve tendência de aumento densidade populacional, porém ainda muito aquém do ideal.

3.2. Processos de degradação ambiental

Os processos de degradação local/entorno detectados incluíram: remoção da cobertura vegetal/solo, disposição de resíduos, edificações, ligação direta de esgotamento doméstico, canalização, impermeabilização do solo, e finalmente o aterramento. Nascentes consideradas degradadas foram aquelas nas quais ocorria a coexistência da maioria desses processos, sendo o mais severo deles, evidentemente, o aterramento.

Das 56 nascentes identificadas em 2008, vinte e seis (46%) estavam degradadas em 2016, oito anos depois (Figuras 6 e 7). Devido a gravidade da descaracterização do local onde outrora fora identificada, a surgência da água não pode ser observada diretamente nessas nascentes. Apenas sete nascentes (13%) estavam totalmente preservadas. Essas localizam-se preferencialmente próximo ao limite da área urbana, em áreas

de baixa ocupação. Uma delas inclusive em uma propriedade rural. Vinte três nascentes (41%) foram consideradas ainda conservadas, apesar de alguma interferência antrópica.

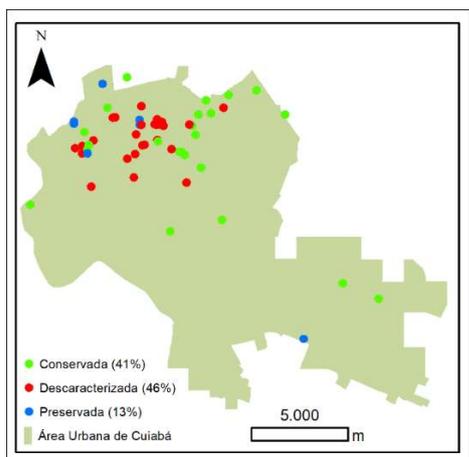


Figura 6. Localização e estado de conservação de nascentes identificadas em 2016 na área urbana de Cuiabá.
Figure 6. Location and conservation status of the headwaters found in 2016 in Cuiabá urban area.

O tipo de descaracterização mais frequente (Figura 8) foi o aterramento de dezesseis nascentes (62%). Três nascentes foram encontradas secas (11%), não por causas naturais (nascentes intermitentes) mas devido a ações antrópicas na área do entorno como canalização, remoção da vegetação da zona de cabeceira e impermeabilização da cobertura do solo. Sete nascentes (27%) não foram encontradas durante os levantamentos em 2016, por obras de construção civil.

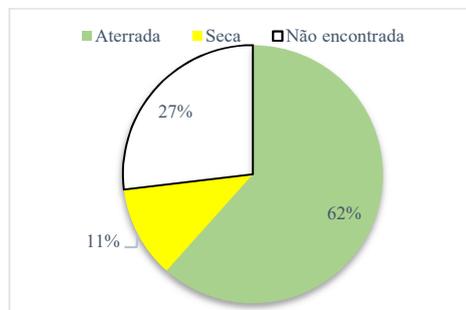


Figura 8. Tipos mais frequente de descaracterização de nascentes na área urbana de Cuiabá em 2016.
Figure 8. Most frequent types of headwater degradation found in Cuiabá urban area by 2016.

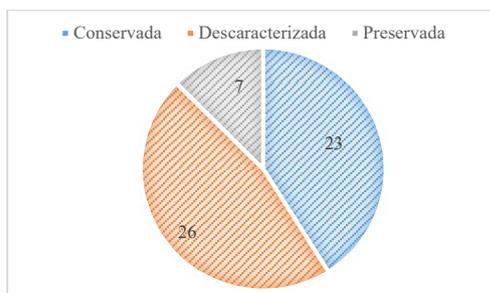


Figura 7. Estado de conservação das nascentes da Área Urbana de Cuiabá em 2016.
Figure 7. Conservation status of headwaters in Cuiabá urban area by 2016.

3.3. Espacialização dos processos de degradação das nascentes na APUC

As nascentes classificadas como degradadas em 2016 apresentaram-se espacialmente aglomeradas na região norte/noroeste da cidade, estando circunscritas em um círculo de 4km de raio. As nascentes conservadas/preservadas, por outro lado, estão dispersas por toda a APUC, em área mais ampla, circunscritas em um círculo de 9,5 km de raio (Figura 9A).

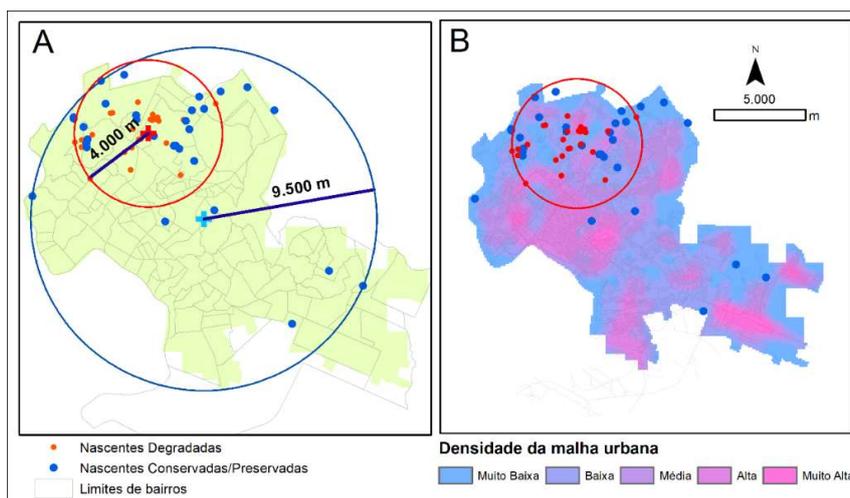


Figura 9. Espacialização das nascentes na APUC. A) Espacialização do estado de conservação/ degradação das nascentes de Cuiabá em 2016; B) Correlação espacial entre a densidade da malha urbana e a ocorrência de nascentes na área urbana de Cuiabá em 2016.
Figure 9. Spatialization of headwaters within Cuiabá Urban Area. A) Spatialization of the conservation status of headwaters in Cuiabá urban area by 2016; B) Spatial correlation between density of -urban infrastructure grid and headwaters in Cuiabá urban area by 2016.

Conforme pode ser observado na Figura 9B, há uma correlação espacial entre a densidade da malha urbana e ocorrência de nascentes que ainda foram encontradas na APUC em 2016. Essa análise mostra que: (1) a malha urbana da cidade tem densidade espacialmente heterogênea, com

zonas de densidade média a alta intercaladas por zonas com densidade baixa a muito baixa; (2) as nascentes ainda existentes estão localizadas nos “vazios” formados pelas área de densidade baixa e muito baixa; (3) praticamente não existem mais nascentes nas áreas de alta densidade e (4) as

nascentes degradadas tendem a estar o próximas ao contato entre zonas de baixa /alta densidade.

Observações de campo mostram que nascentes degradadas estão, efetivamente, nas vizinhanças de empreendimentos em implantação, sejam imobiliários (condomínios horizontais/verticais) ou estrutura viária (Figura 10). O fato de não terem sido observadas em zonas de alta densidade, pode estar relacionado com o fato de terem sido aterradas durante a urbanização, caso típico das áreas mais antigas da cidade, como o centro histórico.

Com efeito, a cidade de Cuiabá se expandiu a partir de uma área relativamente pequena (250 ha) delimitada pelo vale do Ribeirão Prainha, desde suas cabeceiras até a foz no Rio Cuiabá, numa extensão de apenas 4,4 km (localizado no interior da área de expansão urbana de 1960, Figura 11). Até 1938, compreendia basicamente o núcleo histórico da capital e seu entorno imediato. Desde 1960, a partir desse núcleo inicial, a área urbana atual se expandiu de forma radial, segundo três direções preferenciais: 1) para noroeste ao longo do eixo da MT -010 em direção ao distrito da Guia; 2) para nordeste, ao longo do eixo da Avenida Rubens de Mendonça

(12km); 3) para sudeste ao longo da Avenida Fernando Correa (18 km) que conecta com a BR 364 (Figura 10).

Direcionado de acordo com esses eixos, o processo de expansão urbana trouxe drásticas consequências para a conservação das nascentes. É que por progredir de jusante para montante, a expansão ocorre justamente em direção às nascentes das bacias que cortam a capital. Observamos que as nascentes degradadas estão localizadas num quadrante delimitado entre os eixos noroeste (MT -010) e nordeste (Av. Rubens de Mendonça/MT-255) (Figura 10). No caso da Av. Rubens de Mendonça (eixo 1) nota-se que esse eixo foi instalado sobre uma linha de divisor de águas entre as subacias do Ribeirão do Lipa e do Córrego do Moinho. Por essa razão, muitas nascentes foram localizadas em torno desse eixo de expansão.

Como se observa na Figura 11, a porcentagem de nascentes descaracterizadas diminui em direção às áreas de expansão mais recentes e cresce no sentido oposto. A maior parte delas está localizada na área de expansão de 1978, na qual se encontram 39 nascentes, dezoito das quais descaracterizadas. Nas áreas mais antigas do perímetro urbano (1960), as nascentes foram praticamente erradicadas.



Figura 10. Imagem GOOGLE EARTH de 26 de setembro de 2013 mostrando exemplo de degradação de nascentes na APUC, nas vizinhanças de redes viárias urbanas / espaços construídos (1) Canal do córrego; (2) Acúmulo de material para aterramento do terreno; (3) Evidência de processo de nivelamento do terreno avançando sobre Área de Preservação Ambiental (APP).

Figure 10. GOOGLE EARTH image by September 26th, 2013 showing an example of headwater degradation in the Perimeter of Cuiabá Urban Area (PCUA), occurring in the vicinities of urban roads network / constructed spaces. (1) Stream channel; (2) stockpiled material for burying; (3) Evidence of the terrain leveling process advancing over the Permanent Preservation Area around the stream channel.

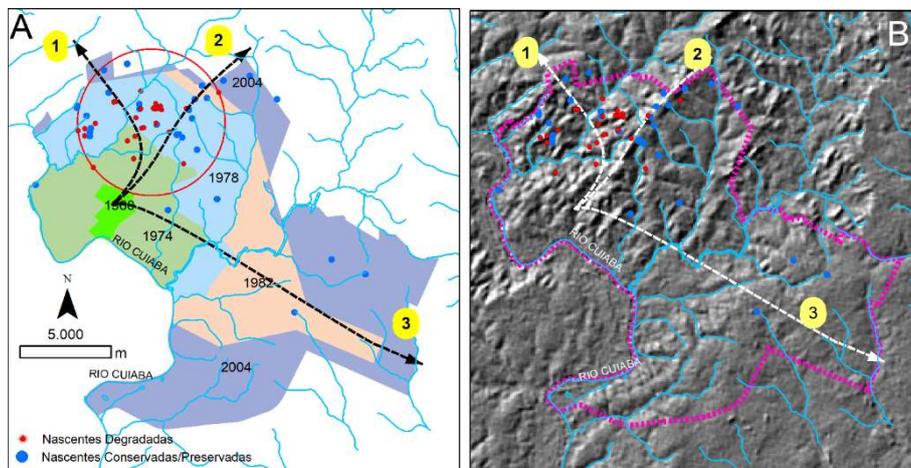


Figura 11. Principais eixos de expansão da APUC. A) Ocorrências e estado de conservação de nascentes correlacionadas com progressivas ampliações da área urbana; B) Localização dos eixos de expansão sobre o relevo sombreado da capital, destacando a rede hidrográfica. 1- Rodovia MT 010; 2- Avenida Rubens de Mendonça; 3- Avenida Fernando Correa /BR 364.

Figure 11. Main axes of urban expansion in CUA. A) Occurrence and conservation status of headsprings in correlation to the progressive ampliation of the urban area; B) Locations of the axes of expansion on the shadowed relieve of the city highlighting its hydrography.

Como se observa na Figura 11, a percentagem de nascentes descaracterizadas diminui em direção às áreas de expansão mais recentes e cresce no sentido oposto. A maior parte delas está localizada na área de expansão de 1978, na qual se encontram 39 nascentes, dezoito das quais descaracterizadas. Nas áreas mais antigas do perímetro urbano (1960), as nascentes foram praticamente erradicadas.

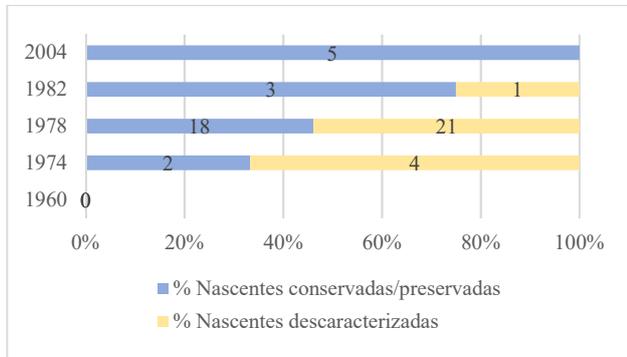


Figura 11. Relação percentual e absoluta entre nascentes conservadas e descaracterizadas em relação a expansão urbana progressiva de Cuiabá.

Figure 11. Percent and absolute proportion of conserved and degraded headsprings according to the progressive urban expansion in Cuiabá.

4. DISCUSSÃO

A supressão de nascentes urbanas, com sua simultânea ocupação por edificações, apresenta implicações em vários componentes ambientais, sendo a questão climática uma das mais relevantes (PEZZUTO, 2007), sobretudo em uma cidade tropical como Cuiabá, conhecida pelas suas altas temperaturas e chuvas torrenciais (VILANOVA; MAITELLI, 2009; XAVIER et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013).

Nesse sentido, a Agência Nacional de Águas – ANA, lembra que a extinção de nascentes está atrelada à supressão da vegetação à qual estão espacialmente associadas, substituindo-a por espaços permeabilizados. Logo, tais modificações podem provocar eventos hidrológicos extremos, como inundações e contribuir para aumento nos períodos de seca na área urbana. Esses eventos afetam a oferta de água, ameaçando o suprimento de recursos hídricos para todos. Padrões de ocupações diversas do solo têm influência direta nos microclimas urbanos, sobretudo em regiões de clima tropical, pois diferentes densidades da malha urbanas afetam os microclimas, provocando, pelo efeito cumulativo, modificações do clima regional pela urbanização, em função do aumento da temperatura (DUARTE; SERRA, 2003; SANTOS et al., 2013).

Todavia, a relação entre urbanização e deterioração de corpos hídricos (nascentes, canais de drenagem, lagos, etc.) é mais um fenômeno global do que uma situação exclusiva da APUC, ou mesmo das cidades tropicais de um modo geral. Walsh et al. (2005), por exemplo, em artigo de ampla audiência internacional, introduziram o conceito de “síndrome urbana” (*urban stream syndrome*), que se caracteriza pela degradação crônica da qualidade ecológica dos rios urbanos à medida que se avança a urbanização.

A amplitude dos efeitos ecológicos é ainda desconhecida, mas a redução da capacidade de retenção e reciclagem de nutrientes tem sido consistentemente reportado, característica relevante principalmente quando se tem a contaminação generalizada da rede hidrográfica por esgoto. Nessas situações

tem-se poluição significativa por nitrogênio e fósforo e a substituição de espécies nativas por exóticas mais tolerantes (EPSTEIN et al., 2016; NICOLETTE, 2018; LISI et al., 2018).

O desaparecimento e aterramento de nascentes aqui identificado, também não parece ser uma característica local, mas segue padrões globais (ROY et al., 2009; NAPIERALSKI et al., 2015; HAN et al., 2016), que atinge preferencialmente os pequenos cursos d’água urbanos (ELMORE; KAUSHAL, 2008).

Uma situação particular do processo de desaparecimento de nascentes na APUC, que pode ser o caso de outras cidades ribeirinhas brasileiras, está relacionada com a história da cidade. O Rio Cuiabá, foi, por mais de um século, o principal acesso a cidade. Assim, o processo de expansão começou desde a zona portuária, na parte mais baixa da cidade, junto a foz do ribeirão da Prainha com o Rio Cuiabá, progredindo para parte mais alta onde se localizam a maioria das nascentes dos rios que drenam a APUC. Isso fica evidenciado pelo fato de praticamente não serem mais encontradas nascentes nas áreas mais antigas, correspondendo aos perímetros delimitados em 1960 e 1974 (Figuras 10 e 11).

A despeito de toda a proteção legal atribuída às nascentes e córregos urbanos, observa-se, infelizmente, que pela falta visão e planejamento ambiental, não tem havido efetividade na sua conservação conforme evidenciado pelos processos de degradação aqui detectados (aterramento, lançamento de esgotos e resíduos, canalização). Uma situação comum no Brasil, pois, como observam Oliveira; Fracalanza (2011), a deterioração da água não está diretamente relacionada à sua utilização, mas a um conjunto de ações humanas que a apropriam para outros fins. Vargas (1999) já observava que problemas relacionados ao ambiente urbano são os mais variados: compactação e impermeabilização dos solos com aumento da área edificada e piora na qualidade de águas pluviais; diminuição da recarga subterrânea com consequente diminuição da vazão pela retificação de córregos com modificação da drenagem e aumento da suscetibilidade a inundações; perdas de terras agricultáveis por aterramento para loteamentos diversos; pressão imobiliária nas matas ciliares em APPs para construção de grandes empreendimentos e consequente perda da biodiversidade local, afetando assim os ciclos biogeoquímicos naturais dos corpos hídricos; poluição local e difusa de várias ordens; erosão e assoreamento dos cursos d’água por práticas inadequadas.

Entretanto, a perda sistemática desses recursos para a urbanização não passa despercebida pela população. Avelino (1986), por exemplo, lembra que Cuiabá poderia ter sido conhecida como a “Cidade dos Olhos D’água”, em função das inúmeras fontes então existentes. Porém, já nos anos 1980, elas mais não existiam fisicamente, subsistindo apenas na memória. Entre essas citava: a “Cacimba do Soldado”, a famosa “Bica da Prainha”, a “Cacimba do Maranhão” e “Tanque do Bau”. Todas essas nascentes encontravam-se nos perímetros de 1960 e 1974, e desapareceram.

As observações aqui expostas, corroboram com estudos anteriores (CPRM, 2006; IPAM, 2008) quanto ao predomínio de canais efêmeros e intermitentes na hidrografia de grande parte da APUC. Essa é uma situação de vulnerabilidade natural, pois, os canais de baixa ordem, que situam-se normalmente em áreas mais elevadas (próximo às cabeceiras) são frequentemente utilizados para a conexão de galerias

pluviais (“bocas de lobo”) das vias urbanas e, assim, oferecem situações favoráveis ao lançamento de esgoto doméstico. Além disso, as linhas de talvegue são estreitas e pouco entalhadas, favorecendo seu aterramento.

5. CONCLUSÕES

O estudo da distribuição espacial do estado de conservação das nascentes mostrou que o processo de degradação não é aleatório, mas segue um padrão espacial e temporal definido. Ocorre preferencialmente no contato entre zonas de baixa densidade da malha urbana com zonas de densidade média a alta. Nessas áreas normalmente ocorrem obras de infraestrutura e/ou construções de condomínios horizontais ou verticais. São nessas áreas que ocorrem preferencialmente o aterramento, enquanto nas áreas de renda mais baixa, a degradação está mais relacionada com o lançamento de esgoto e resíduos.

Uma vez que a expansão urbana, ainda em curso, avança cada vez mais em direção as nascentes situadas no setor norte, nordeste e sudoeste, recomenda-se que estudos de planejamento territorial preventivos sejam direcionados a essas regiões, que atualmente situam-se na zona periurbana (FIGUEREDO, 2018). São procedimentos necessários para evitar o que tem ocorrido historicamente na APUC.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido com apoio do projeto “Água Para O Futuro” desenvolvido pela parceria entre o Ministério Público Estadual de Mato Grosso, Universidade Federal de Mato Grosso e o Instituto Ação Verde, sob coordenação geral do Promotor de Justiça Gerson Barbosa (17ª Promotoria de Justiça de Defesa da Ordem Urbanística e do Patrimônio Cultural de Cuiabá), o qual forneceu todo o apoio técnico, logístico e embasamento legal para a realização desta pesquisa.

Agradecemos a colaboração da Historiadora e Turismóloga Laurence Lopes de Souza pela revisão da história da ocupação da cidade e das nascentes perdidas (mas não esquecidas) no centro antigo da cidade de Cuiabá.

7. REFERÊNCIAS

- ALLABY, A.; ALLABY, M. **The concise oxford dictionary of earth sciences**. Oxford: Oxford University, 1991. 432p.
- ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidade socioambiental de rios urbanos: bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho região metropolitana de Fortaleza-Ceará**. 2010. 310f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2010.
- AVELINO, L. Q. Cuiabá, cidade dos olhos d’água. *Diário Oficial de Mato Grosso – suplemento mensal*, 1986. p. 492–502.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 303, de 20 de Março de 2002: Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2002.
- DAI, A. Drought under global warming: a review. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 2, n. 1, p. 45-65, 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.1002/wcc.81>
- DUARTE, D. H. S. SERRA. G. S. Padrões de Ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região de Clima Tropical Continental Brasileira: Correlações e Proposta de um Indicador. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 3, nº 2, p. 7–20, 2003. ISSN: 0001-7310, DOI: 10.11606/T.16.2000.tde-18072006-182858.
- ELMORE, A. J.; KAUSHAL, S. S. Disappearing headwaters: Patterns of stream burial due to urbanization. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 6, n. 6, p. 308–312, 2008. DOI: <https://dx.doi.org/10.1890/070101>
- EPSTEIN, D. M.; KELSO, J. E.; BAKER, M. A. Beyond the urban stream syndrome: organic matter budget for diagnostics and restoration of an impaired urban river, **Urban Ecosystems**, v. 19, n. 4, p. 1623-1643, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s11252-016-0556-y>
- ESCOBAR, H. Drought triggers alarms in Brazil's biggest metropolis. **Science**, Washington, v. 347, n. 6224, p. 812-812, 2015.
- FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte - MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. 2009. 280f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) - Instituto de Geociências Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- FERNANDES, L. H. M. **Minas do Cuiabá, ilha dos sertões: considerações sobre o papel da metrópole na expansão dos domínios portugueses na América (1721-1728)**. 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras de Assis, 2011.
- FIGUEIREDO, D. M.; SALOMÃO, F. X. T. (orgs.). **Bacia do Rio Cuiabá: uma abordagem socioambiental**. Cuiabá: Entrelinhas, 2009. 216 p.
- FIGUEREDO, R. R. D. **Identificação e mapeamento de unidades geoambientais: uma contribuição ao planejamento territorial periurbano e à conservação dos recursos hídricos de Cuiabá, Mato Grosso**. 2018. 88f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, 2018.
- FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Groundwater quality protection: a guide for water service companies, municipal authorities and environment agencies**. Washington: The World Bank, 2002. 101 p.
- FOSTER, S. S. D. The interdependence of groundwater and urbanization in rapidly developing cities. **Urban water**, Amsterdam, v. 3, n. 3, p. 185-192, 2001. DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S1462-0758\(01\)00043-7](https://dx.doi.org/10.1016/S1462-0758(01)00043-7)
- GRIMM, N. B.; FAETH, S. H.; GOLUBIEWSKI, N. E.; REDMAN, C. L.; WU, J.; BAI, X.; BRIGGS, J. M. Global change and the ecology of cities. **Science**, Washington, v. 319, n. 5864, p. 756-760, 2008. DOI: <https://dx.doi.org/10.1126/science.1150195>
- HAN, L.; XU, Y.; LEI, C.; YANG, L.; DENG, X.; HU, C.; XU, G. Degrading river network due to urbanization in Yangtze River Delta. **Journal of Geographical Sciences**, v. 26, n. 6, p. 694–706, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s11442-016-1293-0>
- HOPE, A. J.; MCDOWELL, W. H.; WOLLHEIM, W. M. Ecosystem metabolism and nutrient uptake in an urban, piped headwater stream. **Biogeochemistry**, [s.l.], v. 121, n. 1, p. 167–187, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s10533-013-9900-y>

- HUNT, A.; WATKISS, P. Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 104, n. 1, p. 13-49, 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s10584-010-9975-6>
- IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2018**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportais/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>>. Acesso em 12/02/2019b.
- IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resultados do Censo 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=51&dados=8>>. Acesso em: 12/02/2019a.
- IPDU INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO. **Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá**. Org. Adriana Bussiki Santos. Cuiabá: Entrelinhas, 2008.
- IPDU INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO. **Perfil Socioeconômico de Cuiabá**. (org. Adriana Bussiki Santos). Cuiabá: Prefeitura Municipal de Cuiabá, 2009. v. IV.
- IPDU INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO. **Perfil Socioeconômico de Cuiabá**. Prefeitura Municipal de Cuiabá, 2012. v. 5.
- IPEM INSTITUTO DE PESQUISA MATOGROSSENSE. UFMT UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO. PREFEITURA MUNICIPAL DE CUIABÁ. **Caracterização e Delimitação Cartográfica Das Áreas de Preservação Permanente (App's) e de Zonas De Interesse Ambiental (Zia's) na Área Urbana de Cuiabá**. Cuiabá. 2008. (Relatório técnico)
- JUNK, W. J. Long-term environmental trends and the future of tropical wetlands. **Environmental Conservation**, Lausanne, v. 29, n. 4, p. 414-435, 2002. DOI: <https://dx.doi.org/10.1017/S0376892902000310>
- LISI, P. J.; CHILDRESS, E. S.; GAGNE, R. B.; HAIN, E. F.; LAMPHERE, B. A.; WALTER, R. P.; HOGAN, J. D.; GILLIAM, J. F.; BLUM, M. J.; MCINTYRE, P. B. Overcoming urban stream syndrome: Trophic flexibility confers resilience in a Hawaiian stream fish. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 63, n. 5, p. 492-502, 2018.
- MARENCO, J. A.; ALVES, L. M. Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 485-494, 2015.
- MENEZES FILHO, F. C. M.; AMARAL, D. B. Histórico da expansão urbana e ocorrência de inundações na cidade de Cuiabá-MT, **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 26, n. 1, p. 159-170, 2014.
- NAPIERALSKI, J.; KEELING, R.; DZIEKEN, M.; RHODES, C.; KELLY, A.; KOBBERSTAD, K. Urban Stream Deserts as a Consequence of Excess Stream Burial in Urban Watersheds. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, v. 105, n. 4, p. 649-664, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1080/00045608.2015.1050753>
- NICOHELLI, L. M.; SIQUEIRA, A. J. B.; MIGLIORINI, R. B.; ALBRECHT, K. J.; DELGUINGARO, A. R. Análise de vulnerabilidade à contaminação de aquífero no Distrito Industrial de Cuiabá – MT, através do método GOD (INPE, Ed.). Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., 2009, Natal. **Anais... Natal: Anais XIV Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2009.
- NICOLETTE, S. **Nitrogen and Phosphorus Uptake Within an Urban Stream Ecosystem**. University Research Symposium.139, 2018. Disponível em: <https://ir.library.illinoisstate.edu/rsp_urs/139>. Acesso em: 12/02/2019.
- OLIVEIRA, A. S. de; SANCHES, L.; MUSIS, C. R. De; CRISTINA, M.; ALBUQUERQUE, D. J. Benefícios Da Arborização Em Praças Urbanas - O Caso De Cuiabá / Mt. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 9, n. 9, p. 1900-1915, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/223611707695>
- OLIVEIRA, V. N. de; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e busca da integração como consenso. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 365-382, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2010000200010>
- OYAMADA, G. C.; LIMA, J. F. de. A formação industrial do Estado de Mato Grosso: do século XVII ao século XX. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 9, n. 21, p. 69-81, 2015.
- PASSOS, M. M. dos. BR-163, de Cuiabá a Santarém: o papel dos agentes e sujeitos no ordenamento do território e na implementação de políticas. **Ciência & Trópico**, Recife, v. 41, n. 1, p. 139-164, 2017.
- PEZZUTO, C. C. **Avaliação Do Ambiente Térmico Nos Espaços Urbanos Abertos. Estudo De Caso Em Campinas, Sp**. Tese de Doutorado (Arquitetura e Construção) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas., [s.l.], v. 1, p. 197, 2007.
- PRISCOLI, J. D. Water and civilization: using history to reframe water policy debates and to build a new ecological realism. **Water Policy**, London, v. 1, n. 6, p. 623-636, 2000. DOI: [https://dx.doi.org/10.1016/S1366-7017\(99\)00019-7](https://dx.doi.org/10.1016/S1366-7017(99)00019-7)
- ROMANCINI, S. R. **Cuiabá: paisagens e espaços da memória**. Cuiabá: Cathedral publicações, 2005. 176 p. 6 v. (Coleção Tibanaré).
- ROY, A. H.; DYBAS, A. L.; FRITZ, K. M.; LUBBERS, H. R. Urbanization affects the extent and hydrologic permanence of headwater streams in a midwestern US metropolitan area. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 28, n. 4, p. 911-928, 2009. DOI: <https://dx.doi.org/10.1899/08-178.1>
- SANTOS, F. M. de M.; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; MUSIS, C. R. de.; PINTO JUNIOR, O. B.; NOGUEIRA, J. S. Influência da ocupação do solo no clima urbano de Cuiabá, estado de Mato Grosso. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Médium**. V.4. n°1. P 100-121. 2013.
- CRPM SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Sistema De Informação Geoambiental De Cuiabá, Várzea Grande E Entorno**. Goiânia: CRPM, 2006. 309 p.
- SILVA, G.; ROMERO, M. Sustentabilidade urbana aplicada: Análise dos processos de dispersão, densidade e uso e ocupação do solo para a cidade de Cuiabá, Estado de Mato Grosso, Brasil. **Eure**, Santiago, v. 41, n. 122, p. 209-237, 2015.

- SOUZA, A. P. de; LIMA, L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T. de; PAULINO, J. Classificação Climática E Balanço Hídrico Climatológico No Estado De Mato Grosso in Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.
- VARGAS, M. C. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 2, n. 5, p. 109-134, 1999.
- VILANOVA, S. R. F.; MAITELLI, G. T. A importância da conservação de áreas verdes remanescentes no Centro Político Administrativo de Cuiabá-MT Gilda Tomasini Maitelli. **Uniciências**, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 55-71, 2009.
- WALSH, C. J. et al. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. **Urbanization and Stream Ecology**, v. 24, n. 3, p. 706-723, 2005.
- XAVIER, A. L.; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; MAITELLI, G. T.; OLIVEIRA, A. G. de; OLIVEIRA, A. S. de; SANTOS, F. M. de M.; NOGUEIRA, J. de S. Variação da temperatura e umidade entre áreas urbanas de Cuiabá. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 82-93, 2009.
- XAVIER, F. V.; SILVEIRA, A.; XIMENES, F.; SALOMÃO, D. T. Análise da suscetibilidade à erosão laminar na bacia do rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT, **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, n. 2, p. 51-60, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v11i2.151>
- YU, L; GONG, P. Google Earth as a virtual globe tool for Earth science applications at the global scale: progress and perspectives AU - Yu, Le. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v. 33, n. 12, p. 3966-3986, 2012.