ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA DE UMA MICROBACIA URBANA DO ECOTONO CERRADO-PANTANAL: ESTUDO DE CASO

WATER QUALITY ANALYSIS OF AN URBAN WATERSHED IN THE CERRADO-PANTANAL ECOTONE: CASE STUDY

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE UNA CUENCA URBANA EN EL ECTOTONO CERRADO-PANTANAL: ESTUDIO DE CASO

10.56238/edimpacto2025.090-013

Caroline Duarte Canavarros
Discente do Curso de Engenharia Florestal
Instituição: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
E-mail: carolinecanavarros02@hotmail.com

Jonas de Sousa Correa
Doutor
Instituição: Centro Universitário Estácio de Campo Grande
E-mail: jonas.scorrea@professores.estacio.br

Norton Hayd Rego
Doutor
Instituição: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
E-mail: norton@uems.br

Diego Pierre de Almeida
Doutor
Instituição: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
E-mail: diegoalmeida@uems.br

Felipe Ibanez Martins
Mestre
Instituição: Prefeitura Municipal de Aquidauana/Secretaria de Meio Ambiente
E-mail: fimquelonio@gmail.com

Patrícia Vieira Pompeu
Doutora
Instituição: Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
E-mail: patricia.pompeu@uems.br

RESUMO
Este estudo avaliou a qualidade da água na Microbacia da Lagoa Comprida, em Aquidauana, MS. Esta área representa uma área de baixa elevação que também recebe drenagem pluvial urbana. Seis pontos

de amostragem foram selecionados (emissários, um ponto a jusante e a foz). Parâmetros como Temperatura (T), pH, Condutividade Elétrica (CE) foram mensuradas com sonda multiparâmetro. Amostras de água também foram coletadas para análise laboratorial de Turbidez (Tur), Fósforo total (Pt), Nitrogênio total (Nt), Coliformes Termotolerantes (CT) e *Escherichia Coli* (EC). Apesar de classificada como Classe Especial pelas normativas do Estado de Mato Grosso do Sul, a pesquisa revelou que o corpo hídrico está degradado. Altas concentrações de NT e PT, e valores de pH e a T, reforçam condições ideais para a eutrofização. Fatores como assoreamento, impermeabilização asfáltica, livre acesso ao entorno dos mananciais, falta de saneamento básico em especial a carência de rede de esgoto, contribuem significativamente para essa deterioração. Os resultados evidenciam que, na prática, as condições naturais da Lagoa Comprida não estão sendo preservadas, necessitando de ações urgentes para sua recuperação.

Palavras-chave: Eutrofização. Antropização. Urbanização.

ABSTRACT
This study evaluated the water quality of the Lagoa Comprida Microbasin in Aquidauana, Mato Grosso do Sul. This area represents a low-elevation area that also receives urban stormwater runoff. Six sampling points were selected (outfalls, a downstream point, and the mouth). Parameters such as temperature (T), pH, and electrical conductivity (EC) were measured with a multiparameter probe. Water samples were also collected for laboratory analysis of turbidity (Tur), total phosphorus (Pt), total nitrogen (Nt), thermotolerant coliforms (CT), and *Escherichia coli* (EC). Despite being classified as a Special Class by the regulations of the State of Mato Grosso do Sul, the research revealed that the water body is degraded. High concentrations of NT and PT, as well as pH and T values, reinforce ideal conditions for eutrophication. Factors such as siltation, asphalt sealing, unobstructed access to the watershed surroundings, and a lack of basic sanitation, especially the lack of a sewage system, significantly contribute to this deterioration. The results show that, in practice, the natural conditions of Lagoa Comprida are not being preserved, requiring urgent action for its recovery.

Keywords: Eutrophication. Anthropization. Urbanization.

RESUMEN
Este estudio evaluó la calidad del agua de la microcuenca Lagoa Comprida en Aquidauana, Mato Grosso do Sul. Esta zona representa una zona de baja elevación que también recibe escorrentía pluvial urbana. Se seleccionaron seis puntos de muestreo (emisarios, un punto aguas abajo y la desembocadura). Se midieron parámetros como temperatura (T), pH y conductividad eléctrica (CE) con una sonda multiparamétrica. También se recolectaron muestras de agua para análisis de laboratorio de turbidez (Tur), fósforo total (Pt), nitrógeno total (Nt), coliformes termotolerantes (CT) y *Escherichia coli* (EC). A pesar de estar clasificado como Clase Especial por la normativa del Estado de Mato Grosso do Sul, la investigación reveló que el cuerpo de agua está degradado. Las altas concentraciones de NT y PT, así como los valores de pH y T, refuerzan las condiciones ideales para la eutrofización. Factores como la sedimentación, el sellado del asfalto, el acceso sin obstáculos a las inmediaciones de la cuenca y la falta de saneamiento básico, especialmente la falta de un sistema de alcantarillado, contribuyen significativamente a este deterioro. Los resultados muestran que, en la práctica, las condiciones naturales de Lagoa Comprida no se están preservando, lo que requiere medidas urgentes para su recuperación.

Palabras clave: Eutrofización. Antropización. Urbanización.

1 INTRODUÇÃO

A água, essencial para a manutenção e perpetuação da vida, é uma preocupação global devido aos seus aspectos qualitativos e quantitativos.

Com sua extensão continental e diversidade de biomas cada um com características bióticas e abióticas únicas, o Brasil possui uma relevância hídrica mundial inquestionável. No entanto, a gestão da qualidade e quantidade da água no país ainda é um desafio. A coordenação entre os poderes públicos municipais, empresas, terceiro setor e a sociedade para implementar ações de educação ambiental e planejamento estratégico nas bacias hidrográficas, apesar de crucial, ainda é incipiente. (BOLSON e HAONAT, 2016; PASSOS et al., 2018; KHEDUN et al., 2025).

Conforme De Souza et al (2019), o bioma Cerrado possui alta potencialidade hídrica, onde afluem principais rios e concentração e recarga de aquíferos para as grandes bacias hidrográficas representativas, que estrategicamente ofertam seus recursos a uma grande parcela da população brasileira.

Nesta região, a interação da sociedade com as mudanças de uso e cobertura do solo, influenciam diretamente na produção e qualidade dos seus mananciais, principalmente a partir das atividades agrícolas intensivas e supressão florestal (VIEIRA et al., 2021; MARTINS, GALVANI, 2022; PERUCHI TREVISAN et al., 2020)).

Nesse cenário, as atividades econômicas do Estado de Mato Grosso do Sul, como a silvicultura (com destaque para o plantio de eucalipto), a indústria de papel e celulose, o plantio de soja e milho, e a pecuária, impactam diretamente as bacias hidrográficas (PINHEIRO E PADGETT, 2024; RUSILO et al., 2025; SOARES et al., 2025).

Com enfoque no processo de urbanização, que pela falta de planejamento e gestão no uso e ocupação, em especial ao processo de infraestrutura urbana e viária, repercutem em impactos diretos e indiretos nas bacias hidrográficas (BENINI E MENDIONDO, 2015).

Neste contexto, a presente pesquisa foi verificar a partir de alguns corpos hídricos aspectos qualitativos de alguns corpos hídricos da região do Cerrado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

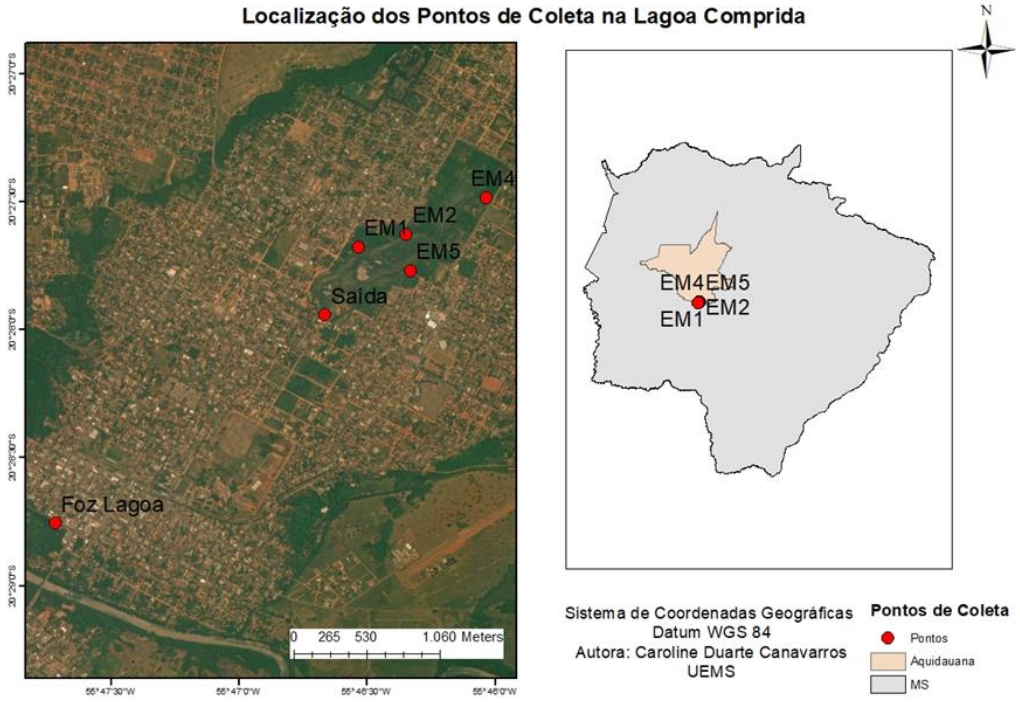
2.1 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia do Rio Aquidauana, com aproximadamente 21.000 km², é o principal afluente do Rio Miranda e abrange 14 municípios. A ocupação do solo na região é diversificada, compreendendo assentamentos e distritos rurais, terras indígenas e vilas urbanas, concentradas principalmente nas margens do Rio Aquidauana e seus afluentes. Economicamente, a bacia se destaca por atividades como frigoríficos, olarias de cerâmica e pecuária. (RODRIGUES E LEITE, 2017; JOIA, 2018).

De acordo com a classificação do Mapa de Koppen do Brasil, o clima desta bacia se caracteriza por clima tropical com duas estações distintas e definidas, seca durante o Inverno e chuvosa durante o verão. A temperatura média oscila entre 23 a 25ºC e a precipitação média anual é de 1537,7 mm, com maior ocorrência de chuvas nos meses compreendidos de janeiro a abril. (CRISTALDO et al., 2018; DE LIMA et al., 2023).

O estudo de qualidade da água focou na Microbacia da Lagoa Comprida. O corpo hídrico apresenta uma topografia de baixa elevação e declividade, características que facilitam a sedimentação e a percolação de resíduos. Esses sedimentos são carreados tanto pelas chuvas quanto por ações antrópicas, como a impermeabilização do solo por asfalto e edificações (Figura 01).

Figura 1: Mapa apontando a localização da Lagoa Comprida no contexto urbano e os pontos de coleta analisados (ArcGis).



De acordo com Sposito e Pinto (2006), o planejamento urbanístico inadequado levou à canalização da drenagem principal da bacia, deixando expostas apenas a lagoa e pequenas porções de água. Este corpo hídrico, a Lagoa Comprida, recebe emissários de água pluvial de diversos bairros da cidade.

2.2 COLETAS

Foram selecionados seis pontos de amostragem ao longo do corpo hídrico: quatro emissários (EM1, EM2, EM3 e EM4), um ponto a jusante da lagoa (JUS) e a foz.

Foi utilizada uma sonda multiparâmetro para aquisição dos dados de Temperatura (T), pH, Condutividade Elétrica (CE). Amostras de água em frascos de polietileno, foram acondicionadas em

caixa térmica e, posteriormente, analisadas para Turbidez (Tur) e as concentrações de Fósforo Total (P), Nitrogênio Total (NT), Coliformes Termotolerantes (CT) e *Escherichia Coli* (EC) no laboratório a partir de metodologias consagradas (APHA,

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão de acordo com a Tabela 01.

Tabela 1: Resultado do monitoramento da microbacia.

Ponto	pH	T (°C)	CE (µs.cm^{-1})	Tur (NTU)	Pt (mg.L^{-1})	Nt (mg.L^{-1})	Col (NMP)	EC (NMP)
EM1	9,74	30,8	260	12,5	0,16	1,1	8000	200
EM2	8,45	28,2	329	11,4	0,14	1,4	3000	200
EM4	7,6	30	332	14,3	0,16	1,3	5200	250
EM5	7,3	28,8	143	27	0,55	1,9	8800	320
Jus	8,45	33,6	97	8,4	0,15	1,2	2500	100
Foz	6,7	31	228	13,2	0,14	1,4	9000	250

Fonte: Autores.

A água dessa microbacia é considerada Classe Especial, conforme os Padrões de Referência do Estado de Mato Grosso do Sul (CECA 036/2012). Isso significa que não há limites estabelecidos para os parâmetros de qualidade, e suas condições naturais devem ser preservadas.

Nos aspectos organolépticos, nos pontos amostrados foram verificados fortes odores, coloração escura e presença de resíduos sólidos (Figura 02).

Figura 02. Resíduos sólidos em ponto de inspeção no ponto EM5



Durante o período de amostragem (verão), a temperatura ambiente (~29ºC) exerceu forte influência sobre temperatura dos corpos hídricos da região (CEMTEC, 2021). É comum nos corpos hídricos da região a ocorrência de altas temperaturas nos corpos hídricos (De BARROS, GUIMARÃES E SANTANA, 2018).

Sontag e Mello (2012) também encontraram temperaturas similares na mesma estação (27,2 a 30,3) °C e no Inverno (25,2 a 26,3) ºC em uma pesquisa conduzida na seção represada do mesmo local.

É importante salientar que o fluxo do manancial (lêntico) e baixas profundidades da coluna de água (~1,0 m), combinado a altimetria média do corpo hídrico 170 metros, contribuem para essa relação (MARENGO et al., 2016; DE OLIVEIRA-ALVIÇO et al., 2021).

Porém, conforme destacam Calheiros e Fonseca Junior (1996), altas temperaturas em lagoas com baixa profundidade, promovem redução nas concentrações de Oxigênio Dissolvido, podendo acarretar decomposição anaeróbia acentuada e/ou proliferação de algas e cianobactérias (CALHEIROS E FONSECA JUNIOR, 1996).

As medições da condutividade elétrica (CE) variaram de 97,2 a 332 $\mu S.cm^{-1}$. De acordo com Baggio et al. (2016), esta variável possui forte correlação com a temperatura e substâncias ionizadas. Valores superiores a 100 $\mu S.cm^{-1}$ indicam ambientes degradados, possivelmente devido ao lançamento de esgoto e material orgânico.

Em estudos realizados em corpos hídricos da mesma região, Sanches (2021), registrou valores similares de CE, onde o a forma e processo de urbanização são presentes. No entanto, De Rezende et al (2012), registraram valor médio 63,34 $\mu S.cm^{-1}$, em estação diferente.

Os valores de pH registraram média (8,04±0.98), máxima de 9,4 para EM1, na porção represada e, 6,7 para a Foz. Em trabalhos realizados por Dos Santos et al (2021) e De Barros, Guimarães e Santana (2018), em águas superficiais inseridas na mesma bacia urbana, apontaram valores < (7,05 e 6,29) respectivamente.

As águas superficiais de formações areníticas, como a Formação Aquidauana, geralmente apresentam um pH ácido a levemente ácido. Isso ocorre porque a água, ao percolar por essas rochas, absorve as características do solo que as compõe. Estudos indicam que os solos da Formação Aquidauana possuem um pH que varia entre 4,2 e 6,5 (Schiavo et al., 2010), o que influencia diretamente a acidez das águas que por ali escoam.

O valor mais alto de Tur registrado em EM5 (27 NTU) provavelmente se deve a perturbações nas margens, causadas pelo pisoteio de animais – especialmente das muitas capivaras que habitam o parque municipal – e pela circulação de pessoas em atividades recreativas.

As concentrações médias de Nt e Pt registradas, foram de 0,21±0,16 $mg.L^{-1}$ e 1,38±0,28 $mg.L^{-1}$, respectivamente. Para as condições de fluxo lótico e lêntico do corpo hídrico analisado nesta microbacia, esses valores estão acima do recomendado, mesmo considerando que as escalas de referência não são absolutas e as características específicas deste ecossistema. (LAMPARELLI, 2004; CONAMA 357/2005; BUZELLI E CUNHA-SANTINO, 2013).

As concentrações de N e P, juntamente com os valores de T e pH encontrados nesta pesquisa, indicam condições propícias para a proliferação de algas e cianobactérias, reforçando o estado de eutrofização do corpo hídrico (CHORUS & BARTHAM, 1999; FUNASA, 2003; VIDAL E CAPELO, 2015; DANTAS et al., 2012).

As variáveis biológicas utilizada para esta pesquisa, Col e EC, registraram os seguintes valores médios (6083±2921; 220±73) respectivamente. Um estudo anterior na Lagoa Comprida já havia apontado valores elevados de coliformes (SPOSITO E PINTO, 2006).

A relação entre o uso e ocupação do solo urbano sem prévio planejamento, repercutem nos aspectos de qualidade de água e índices de saúde pública, e provavelmente, conforme destaca De Paula et al., 2013, na presença de Col e EC como indicadores de contaminação biológica.

Conforme apontado por Jóia e Silva (2007), há fortes indícios de esgotos clandestinos em corpos hídricos locais, que contribui significativamente para a deterioração da qualidade da água. Complementarmente, Fontes e Ayach (2024) destacam que as precárias condições de saneamento básico, especialmente no que tange às redes de esgotamento sanitário, são uma preocupação latente, impactando diretamente o solo e a água da região.

4 CONCLUSÃO

A análise dos resultados desta pesquisa aponta para uma clara deterioração da qualidade do manancial. As práticas de uso e ocupação do solo no entorno da microbacia têm contribuído diretamente para os impactos negativos observados, tornando imperativa a intervenção dos órgãos de controle no planejamento e gestão urbana.

Recomenda-se o monitoramento frequente dos indicadores de qualidade (bióticos e abióticos) dos corpos d'água locais, além da investigação de outras variáveis que possam aprofundar a compreensão das causas desses problemas e auxiliar na busca por soluções

REFERÊNCIAS

BAGGIO, Hernando; FREITAS, M. de O.; ARAÚJO, Amanda Dias. Análise dos parâmetros físico-químicos oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico e temperatura, no baixo curso do Rio das Velhas-MG. **Caminhos de geografia**, v. 17, n. 60, p. 105-117, 2016. https://doi.org/10.14393/RCG176008

BOLSON, Simone Hegele; HAONAT, Ângela Issa. A governança da água, a vulnerabilidade hídrica e os impactos das mudanças climáticas no Brasil. **Veredas do Direito**, v. 13, n. 25, p. 223-248, 2016. https://doi.org/10.18623/rvd.v13i25.575

BENINI, Rubens de Miranda; MENDIONDO, Eduardo Mario. Urbanização e impactos no ciclo hidrológico na bacia do Mineirinho. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 211-222, 2015. https://doi.org/10.1590/2179-8087.103114

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013. https://doi.org/10.4136/ambi-agua.930

CRISTALDO, Marcia Ferreira. Previsão probabilística de enchentes para uma pequena bacia hidrográfica do Pantanal. **Rev. Ambient. Água**, 13(4), 2018. https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1988

DANTAS, Ênio Wocyli et al. Dynamics of phytoplankton associations in three reservoirs in northeastern Brazil assessed using Reynolds' theory, **Limnologica**, Volume 42, Issue 1, 2012, Pg. 72-80, https://doi.org/10.1016/j.limno.2011.09.002.

DE BARROS, Adriana; GUIMARÃES, Valter; SANTANA, Waleska Souza Carvalho. Aplicação de um índice de qualidade de água em dois trechos (urbano e rural) da bacia do córrego Guanandy, Aquidauana–MS. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 54, p. 630-649, 2018.

DE LIMA, Rafael Fausto et al. Climate Change Assessment in Brazil: Utilizing the Köppen-Geiger (1936) Climate Classification. **Rev. bras. meteorol**. 38, 2023. https://doi.org/10.1590/0102-77863810001

DE OLIVEIRA ALVIÇO, Renata Gehre et al. Impactos e mudanças na paisagem: um estudo de caso do Parque Natural Municipal da Lagoa Comprida em Aquidauana–MS. **Revista Pantaneira**, v. 20, p. 1-13, 2021.

DE PAULA, Heber Martins; MESQUITA, Glenda Máris; MENDES, Márcia Felipe. Investigação de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para avaliação da qualidade da água de lagos urbanos da cidade de Catalão-GO. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 7, n. 1, 2013. https://doi.org/10.5216/reec.v7i1.22038

DE SOUZA, Clara Lúcia Francisca et al. O cerrado como o "berço das águas": potencialidades para a educação geográfica. **Revista Cerrados (Unimontes)**, v. 17, n. 1, p. 86-113, 2019. https://doi.org/10.22238/rc24482692201917018611 3

DOS SANTOS, Celeide Arruda et al. Aspectos limnológicos e sanitários do trecho urbano do Córrego João Dias em Aquidauana–Mato Grosso do Sul. **Revista Pantaneira**, v. 20, p. 14-28, 2021. Endereço Eletrônico: https://periodicos.ufms.br/index.php/revpan/article/view/14714/10117 Acessado em 22 de junho de 2025.

FONTES, A. F. G. F.; AYACH, L. R. Condições dos resíduos sólidos e esgotamento sanitário nas cidades de Aquidauana e Anastácio - MS: desafios e possibilidades. ResearchGate, 2024. Endereço Eletrônico: https://www.researchgate.net/publication/386292581_CONDICOES_DOS_RESIDUOS_SOLIDOS_E_ESGOTAMENTO_SANITARIO_NAS_CIDADES_DE_AQUIDAUANA_E_ANASTACIO_-_MS_desafios_e_possibilidades/link/674c64e5359dcb4d9d48ed79/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19 Acessado em 22 de junho de 2025.

FUNASA 2003. Cianobactérias Tóxicas na Água para Consumo Humano na Saúde Pública e Processos de Remoção em Água para Consumo Humano: 1. Tratamento da água. 2. Qualidade da água. 3. Vigilância ambiental. Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde, Brasília. 56p. Endereço Eletrônico: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cianobacterias_toxicas_agua.pdf Acessado em 22 de junho de 2025.

JÓIA, P. R.; SILVA, J. F. Saneamento e saúde ambiental em Aquidauana-MS: reflexões sobre os desafios da universalização. In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24., 2007, Belo Horizonte. Rio de Janeiro: ABES, 2007.

JOIA, Paulo Roberto et al. Implicações do uso e ocupação do solo para o planejamento e gestão ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana, Mato Grosso do Sul. **Interações** (Campo Grande), v. 19, n. 2, p. 343-358, 2018. https://doi.org/10.20435/inter.v19i2.1404

KHEDUN, C Prakash et al. World water supply and use: Challenges for the future. Reference Module in Food Science, 2025. https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15976-3.00001-5

MARENGO, J. A. et al. Climate Change Scenarios in the Pantanal. Dynamics of the Pantanal Wetland in South America. **Springer International Publishing Switzerland**, p. 227-238, 2016.

MARTINS, Alécio Perini e Galvani, Emerson, 2022. Desempenho do algoritmo SEBAL para estimativa de vazão em bacias hidrográficas do Cerrado Brasileiro. **Sociedade & Natureza**. 32, 633–645. https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-53169

PASSOS, Ana Luiza Litz et al. Critérios para Avaliação da Qualidade de Água no Brasil: Um Questionamento Sobre os Parâmetros Utilizados. Fronteira: **Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 7, n. 2, p. 290-303, 2018. https://doi.org/10.21664/2238-8869.2018v7i2.p290-303

PINHEIRO, Lara Kamila Silva; PADGETT, Rosamaria Cox Moura Leite. MAPEAMENTO DE PESQUISAS VOLTADAS A SILVICULTURA E A INDÚSTRIA PAPEL E CELULOSE SUL-MATO-GROSSENSE**. Desafio** Online, v. 13, n. 1, 2025. https://doi.org/10.55028/don.v13i1.20025

RODRIGUES, Lidiane Perbelin; LEITE, Emerson Figueiredo. Dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Aquidauana, MS. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 6817-6825, 2017. https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1873.

RUSILO, Luiz Carlos et al. Análise econômico-ambiental comparativa das atividades agropecuária, urbano-industrial e de mineração. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. e79063, 2025. DOI: 10.34188/bjaerv8n2-015. https://doi.org/10.34188/bjaerv8n2-015

SOARES, Geovany Braga et al. GESTÃO TERRITORIAL E DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL NO CERRADO E NA AMAZÔNIA: Desafios e Estratégias no Século XXI. **Revista**

Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2025. https://doi.org/10.61164/rmnm.v7i1.3625

SONTAG Rodrigo Barros, Mello Ivani Souza. Diagnóstico sanitário do Parque Natural Municipal da Lagoa Comprida:: subsídios para o manejo e gestão. **Rev. Gestão & Saúde** [Internet]. 1º de agosto de 2017 [citado 20º de junho de 2025];4(1):1248-6. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/rgs/article/view/179

VIDAL, T. F.; CAPELO NETO, J. Dinâmica de nitrogênio e fósforo em reservatório na região semiárida utilizando balanço de massa**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 259-273, 2015. https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000400007

VIEIRA, Rita M. da S.P et al. Land degradation mapping in the MATOPIBA region (Brazil) using remote sensing data and decision-tree analysis. **Sci. Total Environ.** 2021, 782, 146900. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146900.