

EXPANSÃO DO EUCALIPTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO/MS: DESAFIOS PRESENTES E FUTUROS DA GESTÃO HÍDRICA

Carlos Juliano Fonseca da Silva¹, Prof.^a Dra.^a Vanessa Aparecida de Moraes Weber²

RESUMO

Esta pesquisa analisa os impactos da expansão do eucalipto na disponibilidade hídrica da Bacia do Rio Pardo/MS, considerando a competição por água com outros usos, como agricultura e geração de energia. Utilizando modelos de inteligência artificial e dados históricos de vazão, precipitação e uso do solo (2014–2024), o estudo projeta cenários futuros para avaliar como a silvicultura afeta os recursos hídricos, especialmente em pequenas propriedades rurais. A metodologia combina análise espacial (geoprocessamento), modelagem preditiva e avaliação de políticas públicas, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6 e 15). Os resultados visam subsidiar gestores na tomada de decisões, equilibrando crescimento econômico e sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia do Rio Pardo. Eucalipto. Recursos Hídricos.

ABSTRACT

This research analyzes the impacts of eucalyptus expansion on water availability in the Pardo River Basin, Mato Grosso do Sul, Brazil. It focuses on the competition for water among different uses, such as agriculture and energy generation. The study employs artificial intelligence models and historical data on streamflow, precipitation, and land use (2014–2024) to project future scenarios and assess how silviculture affects water resources, particularly in small rural properties. The methodology integrates spatial analysis (geoprocessing), predictive modeling, and public policy evaluation, aligning with the Sustainable Development Goals (SDGs 6 and 15). The findings aim to support decision-makers in balancing economic growth with environmental sustainability.

KEYWORDS: Pardo River Basin. Eucalyptus. Water Resources.

INTRODUÇÃO

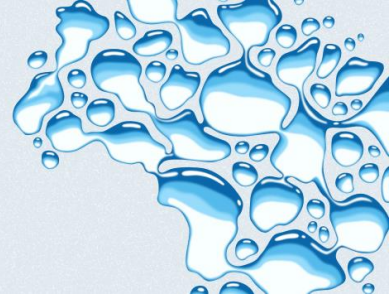
As indústrias de papel e celulose iniciaram suas atividades no Mato Grosso do Sul a partir de 2009, trazendo diversos avanços para os municípios em que se consolidaram e, em consequência, para o Estado. Três Lagoas, localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú (Região Hidrográfica do Paraná), no Leste do Estado, é pioneira na recepção dessas indústrias.

Para se ter uma dimensão desses avanços: em 2010, o PIB per capita de Três Lagoas era de R\$38.507,63 e em 2022, cresceu para R\$104.352,29, um aumento de 170.99%. Quanto à contribuição da indústria para o crescimento do PIB (considerando todas as atividades industriais), saltou de R\$1.808.349,00 bilhões em 2010, para R\$6.622.742,17 bilhões em 2022, um aumento de 266,23% (IBGE, 2022).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Árvores (IBÁ, 2024), o Mato Grosso do Sul é um dos maiores produtores de eucalipto do Brasil, com área plantada de 1,329 milhão de hectares de florestas plantadas. O relatório afirma ainda que o Brasil se consolidou como líder nas exportações de celulose em 2023, com US \$8,4 bilhões e 18 milhões de toneladas exportadas, sendo a China o principal destino.

¹ Aluno do Profágua UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: juliano@geografo@gmail.com.

² Docente no Programa de Mestrado Profissional Profágua. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: vanessaweber@uem.br.



Apesar dos excelentes números, não são tão evidentes as pressões socioambientais exercidas por essas atividades - fabris e de silvicultura - sobre os recursos hídricos, e, conseqüentemente, sobre as pequenas propriedades rurais, que se utilizam desses recursos para suas atividades agrossilvipastoris, econômicas e de subsistência.

No território da Unidade de Planejamento e Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (UPG/Pardo), as fábricas de papel, celulose e derivados, além das plantações de eucalipto, competem pelos recursos hídricos com outros potenciais consumidores de água: a pecuária extensiva, grandes lavouras de soja, milho e cana-de-açúcar; além de laticínios e frigoríficos de grande porte (IBGE, 2017).

A Bacia Hidrográfica do Rio Pardo possui em sua composição 37% de solos quartzarênicos, cuja composição torna esse tipo de solo mais suscetível à erosão hídrica (Capoane, 2023). Seu manejo inadequado, pode causar assoreamento de corpos hídricos, o que causa preocupação aos gestores ambientais quanto à qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos na região.

As maiores perdas de solo ocorrem durante o plantio do eucalipto. Alguns sistemas de cultivo de eucalipto trazem bons resultados quanto à prevenção da degradação do solo, como o “cultivo mínimo” e o “plantio em nível com manejo de resíduo”, mas muitos produtores optam pelo “plantio em nível sem resíduo”, deixando o solo exposto aos efeitos das precipitações (Cândido et al. 2014).

Com isso, surgem preocupações quanto às pressões atuais e futuras na UPG/Pardo, demandando assim, a necessidade de analisar os dados hidrológicos da bacia, considerando aspectos importantes (variáveis) como a disponibilidade hídrica da bacia (comprometimento coletivo da vazão de referência), os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável 6 e 15 e as mudanças climáticas.

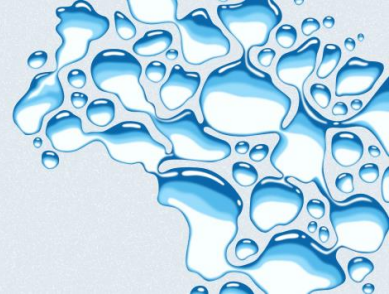
Quanto às mudanças climáticas, o *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, afirma que “é inequívoco que a influência humana aquece a atmosfera, os oceanos e o solo (IPCC, 2021)”. Uma das maiores causas é o manejo inadequado do solo. “Cerca de um quarto das terras livres de gelo no planeta estão sujeitas a degradação, induzida pelas atividades humanas (IPCC, 2019)”. De acordo com o Relatório Especial Sobre Mudanças Climáticas, Desertificação, Degradação e Manejo Sustentável do Solo, estima-se atualmente que “a erosão proveniente de campos agrícolas é de 10 a 20 vezes (sem cultivo) e mais de 100 vezes (cultivo convencional) maior que a taxa de formação do solo (IPCC, 2019)”.

Esses dados do IPCC, juntamente com as literaturas que embasam esta pesquisa, indicam que a perda de solo causa assoreamento em corpos hídricos, comprometendo a disponibilidade hídrica local, afetando usuários destes recursos, antagonicamente ao que preconiza a Política Nacional de Recursos Hídricos:

“[...]a água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado dotado de valor econômico...], [...]a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, devendo ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, usuários e comunidades...” (Brasil, 1997).

Posto isso, é factível depreender que a expansão inadvertida das áreas plantadas de eucalipto na BHRP, sem o devido manejo do solo e atenção dos órgãos gestores ambientais, pode impactar negativamente a bacia em diversos aspectos. Disputas por recursos hídricos geram conflitos, trazendo desafios aos gestores públicos, deixando o seguinte questionamento: Quais são os impactos socioambientais da expansão das lavouras de eucalipto na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo?

MATERIAIS E MÉTODOS



Tendo em vista que se trata de uma pesquisa de abordagem quantitativa e de geoprocessamento, inicialmente serão analisados os dados de precipitação e vazão das estações de hidrotelemetria disponíveis no portal Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA), utilizando modelos computacionais estatísticos.

Com a organização dos dados tabulados, considerando intervalos nulos, por ausência de dados de estações, será escolhido o modelo ideal para a apresentação dos mesmos. Vale ressaltar que, nas análises, será considerado, havendo tempo hábil, a modelagem de cenários futuros, utilizando os modelos computacionais.

Dentre os cenários, a expansão acelerada versus expansão controlada das plantações de eucalipto na bacia, considerando outras variáveis, como: precipitação, períodos de seca, perda de solo, vazão outorgada, concentração de áreas de plantio de eucalipto, e, principalmente, a utilização de pontos de controle, como áreas sem o cultivo do eucalipto na bacia.

Com a finalidade de compreender o arranjo territorial da BHRP, serão utilizados dados de uso e cobertura do solo (Map Biomas), dados do Zoneamento Ecológico-Econômico do MS (ZEE/MS) e dados públicos das propriedades rurais, disponíveis no Portal de Informações e Geoposicionamento de Mato Grosso do Sul (PIN/MS) e no Cadastro Ambiental Rural (CAR) das propriedades rurais, além de imagens de satélite públicas, disponíveis gratuitamente em portais governamentais e privados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre os resultados esperados, estão:

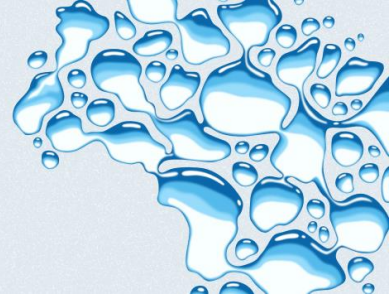
- Criação de um modelo preditivo validado: Desenvolvimento de um modelo capaz de projetar vazões futuras na Bacia do Rio Pardo;
- Publicação dos resultados em periódicos científicos;
- Impacto do Eucalipto Quantificado: Estimativa da redução percentual da vazão devido à expansão do eucalipto,
- Identificação de sub-bacias mais vulneráveis à escassez hídrica.
- Mapas de Uso do Solo e Conflitos Hídricos: Geração de mapas temáticos (QGIS/Google Earth Engine) mostrando: Expansão histórica do eucalipto (2014– 2024). Áreas críticas de competição por água (PCHs, agricultura, eucalipto).

Os resultados da pesquisa servirão também aos Comitês de Bacia, provendo dados científicos para revisão do Plano de Bacia, incluindo: Regras de outorga mais restritivas em áreas críticas e ações de educação ambiental para produtores rurais. A discussão prevê o alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: ODS 6 (Água limpa e saneamento): Garantia de disponibilidade hídrica para pequenos produtores. ODS 15 (Vida terrestre): Redução da degradação do solo por manejo inadequado do eucalipto e com as: Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH).

CONCLUSÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Pardo (BHRP) apresenta uma contradição latente entre os benefícios do crescimento econômico advindo da expansão acelerada das indústrias de papel, celulose e derivados, e as pressões socioambientais que tal expansão pode exercer.

Partindo do pressuposto de que a expansão inadvertida das áreas de eucalipto plantadas, somada a um manejo inadequado do solo e às mudanças climáticas podem acelerar a degradação ambiental da BHRP, ao longo do tempo, conflitos entre os usuários podem se acirrar, afetando



principalmente as pequenas propriedades rurais e comunidades do entorno, indo na contramão do que preconiza a PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997).

Visando subsidiar o planejamento e gestão na bacia, para além da mera descrição dos problemas, esta pesquisa visa desenvolver um modelo preditivo para prover análises, em áreas extensas, como as de uma bacia hidrográfica.

Por fim, este estudo está diretamente alinhado com as agendas nacional e global de sustentabilidade, por buscar contribuir na gestão dos recursos hídricos da BHRP, atendendo ao que preconizam os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável 6 (Água Potável e Saneamento) e 15 (Vida Terrestre).

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

BRASIL. (1997). **Lei N. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9433-8-janeiro-1997-374778-normaatualizada-pl.pdf>>.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama do Censo 2022**. Disponível em <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>. Acesso em 7 de abril de 2025.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em <<https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html>>. Acesso em: 14 de abril de 2025.

CAPOANE, V. (2023). **Características Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, Mato Grosso do Sul: bases de conhecimento para fins de planejamento territorial**. Desenvolvimento e Meio ambiente, 62. <https://doi.org/10.5380/dma.v62i0.87262>.

CÂNDIDO, B. M. Silva, M. L. N., Curi, N., & Batista, P. V. G. (2014). **Erosão hídrica pós- plantio em florestas de eucalipto na bacia do rio Paraná, no leste do Mato Grosso do Sul**. Revista Brasileira de Ciência Do Solo, 38(5), 1565–1575. <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000500022>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES (IBÁ, 2024). **Relatório Anual**. Disponível em <[https://iba.org/publicacoes/relatorios-anuais/elatórios anuais - IBÁ](https://iba.org/publicacoes/relatorios-anuais/elatórios%20anuais%20-%20IBÁ)>. Acesso em 8 de agosto de 2025.

IPCC, P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.- O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi,

M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)], (2019). **Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems** . <https://doi.org/10.1017/9781009157988.001>.

IPCC, Gutiérrez, J.M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V. Gorodetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D. Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, and J.-H. Yoon, 2021: **Atlas. In Climate Change, (2021): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1927–2058, doi:10.1017/9781009157896.021. Interactive Atlas available from <http://interactive-atlas.ipcc.ch/>.