

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE BARRAGENS PARA IRRIGAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SAMAMBAIA, NO MUNICÍPIO DE CRISTALINA-GO

Bruno Vicente Marques (*), Gerson Araujo de Medeiros

* Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Universidade Estadual Paulista (UNESP) e-mail: brunovicentemarques@gmail.com.

RESUMO

Danos e impactos ambientais de atividades antrópicas levaram a necessidade de desenvolvimento metodológico para sua avaliação e para subsidiar modelos de gestão ambiental e para a segurança humana. Neste contexto, a análise da paisagem é uma técnica que incorpora um conjunto de métodos e procedimentos para compreender, estruturar e avaliar fatores que influenciam desde um ecossistema até uma obra civil. O principal objetivo desta pesquisa foi diagnosticar a qualidade das barragens na bacia hidrográfica do Rio Samambaia, no município de Cristalina, estado de Goiás, por meio da análise visual de elementos de destaque nos ambientes internos e externos, determinando sua capacidade de reserva, os impactos ambientais recorrentes e a sua segurança frente aos fatores de conservação. Esta abordagem integra procedimentos metodológicos levantados em visitas de campo, como a determinação de elementos de destaque, caracterização visual e avaliação das barragens, considerando o ambiente interno (leito, cobertura vegetal e sinais de contaminação química ou biológica) e externo (talude e entorno) das barragens. Os resultados mostram seu potencial para propostas de gestão, de pesquisa e de extensão, por sua simplicidade e caráter expedito. Portanto, foi possível obter um índice de eficiência das barragens aplicável a áreas irrigadas, claro e objetivo, que promoveu a compreensão da segurança de barragens. Como diretrizes para a gestão das barragens destacamos a proteção ciliar das margens dos reservatórios, manutenção de estradas, estabilidade física dos taludes, contenção de processos de infiltração, melhor controle da vazão das passagens de fundo, melhor conservação dos equipamentos destinados à irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Ambiental, Agricultura, Gestão de Barragens.

INTRODUÇÃO

A agricultura é uma atividade que depende exclusivamente dos recursos naturais e suas interações. Suas atividades devem ser norteadas principalmente pelo entendimento do ambiente no qual está inserida, sua posição regional, clima, relevo, tipo de solo, entre outros fatores.

As atividades antrópicas proporcionam diversos cenários de ocupação em decorrência de características culturais, sociais e econômicas da população. Tais modificações geram impactos ambientais significativos, que podem ser classificados em benéficos ou adversos, diretos ou indiretos, reversíveis ou irreversíveis, imediatos ou em longo prazo, temporários ou permanentes (FREITAS, 2013).

Nos meios rurais os impactos estão relacionados à inadequação da ocupação e uso das terras frente as suas características naturais (relevo, clima, solo etc.), uso indiscriminado de produtos químicos que potencializam a contaminação ambiental por cargas difusas, ausência de práticas conservacionistas e o descumprimento as legislações vigentes como o Código Florestal Brasileiro Lei No. 12.651/12.

O modelo agrícola atual é caracterizado por ações extrativista, onde os recursos naturais, que são finitos, são utilizados de forma indiscriminada, o que leva os ambientes a processos de degradação, esgota os solos, contamina rios e o lençol freático e promove o desequilíbrio de espécies ao modificar e simplificar o meio natural através do desmatamento, o que potencializa o surgimento e o descontrole de pragas e doenças agrícolas.

Cada vez mais as pesquisas e os dados levantados ao longo dos anos nos mostram que esse modelo está incompatível com a nossa realidade, é preciso um redirecionamento das ações na agricultura, que contemple sistemas modernos e adaptados para diminuir os impactos ambientais negativos. Um dos impactos relacionados ao manejo dos recursos naturais em áreas irrigadas refere-se aos riscos de rompimentos de barragens, seja pelo transporte de sedimentos e assoreamento, pela falta de manutenção dos taludes, por problemas de dimensionamento de extravasadores, dentre outros.

Uma técnica utilizada para avaliação de impactos ambientais refere-se a análise da paisagem, notadamente na geografia, ecologia e outras ciências da terra.

Com o intuito de trazer uma leitura do ambiente e das interferências antrópicas Peche Filho et al. (2014) apresentou o método IAC para análise da paisagem. Sua aplicação consiste em uma análise realizada por um avaliador que se posiciona em um local estratégico, onde sua visão possibilite um ângulo de 180°. Posteriormente essa paisagem, definida pelo ângulo de visão, foi dividida em três estratos no horizonte (imediate, intermediário e distante), segmentada angularmente

em sete estratos e, por meio de uma matriz de interação, eram ponderadas para os meios físicos, bióticos e antrópicos notas entre 1 (para situações que apresentam maiores indícios de perturbação na paisagem) e 5 para situações que apresentam menores indícios de perturbação na paisagem.

Essa técnica tem sido aperfeiçoada por pesquisadores do Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, da Universidade Estadual Paulista (ICTS-UNESP), e do Centro de Engenharia e Automação, do Instituto Agrônomo (CEA-IAC), os quais tem lançado artigos com suas aplicações metodológicas (DE CARLI et al., 2018; MEDEIROS et al., 2016, FENGLER et al., 2016). A evolução dessa técnica foi proposta em Medeiros et al. (2016), quando os autores propuseram que as notas fossem atribuídas diretamente aos elementos da paisagem percebidos pelo avaliador. Partindo-se do conceito da paisagem como elementos percebidos, propõe-se no presente estudo uma adaptação dessa técnica para a avaliação de segurança das barragens. Nesse contexto, elementos de destaque foram relacionados a riscos ao rompimento ou assoreamento dessas obras civis, em áreas intensamente irrigadas na região de Cristalina, no estado de Goiás.

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a qualidade das barragens na bacia hidrográfica do Rio Samambaia, por meio da análise visual de elementos de destaque nos ambientes internos e externos, determinando sua capacidade de reservação, os impactos ambientais recorrentes e a sua segurança frente aos fatores de conservação.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Rio Samambaia (Figura 1). Essa bacia é de domínio federal, com 6% pertencente ao Distrito Federal e 94% ao Estado de Goiás no município de Cristalina. A bacia hidrográfica possui área de 87.913 hectares, está situada na Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos que por sua vez se insere na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio Paranaíba, que por fim faz parte da grande bacia hidrográfica do rio Paraná.

O clima predominante na região é do tipo Cwa, mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão, inverno seco e verões quentes, segundo classificação de Köppen. Os indicadores climáticos médios são 1.600 mm de precipitação pluvial anual, temperatura média de 22°C e 73% de umidade relativa do ar, caracterizando-se como uma região subtropical em que a temperatura média dos meses mais frios (junho e julho) situa-se em torno de 16°C (ROLIM, 2007)

Para a etapa de coleta de informação em campo foi elaborado um roteiro de visitas baseado nas informações de uso e ocupação do solo, no qual foi possível destacar as vias de acesso e as barragens da bacia hidrográfica. Esse roteiro permitiu que fossem avaliadas 20 das 88 barragens localizadas na bacia.

As avaliações ocorreram nos meses de setembro e outubro de 2017, durante o período de estiagem, quando os níveis de água das barragens estão mais baixos, pelo uso na agricultura irrigada. Essa condição permitiu visualizar elementos de destaque da qualidade das barragens, como o assoreamento no leito, vazamentos no talude e a liberação da água nas passagens de fundo.

A metodologia utilizada para avaliar as barragens foi baseada em Medeiros et al. (2016). Nessa abordagem em que se realiza uma análise dos elementos de destaque da paisagem, por meio da percepção dos impactos ambientais recorrentes, sua magnitude e intensidade à luz da observação dos avaliadores, de forma a traduzir quantitativamente e qualitativamente o que é visualizado na área em questão.

Na avaliação foi necessário estratificar os ambientes em internos e externos, e selecionar indicadores, descritos na Tabela 1. Notas da avaliação foram atribuídas a esses indicadores, variando de 1 (cenários que apresentaram elementos de destaque relacionados a impactos ambientais negativos, alta vulnerabilidade ambiental e processos de degradação ambiental) a 5 (cenários mais preservados).

Foi possível traduzir de forma quantitativa as informações obtidas, por meio da utilização de índices, principalmente para validar informações de aspectos visuais, como é o caso do presente trabalho. Dessa forma, tal procedimento possibilita a obtenção de um Índice de Eficiência Ambiental de Barragens (IEB) para cada um dos locais avaliados por meio da seguinte equação:

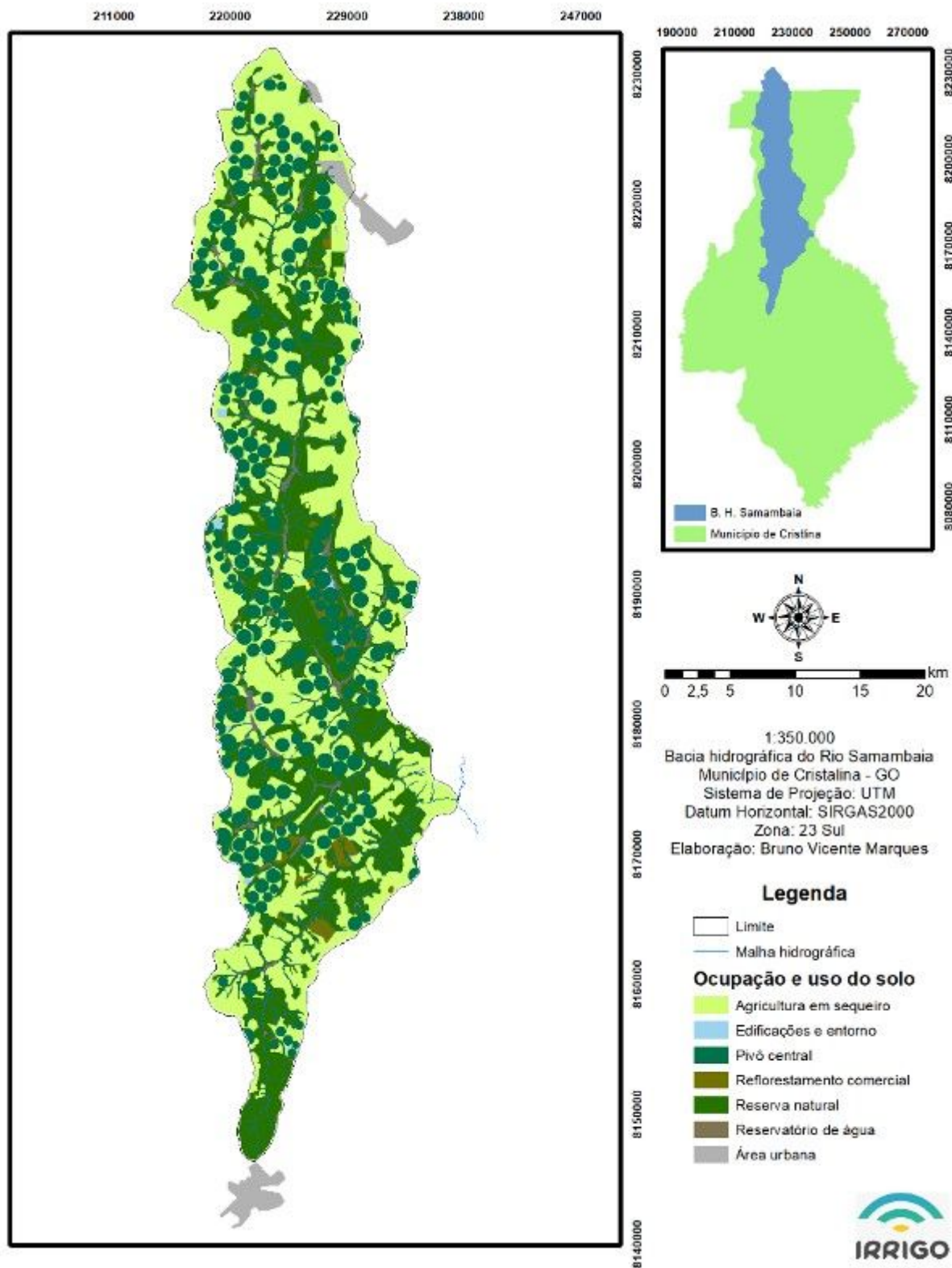
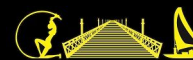


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do Rio Samambaia, no município de Cristalina, no estado de Goiás, Brasil.

Tabela 1. Indicadores utilizados para avaliação das barragens, no município de Cristalina, no estado de Goiás, Brasil.

ESTRATOS	INDICADORES	DESCRIÇÃO
AMBIENTE INTERNO (Reservatório)	Deposição de sedimentos	Acúmulo de material sólido depositado no leito das barragens por processos erosivos.
	Disponibilidade hídrica	Quantidade de água disponível, frente a capacidade de reservação das barragens em decorrência do uso pela irrigação.
	Contaminação biológica	Presença de indivíduos biológicos exóticos e agressivos como a espécie hidrófita Taboa (<i>Typha domingensis</i>), esse indicador também está relacionado ao processo de eutrofização da barragem.
	Contaminação química	Presença visual de material contaminante nos corpos d'água oriundos das atividades antrópicas no entorno das barragens.
AMBIENTE EXTERNO (Entorno e Talude)	Área ciliar	Condições ecológicas da vegetação de entorno, bem como o cumprimento a legislação vigente sobre Áreas de Preservação Permanentes (APP).
	Processos erosivos acelerados	Evidências sobre o arraste de material sólido por erosão laminar, em sulco ou ravinhas, com magnitudes e intensidades diferentes.
	Condição da estrada	Qualidade das vias de acesso, bem como o risco de acidentes e contaminações ambientais.
	Estabilidade do aterro	Condição da integridade e da segurança da obra e concepção do aterro.
	Vazamentos no talude	Indícios de infiltração ou afloramento de água no talude das barragens.
	Conservação dos equipamentos	Cuidados em relação a manutenção e qualidade dos equipamentos destinados a irrigação.
	Vazão da passagem de fundo	Adequação da disponibilidade hídrica natural da bacia hidrográfica visando garantir a perenidade da produção de água em todo seu território.

$$IEB = (\Sigma x / \Sigma y) . 100$$

equação (1)

Em que IEB corresponde ao Índice de Eficiência de Barragens para cada barragem avaliada (%); Σx corresponde à somatória de todas as notas obtidas a partir da análise dos elementos de destaque tanto no ambiente interno, quanto no ambiente externo, de cada barragem avaliada (adimensional); Σy corresponde à somatória das máximas notas que poderiam ser obtidas a partir da análise dos elementos de destaque tanto no ambiente interno, quanto no ambiente externo, de cada barragem avaliada (adimensional).

O processamento dos dados se iniciou pela análise dos IEB levantados em campo, permitindo a leitura dos elementos de destaque nas paisagens nas regiões das barragens. Em seguida, os dados foram categorizados em Classes, nomeadas de A, B, C, D e E.

A Classe A correspondeu a barragens nas melhores condições avaliadas, enquanto a Classe E correspondeu a pior condição. O valor mínimo de IEB correspondeu a 20% enquanto o máximo atingiu 100%. Baseado nessa amplitude, as Classes foram definidas segundo a faixa de variação de IEB apresentada na Tabela 2. Portanto, foi possível compreender o comportamento da dinâmica ambiental e como ela afeta a qualidade dessas barragens.

Tabela 2. Distribuição de classe de valores dos índices de eficiência ambiental.

Classes	Valores (%)	
A	84	100
B	68	84
C	52	68
D	36	52
E	20	36

RESULTADOS

A Tabela 3 apresenta os resultados das avaliações realizadas nas barragens da bacia hidrográfica do Rio Samambaia, obtidos através do IEB e apresentada separadamente para os diferentes estratos avaliados (Ambiente Interno e Ambiente Externo). O IEB das barragens avaliadas alcançou uma média de 54,36%, variando de 36,36% a 85,45%. (Figura 2)

Baseado nessa análise é possível afirmar que os principais fatores negativos das barragens avaliadas estavam relacionados ao ambiente externo, uma vez que seus índices obtiveram média de 52,43%, enquanto os índices médios relacionados aos indicadores de ambiente interno atingiram 57,75%.

Tabela 3. Índice de Eficiência de Barragem referente ao ambientes interno e externo de reservatórios agrícolas de áreas irrigadas, no município de Cristalina, estado de Goiás.

Barragem	IEB	INTERNO	EXTERNO
1	58,18	80,00	45,71
2	58,18	55,00	60,00
3	54,55	60,00	51,43
4	45,45	45,00	45,71
5	47,27	60,00	40,00
6	50,91	45,00	54,29
7	36,36	30,00	40,00
8	40,00	30,00	45,71
9	41,82	45,00	40,00
10	45,45	70,00	31,43
11	50,91	45,00	54,29
12	50,91	70,00	40,00
13	69,09	75,00	65,71
14	47,27	45,00	48,57
15	58,18	40,00	68,57
16	52,73	60,00	48,57
17	54,55	75,00	42,86
18	85,45	85,00	85,71
19	72,73	75,00	71,43
20	67,27	65,00	68,57

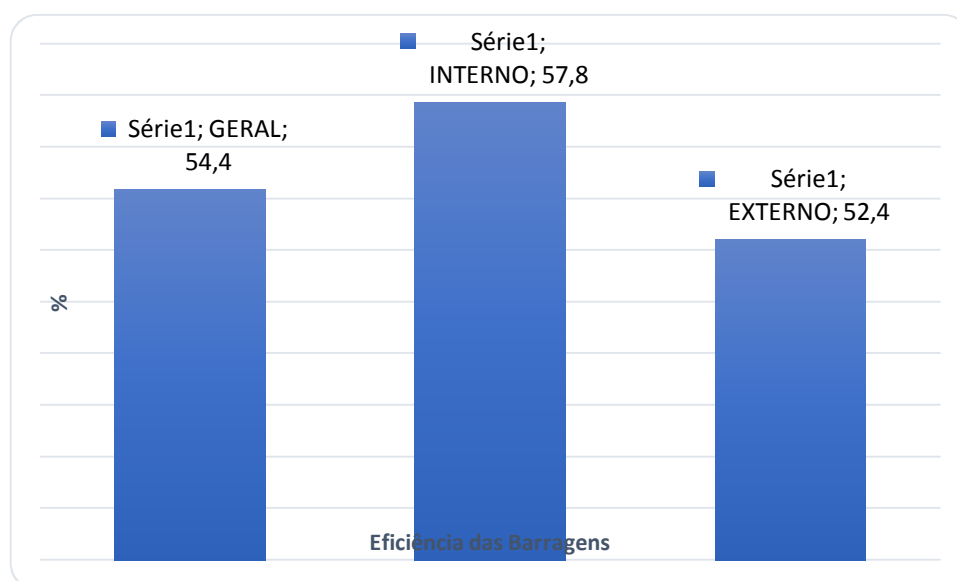


Figura 2: Distribuição percentual dos estratos avaliados em relação ao IEB da bacia hidrográfica.

Essa análise permitiu levantar a frequência da distribuição dos índices por meio das classes e assim compreender a variabilidade dos IEB obtidos no presente diagnóstico (Figura 3). Nessa Figura pode-se visualizar que nenhuma barragem avaliada se enquadra na Classe E (pior condição). A Classe D apresentou a maior frequência de barragens avaliadas (50%), o que mostra uma situação bastante preocupante em relação a qualidade e segurança das barragens. Apenas uma barragem se encontrava nas condições mais adequadas frente aos indicadores utilizados por esta avaliação (Classe A).

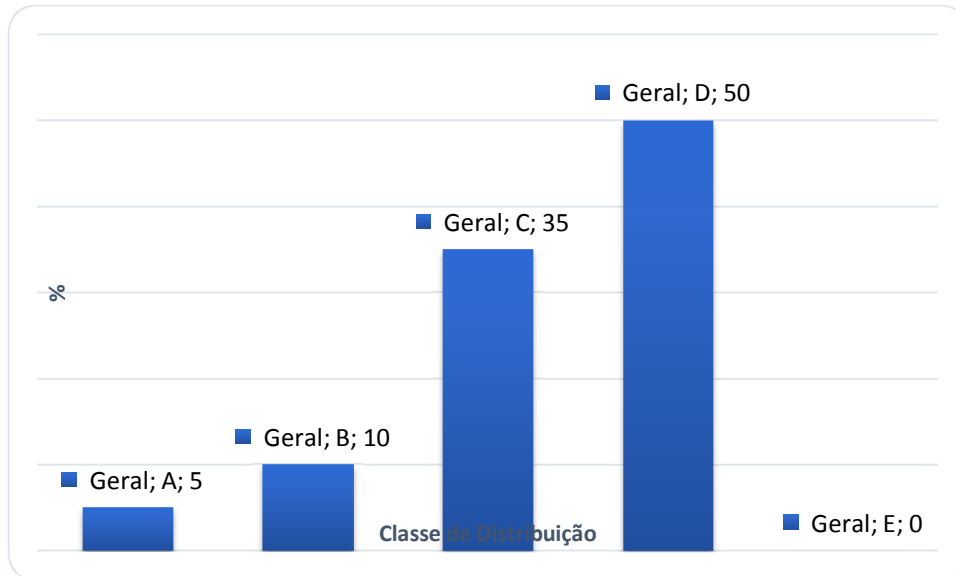


Figura 3. Análise da frequência dos IEB obtidos na avaliação

CONCLUSÕES

Esse foi o primeiro trabalho realizado no município de Cristalina, estado de Goiás, com o intuito de avaliar a situação das barragens. Os resultados demonstraram que a metodologia expedita empregada se mostrou adequada.

Mesmo com o uso da água nos períodos mais críticos de estiagem e com a grande diversidade de culturas implantadas, foi possível observar que as barragens, em sua maioria, mantiveram água disponível em seu leito, cooperando para manter a vazão dos rios da bacia hidrográfica.

Os principais fatores negativos na presente avaliação foram relacionados ao ambiente externo das barragens. Portanto, as ações que tangem a esses ambientes devem ser priorizadas, como a proteção ciliar das margens dos reservatórios, manutenção de estradas, estabilidade física dos taludes, contenção de processos de infiltração, melhor controle da vazão das passagens de fundo, melhor conservação dos equipamentos destinados à irrigação, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DE CARLI, B.P.; SOUZA, J.C.; SOUSA, J.A.P.; SHOEGIMA, T.F.; ROMERO BARREIRO, M.P.; DUTRA, A.C.; MEDEIROS, G.A.; RIBEIRO, A.I.; BRESSANE, A. Relationship between land use and water quality in a subtropical river basin. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 7, p. 245-261, 2018
2. FENGLER, F.H.; MEDEIROS, G.A.; RIBEIRO, A.I.; PECHE FILHO, A.; MORAES, J.F.L.; BRESSANE, A. Desenvolvimento da percepção ambiental de alunos de pós-graduação em Ciências Ambientais da Unesp Sorocaba por meio da abordagem construtivista de ensino. **RBPG. Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 12, p. 805-834, 2016
3. FREITAS, E. P.; MORAES, J. F. L.; PECHE FILHO, A.; STORINO, M. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 443-449, 2013.
4. MEDEIROS, G. A.; MARQUES, B. V.; FENGLER, FELIPE H.; MACHADO, F.H.; MORAES, J.F.L.; PECHE FILHO, A.; LONGO, R.M.; RIBEIRO, A. I. Environmental assessment using landscape analysis methodology: the case of the Jundiá Mirim river basin, Southeast Brazil. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 203, p. 25-36, 2016.
5. PECHE FILHO, A.; RIBEIRO, A.I.; FENGLER, F.H.; MEDEIROS, G.A.; FREITAS, E.P.; STORINO, M.; MARQUES, B.V.; QUEIROZ, D.F.A. Metodologia IAC para análise de paisagem. In: XI Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. **Anais**. v. 6. Poços de Caldas, 2014.
6. ROLIM, G. D. S., CAMARGO, M. B. P. D., LANIA, D. G., MORAES, J. F. L. D. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, p. 711-720, 2007.