



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Desenvolvimento do Índice de Eficiência Ambiental: Método e Aplicação

Marcela Merides Carvalho, PUC Campinas, marcela.merides@hotmail.com
Felipe Hashimoto Fengler, FACENS Sorocaba, felipe_fengler@hotmail.com
Afonso Peche Filho, IAC Junidaí, afonsopeche@iac.sp.gov.br
Admilson Irio Ribeiro, Unesp Sorocaba, admilson@sorocaba.unesp.br
Regina Marcia Longo, PUC Campinas, regina.longo@puc-campinas.edu.br

Resumo: Nos últimos anos a preocupação com as questões ambientais estão cada vez maiores, emergindo o desafio de desenvolver modelos de produção mais eficientes através do equilíbrio entre uso de recursos naturais, desenvolvimento social e qualidade de vida, promovendo a integração dos aspectos físicos, biológicos, sociais e econômicos e suas interações com os diversos recursos ambientais. O presente trabalho tem como objetivo apresentar um método para realizar avaliação ambiental a partir da análise de paisagem, extraindo elementos importantes como indicadores, utilizando estatística e técnicas de geoprocessamento para compor um conjunto de informações e calcular um índice de eficiência ambiental considerando parâmetros relacionados ao meio biótico, físico e antrópico de 44 pontos em uma área agrícola em Itatiba/SP. Os resultados mostraram que a área de estudo obteve-se um Índice de Eficiência Ambiental geral de 53,65%, sendo que o meio biótico apresentou índices de 60,91% e o meio físico e antrópico apresentaram índices de 48,87% e 49,01% respectivamente. Essas informações trouxeram à tona informações relevantes de impactos ambientais positivos e negativos, transformando-se em ferramenta importante para a composição de um plano de gestão ambiental com intuito de elevar os índices apresentados.

Palavras-chave: Avaliação ambiental, Análise de paisagem, Gestão Ambiental, Qualidade ecossistêmica, Desenvolvimento Sustentável.

1. Introdução

A evolução das cidades rumo ao desenvolvimento sustentável exige dos municípios um trabalho de gestão ambiental equilibrado e sólido. Preservar a amplitude e a qualidade dos recursos ambientais para as próximas gerações e conservar a biodiversidade e os sistemas de suporte à vida humana são preocupações que não podem faltar em nenhum programa de governo (Silva *et al.*, 2020; Etter *et al.*, 2020). Mais que isso, é preciso que a gestão pública passe a encarar o ecossistema de forma radicalmente diferente daquela que dominou no último século (Adams, 2008, Souza *et al.*, 2009). Pois a sustentabilidade é algo que não pode ser obtido instantaneamente, ela é um processo de mudança, de aperfeiçoamento constante e de transformação estrutural que deve ter a participação da população como um todo, e a consideração de suas diferentes dimensões (Benetti, 2006; Kemerich *et al.*, 2014).

Desta forma, considerando que para um desenvolvimento sustentável, a economia, o meio ambiente e a qualidade de vida estão intimamente relacionados faz necessário avaliação completa da condição real do ecossistema (Souza *et al.*, 2009). Para auxiliar nas avaliações



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

sobre a sustentabilidade ambiental surgem os indicadores, cuja principal função é fornecer informações sobre o estado das diversas dimensões (ambientais, econômicas, socioeconômicas, culturais, institucionais, etc.) que compõem o desenvolvimento sustentável do sistema na sociedade (Carvalho, *et al.*, 2011; Mendonça *et al.*, 2020).

Segundo Kemerich *et al.*, (2014), a utilização de indicadores tem por objetivo reunir e quantificar informações de um modo que sua importância se destaque, simplificando informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar o processo de entendimento dos impactos das ações humanas no ecossistema (Silva *et al.*, 2010). Através da utilização de indicadores ambientais é possível analisar as condições, mudanças da qualidade ambiental, além de favorecer o entendimento das interfaces da sustentabilidade, bem como de tendências, como uma ferramenta de suporte no processo de tomada de decisão e formulação de políticas e práticas sustentáveis, pois os indicadores têm como função diagnosticar a saúde do ecossistema e fornecer uma ferramenta para monitorar condições e mudanças ambientais ao longo do tempo (Gomes e Malheiros, 2012; Bebbington *et al.*, 2017).

A partir da utilização dos indicadores é possível gerar um Índice, sintetizando matematicamente uma série de informações quantitativas associadas ao desenvolvimento sustentável, permitindo ao final comparar cada índice dentro de uma escala padrão e avaliar a sustentabilidade (Kronemberger *et al.*, 2008).

No contexto do desenvolvimento sustentável há um paradigma crítico, que retrata a relação entre a apropriação dos ambientes naturais e a degradação ambiental (Steffen *et al.*, 2005). Conforme aumenta o cunho econômico e social de determinada atividade, maior é a permissibilidade da sociedade aos seus efeitos ambientais negativos (Monteiro, 2005). Porém, após um passado de exemplos adversos, a busca por um estado de equilíbrio na relação entre preservação ambiental vs. crescimento econômico tem adquirido notoriedade em todo mundo (Török e Helm, 2019; Rao e Yan, 2020).

Neste sentido, a agricultura se mostra como uma das atividades mais preocupantes do setor econômico, pois cresce a cada e depende exclusivamente do solo e água para produtividade de consumo nacional e exportação internacional. No entanto, embora na agricultura brasileira as questões ambientais estejam cada vez mais presentes, na maioria dos casos são tratadas apenas pela obrigatoriedade do cumprimento à legislação (BRASIL - MAPA, 2020). Em função disso, mesmo com os avanços tecnológicos que ocorreram nos últimos anos em várias áreas, inclusive na agricultura, ainda ocorrem muitos impactos ambientais negativos, pois o modelo agrícola atual tem como base o extrativismo. Sendo assim, utiliza os recursos tecnológicos de forma indiscriminada levam diariamente a degradação do ecossistema, contaminação dos solos, rios e lençóis freáticos, promovendo o desequilíbrio de espécies ao modificar o ambiente natural através do desmatamento e perda da biodiversidade.

Além disso, Segundo Tricard (1977), a modificação da superfície da terra altera o valor econômico das áreas e acelera impactos ambientais, como processos erosivos em decorrência da supressão da vegetação e baixa infiltração da água. Por isso, as ferramentas de mensuração da qualidade e eficiência ambiental são de fundamental importância, considerando os aspectos bióticos, abióticos e antrópicos que interagem no ecossistema.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Desta forma, o trabalho tem como objetivo promover a leitura local de paisagem e busca entender quais os impactos ambientais causados pela atividade agrícola em uma fazenda em Itatiba/São Paulo. Utilizando critérios subjetivos propõe gerar um plano de avaliação frente o grau de degradação/conservação do ambiente. A proposta utiliza a integração de informações sobre o meio biótico, físico e antrópico para obter um “Índice de Eficiência Ambiental”, permitindo assim, um entendimento da condição real da propriedade. O trabalho visa fornecer subsídios para a elaboração de um plano de gestão ambiental no sentido compreender a condição real do ecossistema e mitigar os efeitos causados possibilitando assim o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável.

2. Fundamentação teórica

Para desenvolver um planejamento urbano sustentável, o desenvolvimento das cidades como um ambiente urbano saudável deve ser aliado à conservação dos recursos naturais (Bebbington *et al.*, 2017; Silva e Longo, 2020, Mendonça *et al.*, 2020). Nos últimos anos a busca pelo equilíbrio entre o crescimento econômico e a manutenção dos recursos naturais tem fortalecido o modelo de desenvolvimento sustentável em diversos setores da indústria brasileira, e para tal tem-se procurado estabelecer mecanismos capazes de subsidiar as ações da sociedade que conduzam na direção do desenvolvimento sustentável. Para isso a identificação dos parâmetros influentes no sucesso da avaliação da qualidade ambiental de áreas degradadas sob influência de pressão antrópica, tem assumido um papel promissor, com diversos estudos construindo uma base metodológica para avanço do conhecimento no tema (Fengler *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2017; Carvalho *et al.*, 2019; Silva e Longo, 2020).

Segundo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com base nos dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Brasil a agropecuária é uma das atividades que move a economia no país, apesar da pandemia do novo coronavírus, o PIB do setor agropecuário brasileiro teve alta de 2,5% em 2020 e prevê alta nos próximos, pois de acordo com a Ministra do MAPA, “Temos abastecimento 212 milhões de brasileiros, também temos conseguido cumprir a nossa missão de provedores de alimentos do mundo” (BRASIL - MAPA, 2020).

Devido ao crescimento anual da agropecuária e a intensidade da atividade, como consequências têm a geração de danos provenientes da exposição e degradação do solo. Desta forma faz-se necessário utilizar ferramentas para monitorar condições e mudanças ambientais ao longo do tempo, garantindo o profundo entendimento da dinâmica ecossistêmica e desenvolvimento de um modelo agrícola mais consciente, visando o cumprimento dos objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS): Alimento pra todos, agricultura mais sustentável, consumo e produção responsáveis, equilíbrio entre crescimento econômico, conservação ambiental e uso consciente dos recursos naturais (ODS, 2018).

Nesse contexto se insere a presente proposta. Busca-se sanar algumas das necessidades técnicas envolvidas no uso consciente do solo e conservação dos recursos naturais propondo-se o desenvolvimento de um Índice de Eficiência Ambiental baseado nos principais indicadores bióticos, físicos e antrópicos em uma área agrícola no interior de São Paulo.



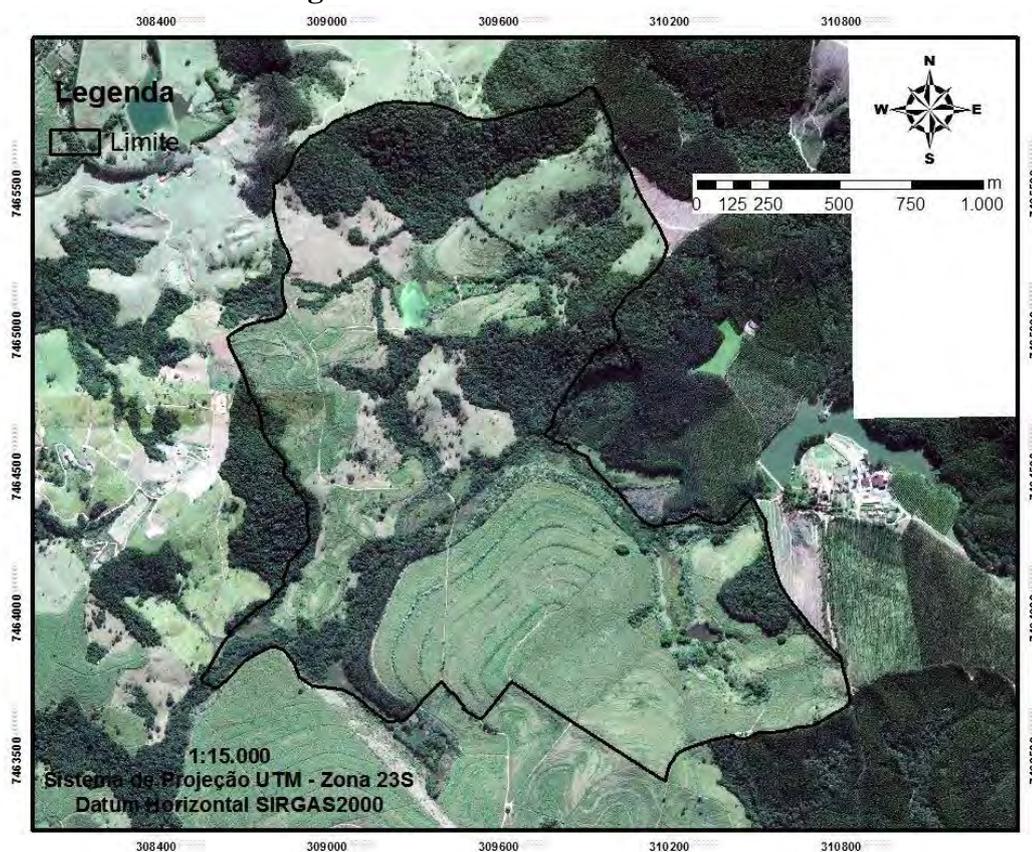
III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

3. Metodologia

3.1 Descrição da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido em uma área de 303,4 hectares, na fazenda Malabar localizada no município de Itatiba, interior de São Paulo (Figura 1).

Figura 1. Limites da área de trabalho.



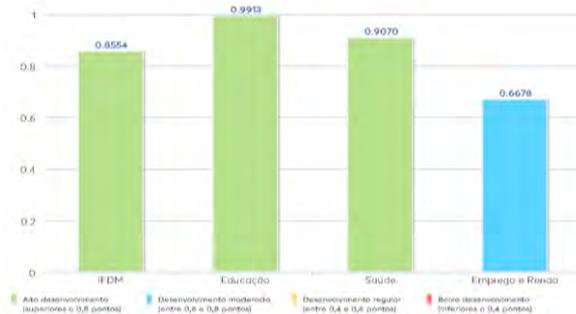
Fonte: Autor

Itatiba é um município no interior do estado de São Paulo, que faz parte da região Metropolitana de Campinas. Sua população estimada pelo IBGE em 2019 é de aproximadamente 120.858 habitantes, segundo o censo demográfico de 2010 a população era de 101.471 habitantes, desta forma apenas nos últimos 9 anos o aumento populacional de quase 20% (IBGE, 2019). De acordo com Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), Itatiba está entre as 10 cidade com maior qualidade de vida do Brasil, apresentando um IFDM de 0,875. O IFDM analisa o desenvolvimento socioeconômico de todos os municípios brasileiros com base em três áreas: emprego & renda, educação e saúde (IFDM, 2016).



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Figura 2. Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal de Itatiba 2016.

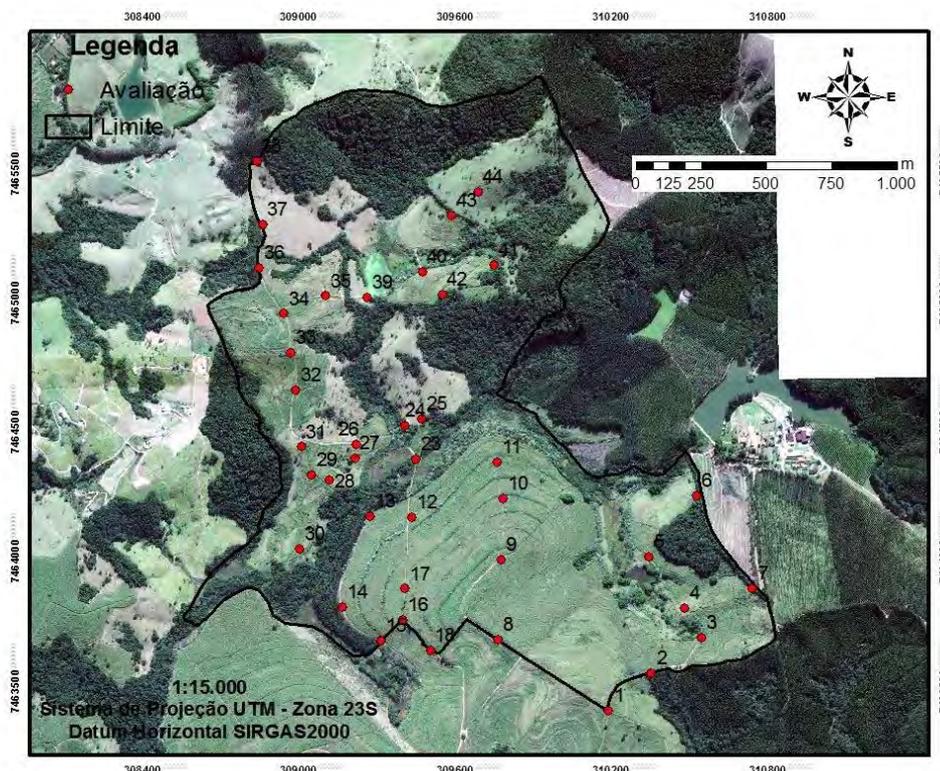


Fonte: <https://www.firjan.com.br/ifdm/>

3.2 Desenvolvimento Metodológico

Para o desenvolvimento do trabalho foi proposto um plano de amostragem do tipo circuito de paisagens. Neste circuito, foram visitados 44 locais na área delimitada (Figura 3), todos foram demarcados espacialmente com o uso de um GPS de marca Garmin Etrex30. A paisagem foi fotografada de forma a compor um mosaico de imagens. Foi aplicado o método de análise da paisagem proposto por Peche Filho et. al. (2014). Os resultados da avaliação foram utilizados para elaboração de uma proposta para um modelo de gestão ambiental adaptado para propriedades rurais.

Figura 3. Locais elencados para avaliação ambiental.



Fonte: Autor



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

O método consiste em utilizar critérios subjetivos para análise visual de indicadores significativos para os meios biótico, físico e antrópico (Tabela 1), com atribuição de valores entre 1 para situações com alta degradação e 5 para situações com baixa degradação, gerando assim um índice de eficiência ambiental.

A metodologia fundamentou-se nos princípios da percepção, conceito utilizado pela psicologia para trabalhos em educação ambiental. Fernandes et. al. (2008) dizem que a percepção ambiental é de fundamental importância para que possamos compreender melhor as inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, anseios, satisfações, insatisfações, julgamentos e condutas. Portanto o trabalho procura diagnosticar de acordo com a percepção dos impactos ambientais recorrentes, sua magnitude e intensidade, sempre à luz da observação do avaliador, traduzindo de forma quantitativa e qualitativa o que foi visualizado na área em questão.

Tabela 1. Indicadores para análise de paisagem.

INDICADORES		
BIÓTICO	FÍSICO	ANTRÓPICO
Densidade florestal	Vulnerabilidade das margens	Ocupação
Biodiversidade vegetal	Vulnerabilidade das nascentes	Eficiência de práticas conservacionistas
Regeneração natural	Processos erosivos	Tráfego de veículos
Dispersão de sementes	Deposição de sedimentos	Condição da estrada
Biodiversidade animal	Influência do fluxo de água	Acesso
Contaminação biológica	Selamento superficial	Risco de acidentes
Cobertura vegetal (Proteção)	Solo pulverizado	Risco de incêndio acidental
Cobertura vegetal (Produção)	Infiltração	Manejo do sistema
Biomassa	Drenagem	Risco de contaminação
Plantas daninhas e Inimigos naturais		Potencial de carga difusa

No processamento das informações obtidas em campo, calcula-se em percentual o Índice de Eficiência Ambiental de notas obtidas em cada um dos pontos. Através da equação abaixo (Equação I) determina-se um Índice de Eficiência Ambiental da Paisagem e também um índice para cada um dos meios.

Equação I:

$$I_{efAP}(n) = \frac{\sum x}{\sum y} * 100$$



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Onde,

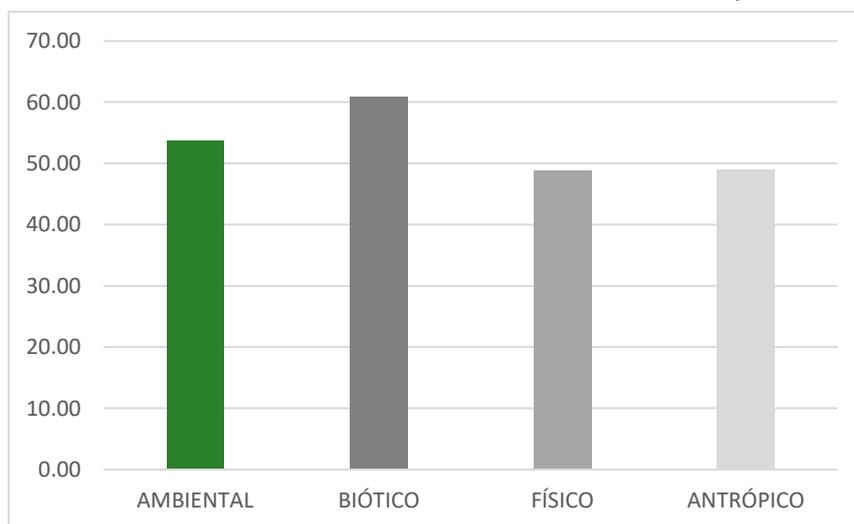
- *IefAP* corresponde ao Índice de Eficiência Ambiental da paisagem;
- *n* corresponde ao número de pontos avaliados;
- *x* corresponde ao valor obtido no processo de avaliação;
- *y* corresponde ao valor máximo na escala de avaliação.

De acordo com (Carvalho & Assad, 2005) utilizando recursos do geoprocessamento as informações foram interpoladas utilizando a geoestatística, correlacionam-se as informações em um semivariograma e assim estima valores em qualquer posição dentro do campo. Para essa função utilizou-se do software ArcGIS (*Environmental Systems Research Institute, ESRI, 1999*).

4. Resultados

Os resultados apresentaram um Índice Geral de Eficiência Ambiental de 53,65%, sendo que o meio biótico apresentou índice de 60,91%. O meio físico e o meio antrópico apresentaram índices semelhantes de 48,87% e 49,01%, respectivamente. O gráfico abaixo mostra o desempenho (Figura 4).

Figura 4. Índices de Eficiência Ambiental obtidos na avaliação ambiental.

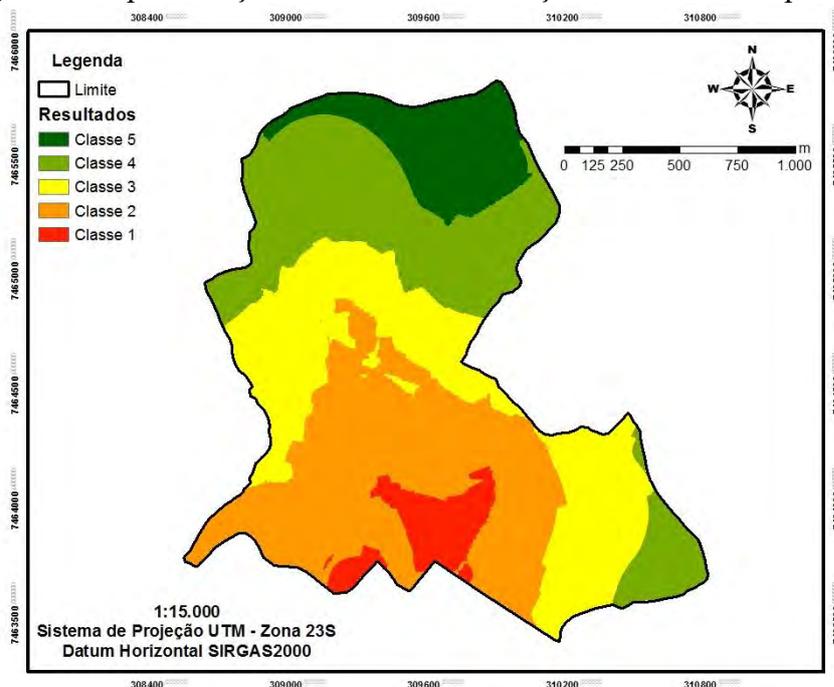


O mapa apresentado na Figura 5 mostra os locais que obtiveram maiores e menores notas na avaliação ambiental. É possível notar que os locais denominados Classe 5, ou seja, as melhores notas, contemplam as áreas de fragmentos florestais, enquanto os de Classe 1, contemplam as áreas voltadas para a produção agropecuária que sofrem mais degradação ambiental e ocupam uma grande parte da área.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

Figura 5. Representação dos dados de avaliação ambiental interpolados.



De modo geral, nota-se que os indicadores analisados associados à paisagem se manifestaram significativos para a caracterização da área agrícola, isto porque são indicadores altamente sensíveis a mudanças e interferem diretamente em outras métricas, portanto, estão também diretamente associadas ao efeito de degradação. As ferramentas utilizadas para análise, quando analisadas em conjunto, forneceram informações significativas não apenas para a avaliação da qualidade das áreas degradadas, mas também para a identificação das condições gerais da vegetação natural remanescente, permitindo propor as melhores alternativas de gestão ambiental indicada para cada caso.

5. Conclusões

A metodologia aplicada permitiu avaliar as condições ambientais da propriedade e assim visualizar os locais que sofrem maiores impactos ambientais negativos. O meio físico apresentou os índices mais baixos, principalmente devido a processos erosivos acelerados.

O plano de amostragem para avaliação ambiental contemplou de forma significativa a área estudada, fornecendo uma leitura complexa das diferentes interações ambientais que ocorrem na área.

A metodologia mostrou-se reaplicável para diversos contextos e situações ambientais semelhantes. A avaliação foi realizada de forma rápida, confiável e com baixo custo.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Para utilizar a técnica da análise de paisagem é necessário conhecimento básico das interações ambientais, criticidade no que se refere a impactos ambientais e sensibilidade para que as notas concedidas não sejam tendenciosas. Desta forma sugere-se que o mesmo modelo possa ser replicado em outras áreas a fim de fortalecer a discussão e melhorar o modelo proposto.

6. Agradecimentos

Agradecemos a parceria entre Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC), Universidade Estadual Paulista de Sorocaba (Unesp) e Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) instituições pelo apoio e oportunidade de desenvolvimento da pesquisa.

7. Referências bibliográficas

- ADAMS, J.; BARTRAM, J.; CHARTIER, Y. **Essential environmental health standards for health care**. Genebra: WHO, 2008.
- BEBBINGTON, J.; RUSSELL, S.; THOMSON, I. Accounting and sustainable development: Reflections and propositions. **Critical Perspectives on Accounting**, 2017.
- BRASIL - Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Programa de Apoio e Desenvolvimento**. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/agropecuaria-unico-setor-com-crescimento-na-pandemia-ibge> acessado em: out. 2021.
- BENETTI, L. B. **Avaliação do índice de desenvolvimento sustentável do município de Lages (SC) através do método do Painel de Sustentabilidade**. 2006. 215f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.
- CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação. **Rev. Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 377-384, 2005.
- CARVALHO, J. R. M.; CURI, W. W. F.; CARVALHO, E. K. M. Proposta e validação de indicadores ambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, 2011.
- CARVALHO, M. M. FENGLER, FELIPE H. RIBEIRO, A. I. LONGO, R. M. Evaluation of soil quality in recovery process in the Brazilian Amazon (RO) based on fuzzy logic. **International Journal of Latest Engineering and Management Research (IJLEMR)**, v. 4, p. 96-104, 2019.
- ETTER, A. ANDRADE, A. NELSON, C. SAAVEDRA, K. Assessing restoration priorities for high-risk ecosystems: An application of the IUCN Red List of Ecosystems. **Land Use Policy**. 2020.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

FENGLER, F. H. **Qualidade Ambiental Dos Fragmentos Florestais Na Bacia Hidrográfica Do Rio Jundiá-Mirim**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2015. 110p. Dissertação Mestrado.

FERNANDES, R.; SOUZA, V. J.; PELISSARI, V. B; FERNANDES, S. T. Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental. In: II Encontro Nacional da Anppas, **Anais**. Indaiatuba-SP, 2008

IFDM – Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal. Itatiba/SP, 2016. Disponível em: <http://www.firjan.org.br> Acesso em: out.2021

GOMES, P. R; MALHEIROS, T. F. Proposta de análise de indicadores ambientais para apoio na discussão da sustentabilidade. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, p. 151-169, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico** – Brasil, 2019.

KEMERICH, P. D. C.; RITTER, L. G.; BORBA, W. Indicators of environmental sustainability: methods and applications. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM**, Santa Maria, 2014.

KRONEMBERGER, D. M. P.; CLEVELARIO JUNIOR, J.; DO NASCIMENTO, J. A. S.; COLLARES, J. E. R.; DA SILVA, L. C. D. Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Uma Análise a partir da Aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, p. 25-50, 2008.

MENDONÇA. M. M.; MORAIS, C. R.; SILVA, J. W. Impact of building certification on urban planning. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 31, 2020.

MONTEIRO, M.A. Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional. **Rev. Estudos Avançados**, 19, 187-207, 2005.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2018. Disponível em: <https://gtagenda2030.org.br/ods/> Acesso em out. 2021.

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.

RAO, C.; YAN, B. Study on the interactive influence between economic growth and environmental pollution. **Environmental Science and Pollution Research**. vol 27, p. 394-394, 2020.

SILVA, A. M.; CORREIA, A. M. M.; CÂNDIDO, G. A. Ecological Footprint Method: Avaliação da Sustentabilidade no Município de João Pessoa. In: CÂNDIDO, G. A. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade**. Campina Grande, PB: UFCG, p.236-271, 2010.

SILVA, A. M.; BORTOLETO, L. A.; CASTELLI, K. R.; SILVA, R. A.; MENDES, P. B. Prospecting the potential of ecosystem restoration: A proposed framework and a case study, **Ecological Engineering**, p. 505–513. 2017.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

SILVA, A. L.; LONGO, R. M. Landscape ecology and environmental quality of forest remnants in Atibaia River sub-basin covering the municipality of Campinas, SP. **Revista Ciência Florestal**, 2020.

SOUZA, J. H.; PAULELLA, E. D.; TACHIZAWA, T.; POZO, H. Developing Synthesis Indicators for Environmental Performance. **Saúde & Sociedade**, São Paulo. vol.18, n.3, p. 500-514, 2009.

STEFFEN, W.; SANDERSON, A.; TYSON, P.D.; JAGER, J.; MATSON, P.A.; MOORE III, B.; OLDFIELD, F.; RICHARDSON, K.; SCHELLNHUBER, H.J.; TURNER, I.I.B.L.; WASSON, R.J. *Global Change and the Earth System, a Planet Under Pressure*. **Springer**, New York, p.336. 2012.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Rio de Janeiro/RJ, 1977.

TÖRÖK, P.; HELM, A. Ecological theory provides strong support for habitat restoration. **Biological Conservation**, 206, 85-91, 2019.