

---

## **ANÁLISE METODOLÓGICA SOBRE UM PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIO ARTIFICIAL (PACUERA)**

**Filipe Guido Silva**

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP),  
Instituto de Geociências (IGe).  
f043579@dac.unicamp.br

**Raul Reis Amorim**

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP),  
Instituto de Geociências (IGe).  
raulreis@unicamp.br

### **RESUMO**

Na virada do século XXI o Conselho Nacional do Meio Ambiente trouxe a Resolução nº 302 (2002), que traçou parâmetros, definições e limites para Áreas de Preservação Permanente (APP), e instituiu-se também o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais (PACUERA). Uma leitura atualizada dos conceitos intrínsecos a esta Resolução, indica um claro objetivo de promover melhoria na qualidade dos Serviços Ecossistêmicos destas bacias hidrográficas impactadas por barragens. Contudo não foi estabelecido até aqui nenhum tipo de padrão metodológico, o que possivelmente justifica a baixa taxa de aprovação e implementação destes Planos por parte dos órgãos ambientais. Neste trabalho será analisada a metodologia de um PACUERA, buscando compreender os meios que se atingem os zoneamentos deste tipo de Plano, com objetivo de angariar argumentos e análises para elaboração de um método que seja eficaz e padrão para todo o território brasileiro.

**Palavras-chave:** PACUERA. Unidade Geoambiental. Geossistema.

### **Methodological analysis of an Environmental Plan for the Conservation and Use of the Surroundings of Artificial Reservoirs**

### **ABSTRACT**

At the turn of the 21st century, the National Environment Council brought Resolution No. 302 (2002), which outlined parameters, definitions, and limits for APP (Portuguese acronyms for: Permanent Preservation Areas) and institutes the PACUERA (Portuguese acronyms for: Environmental Plan for the Conservation and Use of the Surroundings of Artificial Reservoirs). An updated reading of the concepts indicates that it is a transversal proposition of disciplines and scales, with a clear objective of promoting improvement in the quality of the Ecosystem Services of these basins impacted by dams. However, no methodological standard has been established so far, which possibly explains the low rate of approval and implementation of these Plans by environmental agencies. In this article, the methodology of a PACUERA will be analysed, seeking to understand how the zoning of this type of Plan is reached, to gather arguments and analysis for the elaboration of a method that is effective and standard for the entire Brazilian territory.

**Keywords:** PACUERA. Geoenvironmental units. Geosystem.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, ao longo da história colonial até o fim do século XX, o Estado constantemente interveio sobre os mecanismos regulatórios de uso dos recursos naturais, muitas vezes movido mais para controle de posse de terras, como forma de gerir o meio ambiente como mercadoria.

Desde as décadas de 1960 e 1970, no contexto da Conferência das Nações Unidas e do Clube de Roma, a legislação brasileira se reestruturou sobre o mesmo contexto, evoluindo dispositivos fragmentados e individualizados, para conceitos mais pluralizados, buscando atingir a interdisciplinaridade que as questões ambientais exigem, com destaque a Lei nº 6.938 de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

A PNMA instituiu a vegetação nativa como um bem ambiental e jurídico, como apontam CONCEIÇÃO *et al.* (2018), estabelecendo princípios sobre ações governamentais para manutenção do equilíbrio ecológico, racionalização do uso do solo, planejamento e fiscalização dos recursos ambientais, preservação de áreas representativas, controles e zoneamentos de áreas de interesse ambiental, incentivo a pesquisa, recuperação de áreas degradadas, entre outras providências.

Diferente de como se concebia anteriormente, o que se nota neste instrumento é uma concepção integralizada de diferentes áreas, que até então não interagiam. Ainda que inovadora para o momento, a PNMA ainda tinha comportamento insipiente.

Entretanto, a PNMA viria a receber novos alicerces e apoio para sua efetividade após a consagração da Constituição Federal de 1988, quando foi criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), através da Lei nº 7.735 de 1989, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).

O IBAMA, junto ao MMA, passam então a atuar na gestão dos aspectos ambientais do território brasileiro, através de fiscalização e aplicação de penalidades administrativas, geração e disseminação de informações sobre o meio ambiente, entre outras responsabilidades.

Em paralelo, o CONAMA atua, desde então, como assessor e proponente de políticas governamentais para preservação e exploração sustentável do meio

ambiente e recursos naturais, através de Resoluções que instauram diretrizes e políticas sobre normas e padrões para o meio ambiente brasileiro. Este Conselho é composto desde sua criação, de um colegiado representativo de órgãos federais, estaduais e municipais, além do setor empresarial e sociedade civil.

Desta forma, a PNMA se configurou de maneira interdisciplinar e transversal entre diferentes áreas das ciências e da sociedade brasileira. Assim, foi possível a criação de políticas de grande importância na gestão dos diversos aspectos socioambientais, tal como foi o caso da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433, 1997).

Este fértil contexto proporcionou que fosse então passado a refletir a importância das bacias hidrográficas enquanto uma unidade multifacetada. Dentro deste paradigma de gestão ambiental a partir de uma escala espacial delimitada, isto é, sobre uma bacia hidrográfica, evidenciou a importância da proteção de vegetações nativas, especialmente as que exercem funções de proteção de aspectos físicos e biológicos dos recursos hídricos, no que se passou a entender como Áreas de Preservação Permanente (APP).

A partir desta contextualização de aspectos históricos, relacionados a evolução da legislação brasileira em compasso a conceitos globais sobre o meio ambiente, e especialmente no caso da definição do CONAMA enquanto proponente de políticas ambientais, e IBAMA enquanto fiscalizador destas políticas, no ano de 2002, foi instituída a Resolução nº 302, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (APP) de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

A Resolução CONAMA nº 302/2002, enquanto instrumento normativo chama atenção para abordagem multidisciplinar que adota em respeito as diversidades genéticas de fauna, flora, ambientes abióticos e socioeconômicos, e indica em seus artigos as seguintes constituições e definições:

(...) Art. 1º. Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente de reservatório artificial e a instituição da elaboração obrigatória de plano ambiental de conservação e uso do seu entorno.

Art. 2º. Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

(...) III - Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de

Reservatório Artificial: conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis (...) (BRASIL, 2002, p. 1).

De acordo com o fragmento acima, a proposição da Resolução Conama nº 302/2002 é estabelecer parâmetros que garantam o bom funcionamento do ambiente — preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas —, em uma interrelação natural e antrópica.

Essa interrelação remete ao conceito de unidade geoambiental, tal como proposto por Amorim (2012), para quem uma unidade geoambiental é uma integração entre os sistemas ambientais e antrópicos.

Em suma, metodologicamente analisando, a elaboração do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) incorre sobre a reavaliação dos Estudos de Impactos Ambientais (EIA), quando para obtenção da licença ambiental do reservatório artificial, seja para abastecimento humano, ou para geração de energia elétrica.

A partir dos aspectos e impactos levantados, seria possível materializar um planejamento da ocupação do entorno dos reservatórios de maneira sustentável, isto é, conservativa, regenerativa, e racional, entre sociedade, ecossistema e geossistemas.

O PACUERA claramente embargava conceitos e exigências com laços em diversos aspectos que posteriormente seriam trazidos por diversas tendências internacionais de gestão integrativa entre meio ambiente, sociedade e governança.

Ainda sob aspectos históricos/cronológicos, ainda que inaugurada no princípio do século XXI, esta Resolução se mostrava inovadora, pois trouxe conceitos que seriam apenas assimilados mundialmente a partir do Acordo de Paris (2015), quando laçados os dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Entretanto, apesar de apresentar potencialmente aspectos revolucionários e integrativos, o PACUERA fortuitamente fora aplicado, com raros casos conhecidos, aprovados, aplicados e fiscalizados.

## **METODOLOGIA**

O objetivo geral dos estudos sobre a CONAMA nº 302/2022 é analisar a metodologia empregada em alguns estudos de casos, e a partir do que se obter, propor uma metodologia que seja aplicável a todas as realidades possivelmente previstas no Brasil, isto é, que aborde os diversos ecossistemas, geossistemas e sistemas antrópicos, e que este seja uma fragilidade a menos no processo de emprego deste tipo de Plano Ambiental.

Uma das hipóteses desse trabalho é de que a falta de uma delimitação metodológica seja um ponto prejudicial a empreendedores e aprovadores/fiscalizadores. Aqui se acredita que uma padronização metodológica possa proporcionar uma compreensão menos difusa da forma como elaborar os PACUERA.

Desta forma, este trabalho se estrutura sobre realização de uma revisão bibliográfica e análise crítica sobre o método de um estudo de caso. Isto é, na sequência será apresentada a metodologia empregada em um PACUERA publicado no início da década de 2020, pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE).

Este PACUERA atende a condicionante exigida no Licenciamento Ambiental de Instalação (LI) do empreendimento, e uma vez apresentado pelo DAEE, buscará pela aprovação da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), para obtenção da Licença Ambiental de Operação do reservatório, quando as obras se encerrarem.

### ***Área de estudo***

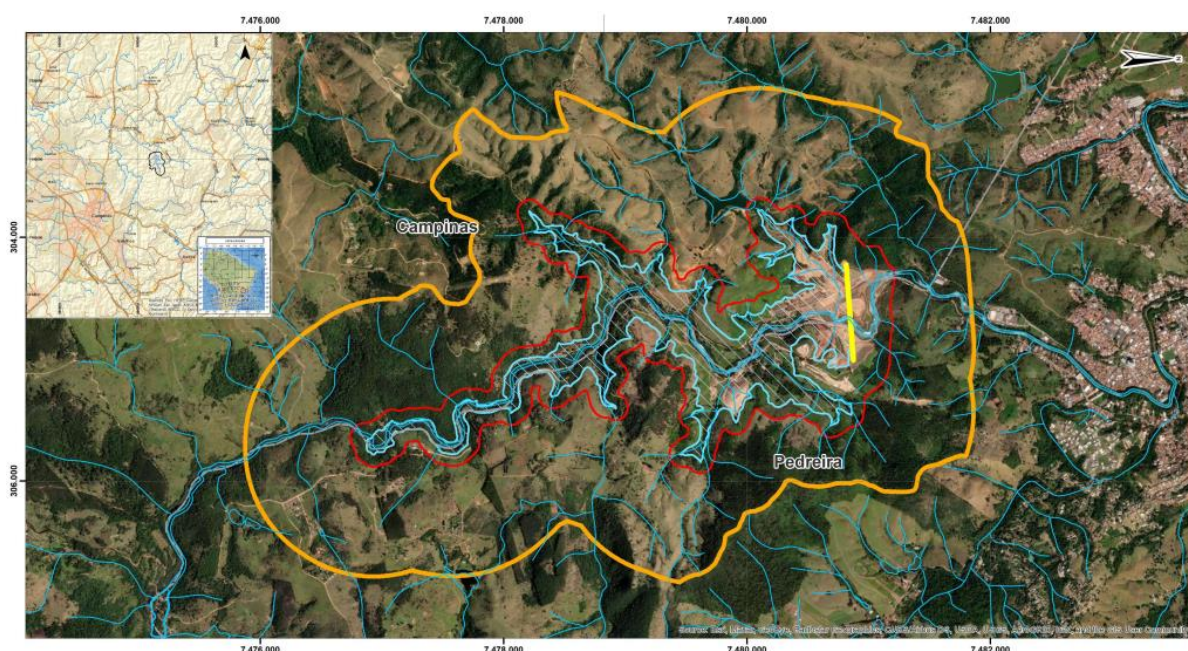
O DAEE disponibilizou em seu sistema digital (<https://www.daeepedreiraeduaspontes.com.br>) de gerenciamento dos Planos e Programas Socioambientais o 3º Relatório Quadrimestral de Acompanhamento das Condicionantes Ambientais, referente ao período de setembro a dezembro de 2019.

Neste documento, consta o PACUERA elaborado para a Barragem Pedreira. Segundo o DAEE (2020), o empreendimento encontra-se posicionado no rio Jaguari,

entre municípios de Pedreira (margem direita) e Campinas (margem esquerda), e será um futuro recurso de abastecimento humano, a partir das águas do Rio Jaguari.

Está previsto a implantação de um reservatório com área estimada em aproximadamente 2,02 km<sup>2</sup> (nível de água máximo normal), com volume total da ordem de 38,34 hm<sup>3</sup>, e volume útil de 31,92 hm<sup>3</sup>. A localização do eixo da barragem selecionada na ocasião correspondia às coordenadas UTM 7.481.150 S e 304.350 E, conforme ilustrado na Figura 1, a seguir.

**Figura 1** – Localização da Barragem Pedreira (amarelo), futuro reservatório (azul), limite da APP do reservatório (vermelho) e limite do PACUERA (laranja).



Fonte: Adaptado do EIA (DAEE, 2015).

A área de abrangência para a elaboração do PACUERA engloba uma envoltória ao reservatório, com raio de 1,0 km (um quilômetro) medido a partir da cota máxima de inundação (637,0 m), que também engloba as estruturas permanentes e de apoio às obras de implantação da Barragem Pedreira.

Ressalta-se que para alguns setores a envoltória considerada no PACUERA foi menor que 1 km, em função do limite da bacia hidrográfica, uma vez que o estudo do EIA também se limitou à bacia do rio Jaguari. A montante do barramento foi

considerada área do PACUERA até a distância de 650 metros.

O documento se organiza sobre uma avaliação de dados primários e secundários, onde são apresentados diagnósticos dos meios físicos, bióticos e antrópicos, para uma área de 1.734,21 hectares.

### ***PACUERA da Barragem Pedreira***

O PACUERA se estrutura sobre diagnósticos de dados multifatoriais, buscando correlação interdisciplinar e multitemporal, isto porque se baseia em referenciais passados, atuais e previstos para após a instalação da Barragem.

Apesar de uma imensa gama de dados abordados, os enfoques levados em consideração para o desenvolvimento da matriz diagnóstica para as Fragilidades Ambientais do PACUERA prevê sete (07) temas a serem cartografados, avaliados e inter-relacionados, são eles: Geologia, Geomorfologia, Suscetibilidade à Erosão, Declividade, existência/ausência de Áreas de Preservação Permanente, e Uso e Ocupação da terra.

Secundariamente também são levados em consideração dados de rede hidrográfica e modelagem da qualidade das águas, vegetação a ser suprimida e áreas de plantio compensatório para formação da futura APP do reservatório, além de restrições legais (municipais, estaduais e federais, quando houver), representadas por unidades e áreas de proteção ambiental (como o caso da Área de Proteção Ambiental de Campinas - APA Campinas).

Durante as indicações sobre o método empregado no PACUERA, é apontado que se trata de uma metodologia absorvida do Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas (BRASIL, 2007). Neste robusto documento normativo, desenvolvido pelo Ministério de Minas e Energia, e disponibilizado pelas Centrais Elétricas Brasileiras SA (Eletrobrás), nota-se o desenvolvimento de uma metodologia intrinsecamente atrelada aos conceitos envolvidos nas discussões sobre paisagem e geossistemas.

Por um lado, o Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas indica que:

A bacia hidrográfica, cujos principais elementos componentes são as encostas e a rede de canais fluviais, deve ser considerada dentro de uma abordagem mais ampla, como um sistema complexo que comporta processos de naturezas diversas, que interagem mutuamente e variam tanto no espaço quanto no tempo, compondo o que se pode chamar de unidade da paisagem. (BRASIL, 2007, p. 100).

Por outro lado, é possível rememorar os princípios discutidos por Troll (1950), desenvolvidos em um contexto histórico-científico com raízes no Neopositivismo, quando propôs o desenvolvimento de uma ciência baseada sobre estudos nos aspectos espaço-funcionais dos elementos formadores e integradores da superfície do planeta Terra.

Nesta linha, posteriormente, Sotchava (1977) compreendeu a necessidade de balizar o raciocínio com enfoque na geografia e ecologia, isto é, no espaço e na função.

Ao longo das considerações e diretrizes do Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas (*op. cit*), fica evidente a influência dos conceitos geográficos de paisagem e geossistema, e conseqüentemente no PACUERA.

Esta influência é traduzida por Rodriguez e Silva (2019) na seguinte passagem:

O enfoque geossistêmico procurou racionalizar as tarefas exigidas na análise das dependências entre os distintos fenômenos geográficos, como de desmatamentos de bosques, modificações no escoamento fluvial, desvio de cursos d'água, transformações dos regimes naturais em virtude da construção de barragens, intensificação de processos erosivos [...] e outros múltiplos problemas que surgem na ocupação dos territórios (RODRIGUEZ e SILVA, 2019, p. 42).

Na continuidade do desenvolvimento metodológico, como dito anteriormente, foram levantados dados diagnósticos dos meios físico, biótico e socioeconômico, onde componentes-sínteses compõem uma listagem dos critérios passíveis de avaliação. Este quadro referencial permite avaliar cada componente-síntese tanto de forma quantitativa quanto qualitativa, a partir das informações disponíveis e mapeáveis.

Após avaliação de disponibilidade, homogeneidade e relevância dos dados para o objetivo proposto pelo PACUERA da Barragem Pedreira, foram selecionados 27 critérios de fragilidade (componentes-sínteses) distribuídos entre os diversos temas.



A maior significância foi atribuída aos meios biótico e socioeconômico, em função dos atributos potenciais para a preservação dos recursos naturais e pela necessidade da cobertura vegetal, além do uso das terras adequado, pois o uso incompatível pode causar impactos negativos aos serviços ecossistêmicos (ambientais) instalados na área, além de se tornar uma externalidade negativa na própria operação da barragem, isto é, afetando a qualidade das águas que serão abastecidas neste reservatório.

Durante a elaboração da metodologia deste Plano Ambiental, nota-se que não há atribuições explícitas as bases teórico-metodológicas da Ciência Geográfica, a respeito da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), ou a respeito de Unidades de Paisagem, ou Geossistemas. Contudo o encadeamento do raciocínio sobre o levantamento, compreensão, avaliação e resultado das Fragilidades Ambientais seguem pelo mesmo fluxo de pensamento.

Neste caso, Christofolletti (1979) traz com clareza o desenvolvimento deste processamento de dados, tal qual o PACUERA busca, onde as Unidades da Paisagem são efeito de delimitação e distinção de sistemas, e é preciso considerar normas que deem diretrizes objetivas a esse processamento, através das seguintes noções: a) proximidade física dos elementos; b) similaridade de seus elementos; c) o objetivo comum de seus elementos; d) a padronagem distinta ou reconhecível de seus elementos. Neste sentido, Covizzi (2020) esclarece:

As variáveis expressam as qualidades atribuídas ao sistema, enquanto os valores dos parâmetros denunciam a intensidade dos atributos relacionados aos fatores controladores e fornecidos ao sistema, como quantidade de material ou energia (COVIZZI, 2020, p. 26).

Na continuação do desenvolvimento metodológico do PACUERA, foram construídas escalas de variação com expressão numérica. Salienta-se que as escalas de variação do valor dos parâmetros para fins de enquadramento nas categorias construídas, foram definidas em função de valores de referência específicos para cada tema, tomando-se parâmetros como a metodologia do Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas (BRASIL, 2007), que igualmente utiliza indicadores e variáveis.

Desse modo, os valores dos critérios (quantitativos e qualitativos) foram

normalizados numa escala variando de maior que 1 a menor que 5 da seguinte forma (de acordo com os centros de classe) – Quadro 1:

**Quadro 1** – Escala Semafórica de Valores de Fragilidade Ambiental

1	Muito Baixa	2	Baixa	3	Média	4	Alta	5	Muito Alta
---	-------------	---	-------	---	-------	---	------	---	------------

Fonte: Adaptado do EIA (DAEE, 2015).

A partir da escolha e definição dos critérios e do cálculo da sua ponderação, foram elaborados os mapas de fragilidade de cada um dos critérios. A seguir, com uso de mapas obtidos no PACUERA da Barragem Pedreira, pode-se visualizar o processamento dos dados.

Como dito, inicialmente o mapeamento dos temas utilizou a base cartográfica desenvolvida pelo Estudo de Impacto Ambiental (EIA, DAEE, 2015) do empreendimento. Então, a partir de cada tema, os valores foram aplicados a cada poligonal identificada.

Por exemplo, cada unidade de relevo, neste caso, bem como nos demais temas, é identificado cartograficamente em poligonais, que por sua vez são avaliadas e recebem valores, estipulados por níveis maiores e menores de fragilidades ambientais, de acordo com a escala pré-estabelecida (Quadro 1). Ou seja, no caso, de relevos são avaliados por unidades geomorfológicas mais ou menos suscetíveis a desenvolvimento de erosões ou outras intempéries, ou seja, relevos mais íngremes recebem notas mais altas, enquanto relevos menos íngremes e mais frágeis, recebem notas mais altas.

Este processo é traduzido em unidades classificadas e georreferenciadas, e o processo então segue pelos demais temas, obtendo resultados para todos os sete (07) temas previstos.

Além do que já foi ilustrado até aqui, sobre o contexto teórico, metodológico, e interdisciplinar que contextualizam o processamento dos dados para este quadro referencial do PACUERA, vale também mencionar o que Tricart consagrava em seus estudos na década de 1970, com o conceito amplamente difundido de sistema, como conjunto de fenômenos desenvolvidos a partir do fluxo de energia e matéria, com

origem em uma interdependência, de maneira integral e dinâmica.

O caminho metodológico do PACUERA busca, assim como Tricart (1977) compreendia, uma atitude dialética, onde exista a necessidade de análise e compreensão do todo, para atuar sobre o meio ambiente.

Nesta linha, o desenvolvimento metodológico do PACUERA acompanha amplamente a compreensão geossistêmica de Sotchava, uma vez que este Plano de Conservação e Uso compreende as componentes naturais e antrópicas de maneira inter-condicional e interrelacional no tempo e espaço, isto é, o PACUERA, assim como os geossistemas, é resultado da sobreposição dos diversos fatores da paisagem, seja dos meios físico, biótico e antrópico.

De maneira precisa e sucinta, Covizzi (2020) indica que um sistema é composto basicamente por matéria, energia e estrutura, em sua lembrança aos trabalhos de Christofolletti.

De acordo com o consagrado autor, (Christofolletti, 1979 *apud* Covizzi, 2020) a matéria corresponde ao material que vai ser mobilizado através do sistema, por exemplo, dentro dos geossistemas, os subsistemas que têm o movimento de matérias, como o subsistema planta (água e minerais absorvidos do solo); o subsistema hidrográfico (água, sedimentos, matéria orgânica); o subsistema vertente (precipitação, rocha subjacente, vegetação).

O segundo componente, a energia, corresponde às forças que fazem o sistema funcionar, gerando capacidade de trabalho, podendo ser potencial (gravidade) ou cinética (transporte de sedimentos, movimento das águas). Desse modo, associando ambos os componentes, verifica-se uma dinâmica de matéria e energia que circula constantemente, se transforma e pode ser armazenada.

O terceiro componente, a estrutura, é constituído por elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo dos componentes; o seu tamanho é determinado pelo número de elementos que o compõem.

O encadeamento das variáveis de um sistema expressa o modo pelo qual elas se inter-relacionam. A direção da causalidade mostra qual é a variável independente, aquela que é controlada, de modo que a última só sofre modificação se a anterior se modificar.

Este contexto flui de maneira dinâmica, não apresentando necessariamente uma homogeneidade evidente, pois as diversas paisagens contidas na área estudada,

compõem um caleidoscópio de diferentes estágios de evolução das paisagens.

Assim, em continuidade, para gerar o dado da Fragilidade Ambiental utiliza-se um Sistema de Informações Geográficas para combinar (unir) todos os temas, e integrar os campos de notas de cada tema em uma única matriz, onde a conclusão se dá sobre o resultado da Fragilidade Ambiental para cada fragmento que contém cada fisionomia da paisagem.

A partir de cálculos matemáticos, então são aplicados pesos, onde o maior valor obtido no resultado, representa maior fragilidade ambiental. Ou seja, a partir desta matriz inicial passa-se a realizar uniões com exercícios de exageros sobre os temas, reforçando sua importância ambiental e reproduzindo cenários.

Aqui vale mencionar que o conceito de Ecologia da Paisagem, termo (*Landshaft ökologie*) cunhado por Troll (1939), está presente no desenvolvimento metodológico de maneira explícita no Manual de Inventário, com “(...) a análise da forma e conectividade dos fragmentos florestais e sua representatividade ecológica para a manutenção das espécies (...) (BRASIL, 2007, p.111)”.

Por sua vez no PACUERA este conteúdo está implicitamente contido, uma vez que o resultado dos exercícios, a seguir, busca objetivamente um cenário homogêneo, que conflua entre a realidade atual e a pretendida, de maneira mais harmônica e plena, entre o que há antes e o que haverá após a conformação de um novo dispositivo que impacta potencialmente positiva e negativamente a natureza e sociedade instalados no entorno do reservatório.

No caso, os cenários reproduzidos se basearam nas seguintes fórmulas:

**Cenário 1:** Foi realizada uma união de todos os temas, multiplicados pela nota de seus pesos. **Cenário 2:** Os temas do meio físico foram cruzados entre si, gerando um único tema de média do meio físico que foi cruzado com o tema Biótico e Hídrico. Nesse cenário ainda foram mantidos os pesos de todos os temas. **Cenário 3:** Os temas do meio físico foram cruzados entre si, gerando um único tema de média do meio físico que foi cruzado com o tema Biótico e Hídrico. Nesse cenário não foram mantidos os pesos dos temas.

A partir dos cenários obtidos, avaliou-se a compatibilidade de cada opção para a realidade assistida na Área do PACUERA da Barragem Pedreira. Neste sentido, o **Cenário 2** reproduziu maior compatibilidade entre os critérios e as fragilidades locais, apresentando fragmentação menos assimétrica entre as classes mais frágeis e menos

frágeis, assim apresentando áreas mais contíguas, o que atendeu a meta e objetivo da Ecologia da Paisagem, previsto no Manual de Inventários, que norteia o desenvolvimento metodológico deste Plano.

### **Zoneamento Ambiental e Lacustre do PACUERA da Barragem Pedreira**

Assim, partindo do melhor Cenário, as poligonais são traduzidas em sete (07) zonas, que respeitam as diversas atribuições dos meios presentes na paisagem, bem como a nova análise de fragilidade ambiental a que foram submetidas.

De forma que, as poligonais buscam manter conectividades geossistêmicas e ecossistêmicas, além de promover um uso futuro da terra do entorno do reservatório artificial, que busque melhorar a qualidade da fauna, flora, solos, e principalmente dos recursos hídricos, tanto superficiais, quanto subterrâneos, influenciando também na garantia de disponibilidade e vida útil do novo reservatório instalado. O Quadro 2 traduz as áreas e percentis de cada Zona devidamente mapeada.

**Quadro 2** Zonas Ambientais do PACUERA da Barragem Pedreira

<b>Zonas Ambientais</b>	<b>Área em Hectares</b>	<b>(%)</b>
Zona de Segurança do Reservatório (ZSR)	12,59	0,73
Zonas de Proteção Permanente e Ambiental (ZPPA)	779,68	44,96
Zona de Recuperação e Conservação Ambiental (ZRCA)	232,47	13,40
Zona de Ocupação Especial (ZOE)	176,70	10,19
Zona de Ocupação Antrópica (ZOA)	317,48	18,31
Zona de Controle Especial (ZCE)	6,85	0,40
Zona de Uso do Reservatório (ZUR)	208,43	12,02
<b>Total</b>	<b>1.734,21</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Adaptado do EIA (DAEE, 2015).

Nota-se que a superfície de alagamento propriamente dita está identificada como Zona de Uso do Reservatório (ZUR), para esta, especificamente, foi elaborada uma análise e interpretação dos componentes socioeconômicos e ambientais,

contemplando a caracterização limnológica e os usos múltiplos (atuais e futuros) da água (enquadramento), como lazer, navegação, geração de energia, dentre outros.

Basicamente se trata de quatro (04) Zonas Lacustres, sendo a mais simples e setorizada a Zona Lacustre de Segurança (ZLS), que compõe uma faixa de 100 metros à montante do barramento, a fim de se garantir a salvaguarda de pessoas não autorizadas bem como do próprio empreendimento.

Além desta, as outras três Zonas Lacustres envolvem grande gama de condicionantes sobre qualidade e volume de água do reservatório. No caso da Zona Lacustre de Lazer (ZLL), quaisquer que sejam as variações de qualidade e volume de água do reservatório, impactam diretamente na saúde e segurança da população que venha a frequentar o lago, isso porque tais enquadramentos mais positivos, ou negativos são avaliações e obrigações de condicionantes para usos múltiplos deste recurso, isto é, a depender da qualidade das águas o tipo de pesca e o tipo de esporte náutico fica aprovado, ou reprovado, pelos órgãos ambientais e pela Delegacia da Capitânia dos Portos.

Assim, de maneira condicional, a Zona Lacustre de Proteção Integral, visa evidentemente a proteção do manancial e de suas margens, além da vida aquática, e segurança da população. Esta Zona, em especial, buscou respeitar limites da faixa de cisalhamento Valinhos, identificada no Zoneamento do Plano Estratégico da APA Campinas (2018), faixa esta compreendida como área de recarga de aquífero, e, portanto, na faixa lacustre, com objetivo de proteger integralmente e garantir volume e qualidade desta componente física da paisagem.

Em suma, a ZLS está próxima ao eixo do barramento, à montante está a ZLPI, e identificadas como área de recarga de aquífero. Por fim, a Zona Lacustre para Potencial Exploração Econômica (ZLEE) encontra-se no último trecho montante, onde está prevista a disponibilidade de investimentos em setores de turismo, pesca, piscicultura e esportes náuticos de maneira econômica, por entes interessados nesta.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Durante a avaliação da metodologia empregada pelo PACUERA, exemplificado neste trabalho, foi evidente que existe um arcabouço técnico e científico que resguarda o embasamento deste Plano, por parte do empreendedor (DAEE).

Contudo, o fluxo das etapas, neste momento, aguarda a aprovação do órgão ambiental (Cetesb).

A implementação deste Plano também não é garantida, uma vez que a área do PACUERA se trata de uma faixa de território que extravasa o limite do Decreto de Utilidade Pública (DUP) adquirido pelo empreendedor, ou seja, versa como documento que disciplina e ordena efetivamente o território do entorno do reservatório até o fim da APP. Contudo, o mapeamento para além da APP busca indicar as melhores práticas de uso e conservação do restante desta bacia, como forma de garantir o objetivo do PACUERA, isto é, melhorar e prolongar a vida útil do reservatório e do manancial represado.

Entretanto, esta ação depende tanto de órgãos ambientais, quanto prefeituras, e demais agentes envolvidos, inclusive o próprio empreendedor. Mas nada disso é explícito nos documentos normativos.

As próximas etapas desta pesquisa envolverão desenvolver um método padrão e eficaz de elaboração de PACUERA, além de compreender quais as demais fragilidades que impossibilitam a eficácia do Plano para além do rito burocrático para obtenção de Licença Ambiental de Operação de um reservatório.

Mapeando e rastreando as fragilidades, pretende-se ao fim das pesquisas, propor ao Conselho Nacional de Meio Ambiente, mudanças para que haja clareza de todos os entes envolvidos, sobre as etapas e deveres, atingindo aos PACUERA eficácia metodológica e prática.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No Brasil contabilizam-se mais de vinte mil (23.353) empreendimentos de barramento, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), conforme informações consultadas em outubro de 2022.

Ao que se trata a Lei Federal nº 12.651 de 2012, são estabelecidos critérios sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP) do entorno destes reservatórios. E o mesmo dispositivo indica que os PACUERA são exigidos para todo empreendimento licenciado para fim de reservatório artificial, a partir da vigência da

lei, o que segundo o banco de dados do SNISB, equivaleria a mais de quatro mil (4.013) reservatórios instalados a partir de 25 de maio de 2012.

Por tal volume de demanda, e conseqüentemente disponibilidade de implementação de Planos Ambientais que visam conservação e uso racional do entorno destes reservatórios, é fundamental compreender como realizar estudos de maneira precisa e ao mesmo tempo ágil, que possibilite de alguma forma fornecer subsídios técnicos, científicos e metodológicos tanto para empreendedores quanto para os órgãos ambientais aprovadores e fiscalizadores dos PACUERA.

Este artigo buscou analisar uma das possibilidades que resultem em impacto positivo neste processo de reconhecimento do valor dos PACUERA. Ainda haverá maiores desdobramentos desta pesquisa, para que este tipo de Plano Ambiental se torne uma ferramenta eficaz no manejo e conservação dos recursos e serviços ambientais e ecossistêmicos, atrelado a garantia e melhoria na qualidade dos recursos hídricos de que a sociedade faz uso.

Em suma, fica evidente que o Zoneamento do PACUERA é, em termos conceituais, uma proposta muito ampla e pouco precisa, tanto no que diz a CONAMA nº 302/2002, quanto na Lei Federal nº 12.651/2012. Contudo, desde o Acordo de Paris (2015), que desencadeou uma série de outros acordos entre Estados, grandes corporações multinacionais, e demais agentes da sociedade, vem buscando novas práticas que assumam as responsabilidades dos impactos negativos das cadeias produtivas e ocupações humanas sobre o meio ambiente, especialmente sobre os Serviços Ecossistêmicos (Ambientais).

Neste contexto, os PACUERA se apresentam como uma ferramenta que possibilita, assim como o mercado de crédito de carbono, aplicar investimentos tanto públicos quanto privados, que desenvolvam melhorias efetivas em diferentes escalas com impactos positivos em diversas cadeias dos Ecossistemas e Geossistemas.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, R. R. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de Geossistemas, Sistemas Antrópicos e Sistemas Ambientais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 80-101, 2012.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Disponível em:



[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm/](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm/) Acesso em: 09 de set. 2022. **DOI**.

BRASIL. **Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7735.htm/](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7735.htm/) Acesso em: 09 de set. 2022. **DOI**.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm/](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm/) Acesso em: 09 de set. 2022. **DOI**.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm/](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm/) Acesso em: 09 de set. 2022. **DOI**.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução n. 001 de 1986**. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema/> Acesso em: 09 de set. 2022. **DOI**.

BRASIL. **Resolução n. 009 de 1987**. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema/> Acesso em: 09 de set. 2022. **DOI**.

BRASIL. **Resolução n. 302 de 2002**. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema/> Acesso em: 03 de nov. 2022. **DOI**.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas**. Ministério de Minas e Energia, CEPEL. – Rio de Janeiro: E-papers, 2007. 684p.: il.

CAMPINAS. **Avaliação Estratégica da APA Campinas**. Campinas, 2018.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAUL. **Licença Ambiental Prévia - Nº 2.513/2013** - (Processo Impacto Nº 189/2013). Data: 25/08/2016.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAUL. **Parecer Técnico - Nº 468/18/IE** - (Processo Impacto Nº 189/2013). Data: 26/12/2018.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAUL. **Licença Ambiental de Instalação - Nº 2.557/2018** - (Processo Impacto Nº 189/2013). Data: 28/12/2018.

CONCEIÇÃO, C. S. da; JUNIOR, E. R. C.; CRUZ, M. C. S. da. **O processo evolutivo da legislação ambiental brasileira do período colonial ao republicano**. PEREIRA JÚNIOR, A.; JESUS, E. S. (Org.) As múltiplas visões sobre o meio ambiente e os impactos ambientais. V.1. Paragominas: Universidade do Estado do Pará, 2018. (Edição digital: agosto 2018). p. 10-32 **DOI**.

COVIZZI, M.C. **Alterações da paisagem com a construção de barragens: perspectivas da gestão de recursos hídricos e dos sistemas ambientais**. 2020. 120 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas (s.n.), 2020.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto do Meio Ambiente - EIA/RIMA**. Consórcio HIDROSTUDIO Engenharia - THEMAG Engenharia e Gerenciamento. São Paulo, 2015.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Plano Básico Ambiental**. Ambiente Brasil Engenharia. São Paulo, 2018.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **3º Relatório Quadrimestral de Acompanhamento das Condicionantes Ambientais**. DAEE. São Paulo, 2019.

MEADOWS, D. L., *et al.* **The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind**. New York: Universe Books, 1972.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E.V., CAVALCANTI, A.P.B. **Geocologia das Paisagens: uma**

**visão geossistêmica da análise ambiental.** 222p. Editora UFC, Fortaleza: 2004.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E.V., CAVALCANTI, A.P.B. **Teoria dos Geossistemas - o legado de V. B. Sochava:** Volume I Fundamentos Teórico-metodológicos. Editora UFC, Fortaleza: 2019.

SILVA, R. F.; et al. **Interação do Homem versus o meio ambiente após a evolução da normatização da exploração dos recursos naturais.** PEREIRA JÚNIOR, A.; JESUS, E. S. (Org.) As múltiplas visões sobre o meio ambiente e os impactos ambientais. V.1. Paragominas: Universidade do Estado do Pará, 2018. (Edição digital: agosto 2018). p. 35-68 **DOI.**

SOBRAL, F.A.D. **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatórios Artificiais de Hidrelétricas no Estado de São Paulo: análise do desenvolvimento da ferramenta em contribuição para a elaboração de Termo de Referência.** 2013. 186 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). São Paulo, 2013.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas.** Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo, Ed. Lunar, São Paulo: 1977.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE; Diretoria Técnica – SUPREN, 1977.

TROLL, C. **A paisagem geográfica.** v.2, p. 163-181. Stadium Generale, Hamburg: 1950.