



Mercator - Revista de Geografia da UFC
ISSN:
ISSN: 1984-2201
edantas@ufc.br
Universidade Federal do Ceará
Brasil

OS CUSTOS ECONÔMICOS PODEM SER INCLUÍDOS NOS PROCESSOS DE PLANEJAMENTO DE CONSERVAÇÃO?

Rodrigo Madalena, Ulisses
Gustavo Messias, Cassiano
Pablo Zbrun Luoni, Juan
Reis Amorim, Raul

OS CUSTOS ECONÔMICOS PODEM SER INCLUÍDOS NOS PROCESSOS DE PLANEJAMENTO DE CONSERVAÇÃO?

Mercator - Revista de Geografia da UFC, vol. 21, núm. 1, pp. 1-17, 2022

Universidade Federal do Ceará

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273674020015>

OS CUSTOS ECONÔMICOS PODEM SER INCLUÍDOS NOS PROCESSOS DE PLANEJAMENTO DE CONSERVAÇÃO?

Ulisses Rodrigo Madalena

ulisesrodrigo@id.uff.br

Cassiano Gustavo Messias

ulisesrodrigo@id.uff.br

Juan Pablo Zbrun Luoni

ulisesrodrigo@id.uff.br

Raul Reis Amorim

ulisesrodrigo@id.uff.br



Acceso abierto diamante

Abstract

A sociedade vem exigindo cada vez mais melhores práticas de conservação ambiental como solução para a crise em curso, que causa eventos climáticos extremos e perda de biodiversidade. No entanto, uma questão fundamental para a definição de locais prioritários para áreas protegidas que atendam às metas de conservação pretendidas permanece: como considerar e espacializar os custos monetários na função-meta do planejamento de áreas que melhor reflitam as influências decisórias no território. Apresentamos, neste estudo, os custos monetários de aquisição de terras e os custos de oportunidade para as bacias hidrográficas de Piracicaba, Capivari e Jundiá. Adotamos uma abordagem derivada de processos metodológicos de análise espacial e sensoriamento remoto para compilar e vincular informações tabuladas de instituições de assistência ao agricultor com informações sobre elementos naturais obtidas por meio de mapeamento de uso e cobertura da terra. Posteriormente, fundimos dados da matriz monetária geoespacial com dados de objetos exatos obtidos do sensor multiespectral Operation Land Imager (OLI) acoplado ao satélite Landsat 8. Por fim, identificou-se que os custos monetários para ações de conservação na área de estudo têm valores inversos e que incluí-los na função-meta do planejamento pode ajudar a priorizar áreas protegidas que serão menos propensas a conflitos pelo uso da terra devido a conflitos com a atividade econômica de um território.

Keywords: Custos de oportunidade, Custos de aquisição, Áreas Protegidas.

Resumo

Práticas de conservação ambiental são cada vez mais exigidas pela sociedade para solucionar as crises de eventos climáticos extremos e a contínua perda de biodiversidade. Entretanto, um dos maiores desafios no processo de priorização de áreas protegidas que atendam as metas de conservação é a inclusão e a espacialização dos custos monetários na função-objetivo do planejamento para aquisição de áreas que melhor refletem o processo de tomada de decisão no território. Apresentamos neste manuscrito os guardiões monetários da aquisição do direito de propriedade de um lote de terra e os guardiões de oportunidade das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Nossa abordagem deriva de dois procedimentos metodológicos de análise espacial e sensoriamento remoto, para sistematizar e associar as informações tabulares das instituições de assistência e economia rural com elementos naturais adquiridos por meio do mapeamento temático do uso e cobertura da terra. Deste modo, usamos a integração da matriz geoespacial monetária com objetos exatos derivados do sensor multispectral Operation Land Imager (OLI) acoplado ao satélite Landsat 8. De modo geral, identificamos que os custos monetários da unidade de conservação na área de estudo têm valores inversos e que incluem a função objetiva do planejamento de priorizar áreas protegidas com menor conflito no uso da terra em relação às diversas atividades econômicas do território.

Palavras-chave: Custo de oportunidade, Custo de aquisição, Áreas Protegidas.

Resumen

Práticas de conservación ambiental são amplamente exigidas pela sociedade para resolver a crise de eventos climáticos extremos e a perda contínua de biodiversidade. No entanto, um dos maiores desafios no processo de priorização de áreas protegidas que atendam às metas de conservação é a inclusão e distribuição espacial dos custos monetários na função objetiva de planejamento

para a aquisição de áreas que melhor reflitam o processo decisório no território. Neste artigo, apresentamos os custos monetários decorrentes da aquisição do direito de propriedade de um terreno e o custo de oportunidade das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Nossa abordagem deriva dos procedimentos metodológicos de análise espacial e sensoriamento remoto, para sistematizar e associar as informações tabulares das instituições assistenciais e da economia rural com os elementos naturais adquiridos por meio da cartografia temática de uso e cobertura da terra. Assim, foi utilizada a integração da matriz geoespacial monetária com objetos exatos derivados do sensor multiespectral Operation Land Imager (OLI) acoplado ao Landsat 8. De modo geral, verificamos que os custos monetários das ações de conservação na área de estudo têm valores inversos e que incluí-los na função de planejamento objetivo pode priorizar áreas protegidas com menor conflito pelo uso da terra em relação às diversas atividades econômicas que ocorrem no território.

Palabras clave: Custo de oportunidade, Custo de aquisição, Áreas Protegidas.

INTRODUÇÃO

À medida que a perda de biodiversidade (e a perda associada aos serviços ecossistêmicos) se torna uma constante à medida que eventos climáticos extremos se tornam cada vez mais comuns, temos visto aumentos acentuados na demanda da sociedade por uma cobertura ampliada de áreas protegidas (ARMSWORTH et al., 2017). O objetivo da ampliação da cobertura é resolver conjuntamente as crises globais de mudanças climáticas e biodiversidade, ambas inextricavelmente ligadas (PETTORELLI et al., 2021). No entanto, as terras para novas áreas protegidas são limitadas e muitas vezes ultrapassadas por territórios economicamente produtivos (BOYD; EPANQUIM-NIELL; SIIKAMAKI, 2012), muitas vezes cresce a criação de áreas protegidas em regiões que não representam plenamente a biodiversidade local (MONTEIRO et al., 2020; PRESSEY et al., 2002). Nesse contexto,

O principal objetivo da seleção de áreas para conservação ambiental é separar os elementos bióticos e abióticos dos processos existentes no ambiente, identificando os espaços e a complementaridade do ambiente, levando em consideração apenas os possíveis conflitos de uso. Em outras palavras, o objetivo da seleção é delimitar áreas protegidas e redes ecológicas que atendam a determinados objetivos quantitativos de conservação ambiental (PRESSEY et al., 2007; FERREIRO; GOODMAN; MATEUS, 2006). Operar sob essa premissa significa que a extração de recursos naturais em uma determinada região deve ser suspensa ou limitada, mas isso não impede que ramificações econômicas e políticas (como mineração ou expansão agrícola) interfiram competindo com áreas protegidas,

Modelos numéricos alinhados com o objetivo final do Planejamento Sistemático de Conservação têm sido populares desde a década de 1990 (PRESSEY et al., 1993). Além dos aspectos ecológicos, esses modelos incluem projeções de outros factores importantes para a toma de decisão, como os custos monetários das ações de conservação ambiental. No entanto, muitos estudos ignoram a variabilidade espacial dos custos monetários dos processos de planejamento, focando apenas nos aspectos biofísicos e assumindo que todas as áreas priorizadas para a conservação dos elementos naturais possuem uma custódia monetária uniforme. Isso, é claro, é uma suposição falsa; Os aspectos ecológicos variam espacialmente, mas os custos monetários também devem variar de acordo com as limitadas atividades conservacionistas da dinâmica econômica (BOYD; EPANQUIM-NIELL; SIIKAMAKI, 2012; CARWARDINE et al., 2010; NAIDOO; RICKETTS, 2006).

As ações de conservação ambiental têm custos associados que afetam toda atividade econômica que deve ser interrompida ou não iniciada para a implementação da ação (NAIDOO et al., 2006). Os custos monetários das ações de conservação podem incluir (entre outros) custos de aquisição, oportunidade e gestão (NAIDOO et al., 2006). A primeira está associada ao preço monetário de aquisição dos direitos de propriedade de uma parcela de terra. A segunda tem a ver com a perda de renda potencial, ou seja, o valor que poderia ter sido obtido com o melhor uso de um recurso.

Por exemplo, quando uma área protegida é criada de modo que a agricultura seja proibida, o custo de oportunidade é o valor da produção agrícola que poderia ter sido gerada naquela área. Por exemplo, os custos de gestão estão associados à manutenção de um projeto de conservação ambiental, bem como os guardiões da supervisão de uma área protegida.

Embora haja alguma controvérsia e resistência em incluir os custos monetários das ações de conservação ambiental como uma variável na função objetivo do planejamento de conservação usado para identificar os padrões de distribuição de elementos naturais (ARMSWORTH et al., 2017; CARWARDINE et al., 2010), sua inclusão no planejamento pode refletir positivamente nos processos decisórios nos territórios.

Isso foi apoiado por Moore e colaboradores (2004), que obtiveram 66% de cobertura de espécies de vertebrados em uma iniciativa de conservação na África e incluíram no modelo de custos monetários relacionados a atividades de conservação. Dito isto, uma das maiores limitações à referida inclusão é a ausência de informação monetária nas bases de dados, aliada à dificuldade de alguns investigadores em lidar com este tipo de dados de forma a espacializá-los.

Diante do exposto, este estudo buscou mapping os custos de aquisição e de oportunidade de uma área específica, quais sejam, as hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiá (doravante denominadas Bacias PCJ). Destacamos que nossa análise não considera as áreas urbanas e as questões relacionadas aos valores de não uso associados à natureza, pois estes são derivados de atributos intrínsecos dos próprios ecossistemas (isto, patrimônio, valores altruístas e existenciais) (UNITED NATIONS, 2014, p. 110).

É importante discutir os valores de não uso que são fundamentais para as práticas conservacionistas, e questões quantitativas em termos econômicos (NAIDOO; RICKETTS, 2006; PORTO, 1997). Os resultados aqui apresentados pretendem subsidiar possíveis formas de cálculo do custo monetário das ações de conservação e incluí-lo como variável a ser considerada no processo de identificação de áreas protegidas que atendam aos objectives de conservação dos elementos naturais pretendidos.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de drenagem do PCJ Bacias, aqui representada em uma escala de 1:50.000, abrange uma região de ~15.377 km² e é dividida em 7 sub-bacias: Atibaia (~2.806 km²), Camanducaia (~1.039 km²), Capivari (~1.571 km²), Corumbataí (~1.719 km²), Jaguari (~3.304 km²), Jundiá (~1.155 km²) e Piracicaba (~3.785 km²).

A região abrange 76 municípios, sendo 71 do estado de São Paulo e 5 de Minas Gerais. No total, apenas ~5,8 milhões de habitantes nas Bacias do PCJ, compreendendo três Áreas de Planejamento Regional que compõem a Macrometrópole Paulista: Região Metropolitana de Campinas (~3,2 mil habitantes), Aglomeração Urbana de Jundiá (~805 mil habitantes) e Aglomeração Urbana Piracicaba (~1,5 mil habitantes) (Figura 1).

Fig1pt .JPG

Figura 1 - Área de Drenagem das Bacias do PCJ e Áreas de Planejamento Regional da Macrometrópole de São Paulo, juntamente com o sistema viário

Quanto à economia da Área de Estudo, a Região Metropolitana de Campinas é impulsionada principalmente pela indústria de serviços de alta tecnologia, a Aglomeração Urbana de Piracicaba tem forte presença das indústrias metalúrgica, sucrocólica e cerâmica, além de Jundiá. A aglomeração é um complexo de indústrias que atendem a um polo regional através da interligação logística e sistemas de transporte multimodais (aéreo, rodoviário e ferroviário).

VALOR MONETÁRIO DOS CUSTOS DE AQUISIÇÃO

O valor monetário dos custos de aquisição foi calculado com o auxílio do mapa de uso e cobertura da terra, do banco de dados municipais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e dos dados tabulados dos valores de aptidão agrícola em áreas por hectare (R\$/ha) de terra não atendidas pelas concessões referentes ao ano de 2019, este último cedido pelo Instituto de Economia Agropecuária (IEA - SP) e pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER - MG).

USO E COBERTURA DO SOLO

Para a quantificação e delimitação das classes de uso e cobertura do solo, utilizou-se a saída do sensor multispectral Operation Land Imager (OLI) acoplado ao satélite Landsat 8. O sensor está disponível para bandas espectrais e fornece imagens orbitais com resolução espacial de 30 metros (exceto imagens pancromáticas, com resolução espacial de 15 metros), imagens radiométricas de 12 bits e resolução de tempo de 16 dias. Para nosso estudo, as imagens utilizadas datam de agosto de 2018, obtidas por meio do Earth Explorer (Tabela 1).

#tab1en .jpg

Tabela 1 - Saídas do sensor multispectral OLI usadas para mapeamento de uso e cobertura da terra nas Bacias PCJ.

As classes de uso e cobertura do solo foram delimitadas por meio de técnicas de classificação de imagens orientadas a objeto (GEOGRAPHIC OBJECT-BASED IMAGE ANALYSIS - GEOBIA), que envolve a identificação de padrões em objetos ou segmentos de imagens com pixels de textura contíguos espacialmente, cor e tom semelhantes (BLASCHKE, 2010; STUMPF; KERLE, 2011). O processo é realizado em duas etapas: segmentação das imagens e construção de amostras de treinamento. Os procedimentos técnicos foram realizados em software, nomeadamente Ambiente para Visualização de Imagens - ENVI 5.3[®].

A primeira etapa está ligada ao algoritmo Edge (XIAOYING, 2009), que identifica os limites das diferentes feições na imagem devido aos valores de magnitude serem altos nas bordas enquanto internamente uniformes. Em seguida, extraímos classes qualitativas aplicando o algoritmo Full Lambda Schedule (ROBINSON; REDDING; CRISP, 2002), que avalia a similaridade espectral das bordas criadas e as agrega, de acordo com a equivalência das propriedades espectrais. Para os algoritmos Edge e Full Lambda Schedule, aplicamos os valores 20 e 80 para Segment Setting e Merge Setting, respectivamente, conforme definido por tentativa e erro. Um mínimo de 100 amostras de áreas previamente segmentadas foram retiradas para cada uso do solo e classe de cobertura para construir a amostra de treinamento.

Seguindo essas duas etapas, aplicamos o algoritmo Support Vector Machine (SVM), um classificador supervisionado/binário derivado da teoria estatística de aprendizado de máquina (HSU; CHANG; LIN, 2016; WU; LIN; WENG, 2004). (2015) avaliaram o desempenho de técnicas de classificação orientada a objetos e o uso de diferentes algoritmos de classificação utilizando imagens obtidas do sensor OLI para mapear o uso e a cobertura das bacias hidrográficas do PCJ. Os autores observaram que as técnicas têm aplicabilidade robusta para uso com imagens OLI e concluíram que o algoritmo SVM apresentou excelente desempenho. Vale ressaltar que o algoritmo não apresentou bons resultados para áreas urbanas, por isso essa classe foi excluída do processo de classificação e posteriormente delimitada manualmente.

Além disso, também fizemos uma análise de precisão do processo de classificação, com base na seleção aleatória de 3% dos polígonos gerados para cada classe definida. Posteriormente, utilizou-se a análise multivariada discreta (matriz de erro ou confusão), por meio da qual é calculado um parâmetro cujo valor representa o nível de similaridade, a fim de testar a significância da matriz de erro (PONZONI; ALMEIDA, 1996). O parâmetro utilizado foi o coeficiente Kappa (K), que representa uma medida de concordância geral baseada na diferença entre nossa classificação de supervisão e nossos pais aleatórios (isto é, amostras selecionadas por mudança pura). Os valores variam de 0 a 1, onde 0 indica baixo nível de similaridade e 1 indica alta similaridade (ou seja, maior eficiência da classificação realizada) (GASPARINI et al., 2013; PONZONI; ALMEIDA, 1996). Foi baseado em imagens de alta resolução do Google Earth, nas composições dos núcleos utilizados e no reconhecimento da área de estudo a partir do trabalho de campo.

FRONTEIRAS MUNICIPAIS E INFORMAÇÕES MONETÁRIAS

Após delimitadas as classes de uso e cobertura do solo, identificamos suas respectivas áreas em relação aos municípios. Para esta tarefa, sobrepusimos a camada com os limites municipais obtidos do IBGE contra as classes de uso e cobertura do solo e, em seguida, usamos os métodos de análise de sobreposição disponíveis no conjunto de ferramentas ArcGIS 10.8[®] ("Overlap Analysis: Intersection") para correlacionar os limites municipais com atributos de uso e cobertura da terra.

Após essa etapa, foram adicionadas as informações do valor em R\$/ha de terras nuas não atendidas pelas concessionárias por município (linha de base 2019) fornecidas pelo IEA e EMATER-MG. Destacamos aqui que as definições de classes de aptidão agrícola utilizadas pelo IEA e EMATER, por suas metodologias, subjetivas, e seus mestres são intencionais, direcionadas e baseadas em opiniões ressaltadas, tendo como referência os negócios realizados com terras agrícolas nos municípios. A declaração em R\$/ha das classes de aptidão agrícola em terras nuas não atendidas pelas concessionárias segue informações de três fontes distintas: Setor Público, Setor Produtivo e Setor Imobiliário. A primeira fonte inclui a Coordenação de

Assistência Técnica Integral e da Casa da Agricultura dos Municípios. A segunda fonte incluiu dados fornecidos pelas Cooperativas Rurais e Associações de Agricultores. Por fim, a terceira fonte é obtida por meio do contato com corretores e imobiliárias.

Após somar as informações sobre o uso e cobertura do único terreno obtido pelo município e combinar os valores monetários dos terrenos não atendidos por serviços públicos e executar métodos de análise da sobreposição disponíveis no ArcGIS 10.8^{*} ("Análise de Sobreposição: Junção Espacial"), obtém-se uma única camada espacial com a área total das classes de uso e cobertura de apenas municípios e os custos de R\$/ha das respectivas classes. Posteriormente, realizamos uma operação de equivalência matemática para obter os valores monetários de aquisição para a área de estudo de acordo com os atributos de uso e cobertura do solo.

VALOR MONETÁRIO DO CUSTO DE OPORTUNIDADE

Os valores monetários do custo de oportunidade foram adquiridos a partir da base de dados do Sistema de Recuperação Automática do IBGE (SIDRA), que fornece informações estatísticas e econômicas sobre os produtos agropecuários de cada município, discriminados em diferentes atividades: Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), Produção Agrícola Municipal (PAM) e Extrativismo Vegetal e Produção Florestal (PEVS). Essas informações foram então tabuladas e comparadas com os custos de aquisição na escala geográfica dos municípios.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados alcançados neste estudo apresentam as escalas de análise: a relacionada ao sensor OLI e outros limites municipais. Um dos resultados é a espacialização dos valores de uso da terra por município, enquanto o outro revela apenas informações monetárias agrupadas e tabuladas sobre os produtos agrícolas dos municípios da Bacia do PCJ. Os funcionários públicos podem usar esses resultados para realizar análises abrangentes para identificar áreas prioritárias que atendam aos seus objetivos de conservação ambiental, levando em conta a dinâmica econômica do território. Acreditamos que esse tipo de análise é essencial para a toma de decisão e não a única a ser realizada para a toma de decisão, considerando as perspectivas socioambientais envolvidas.

AVALIAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE IMAGEM ORIENTADA AO OBJETO

A classificação orientada a objetos gerou um total de 87.566 polígonos; 3% dos polígonos de cada classe foram avaliados para calcular a precisão do mapa de uso e cobertura da terra obtido. No total, foram inspecionados 282 polígonos classificados como cultura agrícola (AC), 651 como floresta (FO), 818 classificados como pastagem (PA), 214 classificados como florestais (AF), 487 classificados como somente expostos (ES), 137 classificados como água (WA) e 38 classificados como área urbana (AU). No total, 2.627 polígonos foram registrados por meio da matriz de confusão (Tabela 2).

#tab2en .jpg

Tabela 2 - Útero de confusão do mapa de uso e abrangência da classificação de objetos e do algoritmo SVM

O mapa de uso e cobertura do solo obtido para as Bases do PCJ (Figura 2) apresenta um índice de acurácia global de 0,9220, indicando que 92,20% dos polígonos apresentados estavam devidamente classificados. O valor do índice Kappa foi de 0,9, considerado excelente por Congalton e Green (2008).

Fig2pt .JPG

Figura 2 - Uso e cobertura do solo nas Bacias PCJ

O maior volume de polígonos mal classificados (isto é, polígonos de outras classes na classe de referência) ou na classe agrícola: 15% dos polígonos mostrados atribuídos a essa classe eram polígonos de gordura, floresta, pastagem e (em menor extensão) de apenas exposição. A classe florestal tem 10% de seus polígonos mal classificados (ou seja, polígonos florestais e agrícolas), apenas 9% dos polígonos incluídos (polígonos de

pastagem, cultivo agrícola e área urbana) e pastagem tem 8% de inclusões (cultivo agrícola, apenas exposição e (não representativamente) propriedades florestais). Apenas 5 e 3% dos outros polígonos estão incluídos, respectivamente, em áreas urbanas não há polígonos mal classificados, pois são visualmente delimitados.

Erros de omissão representam polígonos que pertencem a uma classe de referência, mas foram rotulados como outras classes. A área urbana tem 22% de omissões, pois o mapeamento dessa classe, visualmente feio, excluiu polígonos pequenos, que foram classificados como apenas expostos. As lavagens agrícolas também contêm 22% dos polígonos omitidos, distribuídos nas seguintes classes: mata, mata, pastagem, solo exposto e silvicultura. A silvicultura possui 9% de exclusões, sendo esses polígonos classificados como floresta; Pastagem tem 7% de exclusões, ocorrendo conconção com lavouras agrícolas, floresta e solo exposto; apenas 5% excluem exposições, com polígonos atribuídos à pastagem, água e cultura agrícola; e Polinos Florestais tiveram exclusões de 4%, com polígonos rotulados como silvicultura, cultivo agrícola e pastagem.

Em relação à concentração de áreas urbanas no meio do curso das Bases do PCJ, as mesmas visualmente delimitadas, o fluxo de polígonos de comprimento nas rodovias SP 310, 330 e 348 no sentido norte-sul pode estar relacionado ao revezamento local, que apresenta uma área rebaixada e achatada conhecida como Depressão Periférica de São Paulo, o que favorece a ocupação da única área. Por outro lado, a concentração de polígonos na área de estudo pode estar relacionada ao declínio do revezamento, que é moderado e acentuado e dificulta a ocupação do terreno. Há ainda uma unidade de conservação da categoria de proteção integral, prevista na Lei 9.985/2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza).

CUSTOS MONETÁRIOS DAS AÇÕES DE CONSERVAÇÃO

Os resultados mostram que a taxa de aquisição apresenta valores elevados em áreas de vegetação próximas a centros urbanos localizados na Região Metropolitana de Campinas e no Aglomerado Urbano de Jundiaí, no município de Extrema. Como exemplo, as cidades de Jundiaí, Atibaia e Extrema renderam valores de custo de aquisição de ~R\$ 615,54, R\$ 472,03 e R\$ 268,77 milhões/hectare, respectivamente (Figura 3).

fig3en.jpg _

Figura 3 - Custo monetário de aquisição do direito de propriedade de um terreno na Bacia do PCJ. Os valores são agrupados.

Os municípios de Jundiaí e Atibaia tiveram resultados notáveis. São extensas áreas protegidas com status de proteção integral, mas que fazem parte da Região do Circuito das Frutas, com uma área total ocupada por culturas agrícolas de ~772 e 1.707 hectares, respectivamente. A taxa máxima de aquisição por hectare para os dois municípios foi de R\$ 2,45 e R\$ 1,76 milhão, acrescida dos municípios de ~R\$ 84 e ~29 milhões por ano, respectivamente, representados pelo valor do produto fruticultor (Figura 4).

fig4en.jpg _

Figura 4A e 4B – Custos de oportunidade monetária relacionados às culturas temporárias e permanentes nas Bacias PCJ. O eixo X está em logaritmo Decadal (Base-10 Log)

Nesse caso, há dois fatores interessantes que podem comprometer a proteção integral das unidades de conservação dos municípios de Jundiaí e Atibaia: (i) a quantidade de área disponível para atividades agropecuárias é baixa, e (ii) o custo de aquisição da terra é baixo em relação ao de oportunidade potencial por ano. Esses fatores levarão a conflitos de uso da terra e dificultarão a implantação ou expansão de novas áreas protegidas quando o processo de planejamento ambiental se depara com os custos monetários das ações de conservação.

Em outro exemplo, os resultados dos custos de aquisição indicaram que a área da Aglomeração Urbana Piracicaba apresenta os menores valores. No entanto, a indústria sucroalcooleira está concentrada nessa região, o que leva a um custo de oportunidade de R\$ ~1 bilhão por ano (Figura 4A). Consequentemente, o maior obstáculo ao propor a localização de áreas protegidas como parte desse processo de planejamento da conservação seria planejar ações de governança com os stakeholders do setor sucroalcooleiro.

Em relação à região da área de estudo que não é possível na Área de Planejamento Regional, observa-se que os custos monetários de aquisição de terras heterogêneas, variando de R\$ ~35 milhões a R\$ ~250 milhões/hectare. Essa região abriga as maiores reservas de vegetação nativa em áreas protegidas, mas seu status de proteção e "conservação sustentável", o que permite a atenção econômica dessas áreas. Portanto, os custos de oportunidade dessa região estão em grande parte relacionados aos produtos de origem animal (Figura 5) e florestal (Figura 6), que fornecem ~R\$ 100 milhões em valor por ano, respectivamente.

Fig5pt .JPG

Figura 5 - Custos de oportunidade monetários relacionados aos produtos de origem animal nas Bacias do PCJ. O eixo X está em logaritmo Decadal (Base-10 Log).

Fig6pt .JPG

Figura 6 - Custos de oportunidade monetários relacionados aos produtos florestais nas Bacias PCJ. O eixo X está em logaritmo Decadal (Base-10 Log)

A inclusão de custos monetários no planejamento da conservação confere maior eficiência no processo de sugestão dos limites das áreas protegidas que atendam a todos os objetivos de conservação, pois os resultados são melhores do que a decisão tomada de considerar a dinâmica econômica dos usuários, havendo apenas uma variabilidade de elementos naturais no território. No entanto, a inclusão de custos monetários relacionados às ações de conservação é difícil de incorporar, tanto pela falta de dados originais (NAIDOO et al., 2006; NAIDOO; RICKETTS, 2006) quanto pela dificuldade de espacializar e diferenciar os dados quando disponíveis. Muitos estudos tratam o custo de aquisição monetária como sendo um custo de oportunidade (BERNASCONI et al., 2016). Esse investimento pode fazer com que áreas com menor custo monetário e alta biodiversidade sejam sugeridas como prioritárias para proteção,

De modo geral, vale ressaltar que as dificuldades envolvidas na inclusão dos custos de conservação da análise são mais desafiadoras quando se busca distribuir os valores dos custos monetários nos ambientes aquático e aéreo, uma vez que ambos também possuem atividades econômicas ligadas (mineração, piscicultura, energia eólica, aviação). Esses ambientes também requerem ações para a conservação de seus elementos naturais (ou seja, espécies de peixes e aves). Em ambientes aquáticos, os custos variam de acordo com a profundidade da colônia de água, enquanto em ambientes aéreos os custos variam de acordo com a altitude em relação a um ponto de referência e distância do ruído e da iluminação humana. Por exemplo,

Nos ambientes terrestres, o planejamento da preservação é desenvolvido em um eixo bidimensional, XY, em quanto nos ambientes aquáticos e averho a ser tridimensional, aumentando ainda mais o desafio de agregato e especializar os custos das ações de conservação no processo de planejamento desses ambientes. Como solução para esse problema em ambientes aquáticos, Teixeira e colaboradores (2018) utilizam o deslocamento das embarcações pesqueiras em relação à superfície das águas como oportunidade para prever os impactos da delimitação das áreas marinhas protegidas na vida dos pescadores artesanais da região de Abrolhos (Bahia, Brasil).

CONCLUSÃO

A inclusão dos custos monetários relacionados às unidades de conservação é uma variável importante a ser considerada no processo de planejamento ambiental, pois aumenta a aderência ao princípio do Planejamento Sistemático de Conservação da Seleção de Áreas Protegidas de forma mais eficiente e subsidia melhores processos decisórios ao evitar generalizações em relação aos diversos interesses presentes no território.

Ressaltamos que a análise dos dois custos monetários indicados neste trabalho para a utilização do processo de delimitação das unidades de conservação não se refere às unidades de conservação previstas no Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), mas também àquelas que são referidas como referência ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Lei nº 9.985/2000), especialmente aquelas classificadas como unidades de conservação de "Uso Sustentável". que requerem planos de manejo eficiente para os usuários econômicos.

Além disso, os custos monetários aqui mencionados differem daqueles utilizados para quantificar os Serviços Ecossistêmicos e para a execução da política pública de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), pois os custos monetários após primeiros estão atrelados aos benefícios adquiridos pelos recursos naturais processos (por exemplo, custos monetários relacionados à aquisição de insumos para tratamento de água), Enquanto os critérios de custo para este último visam calcular o valor monetário a ser pago a um determinado proprietário pela conservação de algum elemento natural (como solo, água ou vegetação).

Assim, os valores de custo monetário aqui calculados pretendem ser um insumo para orientar as ações de conservação ambiental. Por outras palavras, trata-se de valores relacionados com uma eventual compra do direito de propriedade sobre um terreno e a renúncia a uma prática econômica num determinado território de forma a priorizar objetivos de conservação. A compreensão desses valores monetários permite que os agentes públicos tomem decisões identificando possíveis conflitos entre economia vs. Prioridades Ambientais no Território.

Em relação às dificuldades associadas à aquisição e espacialização de dados sobre custos de conservação, uma solução seria tornar os dados de custos monetários tabulados e espacializados um requisito para disponibilidade em uma estrutura política, incluindo infraestrutura para envio de dados espacializados.

OBSERVAÇÃO

1- Estas notas visam evitar subjetividades em relação aos conceitos discutidos ao longo deste estudo, pois há muitas divergências na literatura sobre a definição de garrafa térmica: Serviços Ecossistêmicos, Serviços Ambientais, Serviços Ambientais, Serviços Ambientais e Serviços Ambientais, Custos Monetários Relacionados às Atividades de Conservação e Valorização dos Serviços Ecossistêmicos.

1- Estas notas pretendem evitar subjetividade em relação aos conceitos discutidos ao longo deste estudo, pois há muitas divergências na literatura sobre a definição de garrafa térmica: Serviços Ecossistêmicos, Serviços Ambientais, Serviços Ambientais, Serviços Ambientais e Serviços Ambientais, Custos Monetários Relacionados à Conservação de Serviços Ambientais e à Valorização de Serviços Ecossistêmicos.

1 - Os Serviços Ecossistêmicos referem-se aos múltiplos benefícios adquiridos pela sociedade da natureza (COSTANZA et al., 1997). Os serviços ecossistêmicos consistem em um fluxo de interações de materiais, energia e informação, ou das funções ecossistêmicas entendidas como a capacidade dos processos naturais de supressão e serviços de atender às necessidades humanas (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002)

3 - A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119/2021) define Pagamento por Serviços Ambientais como uma operação voluntária para a qual o pagador de serviços ambientais transfere recursos financeiros ou outra forma de remuneração a um prestar desses serviços em condições pré-acordado e de acordo com as disposições legais e regulamentares aplicáveis.

4 - Custos monetários relacionados às ações de conservação: Segundo Naidoo et al (2006), todas as intervenções de conservação têm custos associados, que cobram tudo o que deve ser renunciado para implementar a intervenção

5 - Valoração de Serviços Ecossistêmicos: Segundo Andrade e Romeiro (2014), a prática usual de valoração econômica dos serviços ecossistêmicos é basada principalmente em técnicas que utilizam pressupostos microeconômicos tradicionais sobre o comportamento e os objetivos dos agentes econômicos. Nesse caso, teríamos valores monetários para uso direto, uso indireto, opção de uso e não uso (United Nations 2014, p. 110). Esses valores são diferentes daqueles relacionados a ações de conservação, principalmente custo de oportunidade.

CONFIRMAÇÕES

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Campinas pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho. Agradecemos também aos revisores anônimos por seus comentários. Este trabalho foi desenvolvido com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (Processos 2018/22907-1 e 2018/09401-1) e da Coordenação de Aperfeiçoamento

de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil - Código de Financiamento 001. Agradecemos também o apoio institucional do Departamento de Pesquisa, Estudantes Internacionais e Pós-Graduação da Universidade Nacional de Comechingones (Argentina). Finalmente, gostaríamos de agradecer à geógrafa Isabelle Salazar Vieira Alves por suas valiosas sugestões.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Daniel Caixeta; ROMEIRO, Ademar R. Valoração dos serviços ecossistêmicos: por que e como avançar? *Sustentabilidade em Debate*, [S. l.], v. 4, não. 1, pp. 43-58, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v4n1.2013.9199>.
- ARMSWORTH, Paulo R. et al. Incluir os custos econômicos no planejamento da conservação pode não melhorar o acordo sobre as prioridades de proteção. *Comunicações da natureza*, [S. l.], v. 8, não. 1, 2017. DOI: 10.1038/s41467-017-02399-y. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-017-02399-y>.
- BERNASCONI, Paula; BLUMENTRATH, Stefan; Oliveira, Adriana N.; RUSCH, Graciela M.; ROMEIRO, Ademar R. Constrictindo o mercado de certificados florestais para melhorar o custo-benefício da conservação da biodiversidade no Estado de São Paulo, Brasil. *PLoS UM*, [S. l.], v. 11, não. 10, 1–18, 2016. DOI: 10.1371/revista.pone.0164850.
- BLASCHKE, T. Análise de imagem baseada em objetos para sensoriamento remoto. *Jornal ISPRS de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto*, [S. l.], v. 65, não. 1, 2–16, 2010. DOI: 10.1016/j.isprs.2009.06.004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.isprs.2009.06.004>.
- BOYD, Tiago; EPANQUIM-NIELL, Rebeca; SIIKAMAKI, Juha. Análise do Retorno do Investimento em Conservação: Uma Revisão de Resultados, Métodos e Novos Rumos. *Recursos para os Documentos de Discussão Futuros*, [S. l.], n. janeiro de 2012.
- CARWARDINE, Josie; OLIVEIRA, Adriana A.; HAJKOWICZ, Fábio A.; SILVA, Roberto; OLIVEIRA, Adriana J.; WATTS, Mateus; POSSINGHAM, Hugh P. Planejamento de conservação quando os custos são incertos. *Biologia da Conservação*, [S. l.], v. 24, não. 6, 1529–1537, 2010. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2010.01535.x.
- CONGALTON, Adriana G.; VERDE, Cassi. Avaliação da precisão dos dados de sensoriamento remoto. [SL: SN]. DOI: 10.1201/9781420055139.
- COSTANZA, Robert et al. O valor dos serviços ecossistêmicos no mundo e o capital natural. *Natureza*, [S. l.], v. 387, n.º. 6630, pp. 253-260, 1997. DOI: 10.1038/387253a0.
- DE GROOT, Rudolf S.; OLIVEIRA, Mateus A.; BOUMANS, Roelof MJ Uma tipologia para a classificação, descrição e valoração das funções, bens e serviços ecossistêmicos. *Economia Ecológica*, [S. l.], v. 41, n.º. 3, pp. 393-408, 2002. DOI: 10.1016/S0921-8009(02)00089-7.
- GAROFALO, Danilo Francisco Trovo; MESSIAS, Cassiano Gustavo; LIESENBERG, Veraldo; BOLFE, Edson Luís; FERREIRA, Marcos Cesar. Análise comparativa de classificadores digitais em imagens Landsat-8 aplicada ao mapeamento temático. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, [S. l.], v. 50, não. 7, pp. 593-604, 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000700009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X20150007000593&lng=pt&tlng=pt.
- GASPARINI, Kaio Allan Cruz; LYRA, Gustavo Bastos; FRANCELINO, Márcio Rocha; DELGADO, Rafael Coll; DE OLIVEIRA JÚNIOR, José Francisco; FACO, Alexandre Gomes. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas na identificação de conflitos de uso do solo em Seropédica-RJ. *Floresta e Ambiente*, [S. l.], v. 20, não. 3, pp. 296-306, 2013. DOI: 10.4322/floram.2013.030.
- Ribeiro, Flávio; CHANG, Chih-Chung; LIN, Chih-Jen. *Um Guia Prático de Apoio ao Vetor Classificatio*, 2016.
- OLIVEIRA, C.; SARKAR, S. *Planejamento sistemático da conservação*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. *Serviços Ecossistêmicos*. 2021. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/component/k2/item/15320-serviços-ecossistêmicos.html#serviços-ambientais>.

- MONTEIRO, Lara M.; BRUM, Fernanda Thiesen; PRESSEY, Roberto L.; MORELLATO, Leonor Patrícia C.; SOARES-FILHO, Britaldo; LIMA-RIBEIRO, Matheus S.; LOYOLA, Rafael. Avaliação do impacto de ações futuras na minimização da perda de vegetação por conversão de terras no Cerrado brasileiro sob mudanças climáticas. *Biodiversidade e Conservação*, [S. l.], v. 29, n. 5, p. 1701-1722, 2020. DOI: 10.1007/s10531-018-1627-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1627-6>.
- MOORE, Joslin; BALMFORD, André; ALLNUTT, Tom; BURGESS, Neil. Integrar os custos no planejamento da conservação em toda a África. *Conservação Biológica*, v. 117, n. 3, p. 343-350, 2004. DOI: 10.1016/j.biocon.2003.12.013.
- NAIDOO, Roberto; BALMFORD, André; FERRARO, Paulo J.; POLASKY, Estevão; RIBEIRO, Adriana H.; ROUGET, Mathieu. Integração de custos econômicos no planejamento de conservação. *Tendências em Ecologia e Evolução*, [S. l.], v. 21, n. 12, p. 681-687, 2006. DOI: 10.1016/j.tree.2006.10.003.
- NAIDOO, Roberto; RICKETTS, Taylor H. Mapeando os custos e benefícios econômicos da conservação. *PLoS Biologia*, [S. l.], v. 4, n. 11, p. 2153-2164, 2006. DOI: 10.1371/revista.pbio.0040360.
- PETTORELLI, Natália; OLIVEIRA, Adriano A. J.; SEDDON, Nathalie; MARIA DA CUNHA BUSTAMANTE, Mercedes; LOWTON, Mateus J.; SILVA, Guilherme J.; CARVALHO, Adriana J.; OLIVEIRA, C.; BARLOW Jos. Hora de integrar as agendas políticas de ciência da biodiversidade e mudanças climáticas globais. *Revista de Ecologia Aplicada*, [S. l.], n. março, p. 1-10, 2021. DOI: 10.1111/1365-2664.13985.
- PONZONI, Flávio Jorge; ALMEIDA, Eugênio Sper De. A estimativa do parâmetro Kappa (K) da análise multivariada discreta no contexto de um SIG. In: ANAIS VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO 1996, Anais [...]. [S.L.: S.N.] pág. 5.
- PORTO, Rubem La Laina. *Técnicas quantitativas para a gestão de recursos hídricos*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Águas, 1997.
- PRESSEY, Roberto L.; CABEÇA, Mar; WATTS, Mateus E.; CARVOEIRO, Ricardo M.; WILSON, Kerrie A. Planejamento de conservação em um mundo em mudança. *Tendências em Ecologia e Evolução*, [S. l.], v. 22, n. 11, p. 583-592, 2007. DOI: 10.1016/j.tree.2007.10.001.
- PRESSEY, Roberto L.; OLIVEIRA, C. J.; OLIVEIRA, C. R.; WILLIAMS, P. H. Além do oportunismo: princípios fundamentais para a seleção sistemática de reservas. [S. l.], v. 8, n. 4, p. 1-5, 1993. Disponível em: <papers://773e1414-d1d9-45a1-893d-01f089442455/Paper/p710>.
- PRESSEY; SILVA, G. ...; BARRETT, A.; WATTS, M. ...; Eficácia das áreas protegidas no nordeste de Nova Gales do Sul: tendências recentes em seis medidas. *Conservação Biológica*, v. 106, n. 1, p. 57-69, 2002. DOI: 10.1016/S0006-3207(01)00229-4. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320701002294>. Acesso em: 16 out. 2019.
- ROBINSON, Fábio J.; REDDING, Nicolau J.; CRISP, David J. Implementação de um algoritmo rápido para segmentação de imagens SAR 2002.
- ROCHEDO, Pedro R. R. et al. A ameaça da barganha política para a mitigação climática no Brasil. *Mudanças Climáticas da Natureza*, [S. l.], v. 8, n. 8, p. 695-698, 2018. DOI: 10.1038/s41558-018-0213-y. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0213-y>.
- SILVA, Roberto; OLIVEIRA, Pedro S.; MATTHEWS, Wayne S. Planejamento sistemático de conservação: Uma revisão das limitações percebidas e uma ilustração dos benefícios, usando um estudo de caso de Maputaland, África do Sul. *Oryx*, [S. l.], v. 40, n. 4, p. 400-410, 2006. DOI: 10.1017/S0030605306001232.
- STUMPF, André; KERLE, Normando. Mapeamento orientado a objetos de escorregamentos utilizando Florestas Aleatórias. *Sensoriamento Remoto do Meio Ambiente*, [S. l.], v. 115, n. 10, p. 2564-2577, 2011. DOI: 10.1016/j.rse.2011.05.013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2011.05.013>.

TEIXEIRA, João B. et al. Uma abordagem baseada no habitat para prever os impactos das áreas marinhas protegidas sobre os pescadores. *Biologia da Conservação*, [S. l.], v. 32, n. 5, p. 1096-1106, 2018. DOI: 10.1111/12974.

Nações Unidas; UNIÃO, Europeia; NAÇÕES, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação; DESENVOLVIMENTO, Organização para a Cooperação Económica e; GRUPO, Banco Mundial. *Sistema de Contabilidade Económica Ambiental 2012: Contabilidade Ecológica Experimental*. Nova Iorque: OCDE, 2014. DOI: 10.1787/9789210562850-PT. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/environment/system-of-environmental-economic-accounting-2012_9789210562850-en.

WU, Fã de Ting; LIN, Fábio Jen; WENG, Ruby C. Estimativas de probabilidade para classificação multiclasse por acoplamento pairwise. *Revista de Pesquisa em Aprendizado de Máquina*, [S. l.], v. 5, pp. 975–1005, 2004.

XIAOYING, Jin. (12) Publicação do Solicitud de Patent (10) Pub. N°: US 2009/0123070 A1 2009.