

A Contribuição do Turismo na Mudança da Cobertura e Uso da Terra dos Municípios de Angra dos Reis, Paraty e Ubatuba – uma Análise a Partir da Modelagem Espacial

The Contribution of Tourism in the Land Use and Land Cover Change in Angra dos Reis, Paraty and Ubatuba Cities – an Analysis from Spatial Modeling

Jéssica Silva Martinsⁱ

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brasil

Monika Richterⁱⁱ

Universidade Federal Fluminense
Angra dos Reis, Brasil

Carla Bernadete Madureira Cruzⁱⁱⁱ

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brasil

Rafael Cardão Augusto^{iv}

Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda.
Florianópolis, Brasil

Resumo: Este trabalho visa a simulação da mudança da cobertura e uso da terra nos municípios de Angra dos Reis, Paraty e Ubatuba entre os anos de 2016 e 2021, buscando identificar a relação de variáveis turísticas na transição da cobertura e uso da terra. Para tanto, fez-se uso de modelagem dinâmica espacial utilizando autômatos celulares. O resultado da simulação demonstrou que as variáveis turísticas influenciam na expansão urbana, com maior probabilidade de crescimento nas áreas centrais e nas áreas periféricas com apelo turístico. Também chama a atenção a transição de floresta para áreas urbanas que ocorre próximo a áreas de alta densidade de hospedagem, e em menor intensidade próximo aos atrativos turísticos. Apesar dessa transição ocorrer em menor percentual, devido às unidades de conservação, é preocupante a perda de vegetação para construção

ⁱ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia. martins.jess89@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-3877-1620>

ⁱⁱ Profa Associada do Departamento de Geografia e Políticas Públicas do Instituto de Educação de Angra dos Reis. mrichter@id.uff.br. <https://orcid.org/0000-0002-2129-4007>

ⁱⁱⁱ Prof^a Titular do Departamento de Geografia. carlamad@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-3903-3147>

^{iv} Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia. rafaelcardao@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-1599-3506>

civil a longo prazo, tendo em vista os investimentos “turísticos” direcionados à região e a flexibilização das leis ambientais.

Palavras-chave: Modelos Dinâmicos; Construção de Cenários; Variáveis Explicativas.

Abstract: This work aims to simulate the change in land cover and use in Angra dos Reis, Paraty and Ubatuba cities between 2016 and 2021, seeking to identify the relationship of tourist variables in the transition of land cover and use. For that, was used spatial dynamics modeling using cellular automata. The result of the simulation showed that tourism variables influence urban sprawl, with greater probability of growth in central and peripheral areas with tourist appeal. Also noteworthy is the transition from forest to urban areas, which occurs close to areas of high density of accommodation, and to a lesser extent close to tourist attractions. Although this transition occurs in a lower percentage, due to the conservation units, the loss of vegetation for long-term civil construction is worrying, in view of the “tourist” investments directed to the region and the relaxation of environmental laws.

Keywords: Dynamic Models; Scenario Construction; Explanatory Variables.

Introdução

O turismo é um fenômeno essencialmente espacial e sua implementação pode implicar em mudanças estruturais e funcionais onde se desenvolve. Projetos turísticos são geralmente idealizados como modelos de desenvolvimento local, devido ao seu dinamismo, que envolve diversos setores da economia e seu poder de geração de renda e emprego. Contudo, administradores e gestores públicos se apropriam de tal discurso para mascarar interesses privados e externos, alheios à população local.

Assim, antes de se promover projetos ambiciosos, deve-se estudar a realidade local, de forma a conhecer as oportunidades e ameaças do destino e quais atores sociais são primeiramente impactados por possíveis transformações espaciais. Dessa forma, este trabalho buscou identificar a relação de variáveis turísticas na transição da cobertura e uso da terra dos municípios de Angra dos Reis (RJ), Paraty (RJ) e Ubatuba (SP), considerando a possível influência do turismo para o crescimento de áreas centrais e periféricas e a conservação de ambientes naturais.

Esta análise se deu por meio do método de pesos de evidência que se baseia na probabilidade condicional de Bayes, que indica a probabilidade de um evento ocorrer dada a presença ou ausência de determinadas variáveis (ALMEIDA, 2004). Ademais, realizou-se uma simulação da mudança da cobertura e uso da terra entre os anos de 2016 e 2021 de maneira a identificar o ajuste de variáveis explicativas para mudanças relacionadas à expansão urbana, supressão da vegetação e recuperação vegetal, com destaque para as variáveis turísticas.

A simulação resultou de modelos dinâmicos baseados em autômatos celulares (AC) que são idealizações matemáticas, podendo ser caracterizados por seu poder de autorreplacação; e apesar de sua construção simples, são capazes de reproduzir comportamentos complexos (WOLFRAM, 1983).

Vale explicitar que o objetivo deste trabalho não é apresentar resultados de experimentos de simulação, e sim compreender o poder de transformação espacial de variáveis turísticas e socioambientais, além de compreender as etapas da construção de um modelo dinâmico. A construção de modelos estimula debates e questionamentos e proporciona novas perspectivas sobre mudanças da cobertura e uso da terra (FEITOSA *et al.*, 2012).

Este trabalho se faz necessário devido ao recente crescimento urbano na região, induzido principalmente pelo desenvolvimento do turismo, que tem despontado no território desde os anos 1970, após a abertura da Rodovia BR 101 (Rio–Santos). Atualmente, a região também tem despertado o interesse de investidores devido aos incentivos do governo federal que tenciona transformar a Baía da Ilha Grande, que compreende Angra dos Reis e Paraty, em um modelo de turismo semelhante a Cancún, destino turístico mexicano.

Por fim, foram gerados mapas de probabilidade de transição e, a partir da parametrização de algoritmos de transição, foram construídos mapas de simulação com o propósito de verificar e validar a ligação das variáveis escolhidas com a mudança da cobertura e uso da terra.

Nesse sentido, a simulação e análise de variáveis constituem-se em importantes métodos para identificação de ameaças e oportunidades na região, sendo um auxílio para a tomada de decisão para aqueles envolvidos com o planejamento e gestão do uso da terra e daqueles afetados por tal uso.

Localizados entre os estados de Rio de Janeiro e São Paulo, os municípios de Angra dos Reis (RJ), Paraty (RJ) e Ubatuba (SP) encontram-se no litoral sudeste do país (Figura 1). Segundo o censo do IBGE (2022), a população de Angra dos Reis é de 210.171 pessoas, a de Paraty 44.175 pessoas e a de Ubatuba 92.819.

Apesar da variação populacional, tais municípios compartilham características, tais como o relevo escarpado, localização costeira, histórico de disputas pela terra e os múltiplos usos de seus territórios. Dentre tais usos ressalta-se o turismo, vetor de diferentes transformações espaciais na região. Também vale destacar os usos conservacionistas, a exemplo da existência de diferentes unidades de conservação (UCs) que protegem ecossistemas e contribuem para manutenção de um dos principais remanescentes contínuos da Mata Atlântica. Além desses, os usos tradicionais, praticados por comunidades de pescadores artesanais, caiçaras, indígenas e quilombolas presentes há décadas no território.

O turismo se desenvolveu na região a partir da década de 1970 com a abertura do trecho Rio–Santos da BR-101 e o projeto Turis que declarou o trecho situado entre as localidades de Mangaratiba (RJ) e Bertioga (SP) como Zona Prioritária de Interesse Turístico, reordenando o território do litoral Rio–Santos. O projeto Turis baseou-se em três modelos de desenvolvimento turístico europeu: *Côte d’Azur*, *Languedoc-Roussillón* e *Côte d’Aquitaine* (FRATUCCI, 2000).

Ao longo da história do planejamento turístico no Brasil, a região costeira é prioritária para o desenvolvimento de polos turísticos, com clara preferência pelos empreendimentos do tipo *resort*, buscando um padrão internacional, a exemplo do projeto Turis supracitado. Esse tipo de projeto traz consigo profundas transformações espaciais, a começar pelas grilagens e desterritorialização de comunidades tradicionais, desmatamento, segregação socioespacial, especulação imobiliária e outros; tendo como contrapeso promessas de emprego e renda.

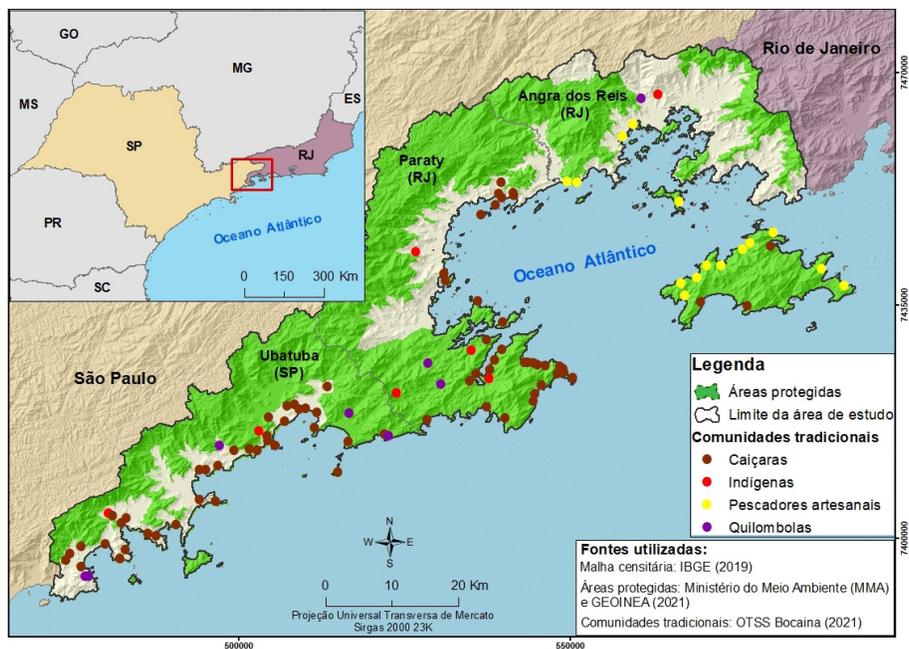


Figura 1 – Localização dos municípios de Angra dos Reis (RJ), Paraty (RJ) e Ubatuba (SP) e a distribuição de unidades de conservação e comunidades tradicionais sobre o território.

Fontes: IBGE, 2010; MMA, 2021; GEOINEA, 2021.

Esse panorama pode se repetir por meio do “projeto Cancun” que tenciona transformar a Baía da Ilha Grande em um tipo de Cancun Brasileira, atraindo investimentos externos e flexibilizando leis ambientais. Nessa atmosfera, os municípios de Angra dos Reis, Paraty e Ubatuba se uniram para o lançamento da “Rota Verde Azul”, projeto que visa o intercâmbio do turismo a nível internacional, nacional e regional após a pandemia da COVID-19 (TAMOIOSNEWS, 2020).

Também em 2021 a companhia aérea Azul, lançou o projeto Azul Conecta que opera voos comerciais regulares para destinos turísticos durante a alta temporada, partindo das cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre, Belo Horizonte e Fortaleza para os municípios de Angra dos Reis, Paraty, Ubatuba e outros (MELHORESDESTINOS, 2020).

Apesar do esforço para se alcançar um padrão internacional, é curioso ressaltar que a região se sobressai no cenário nacional e internacional devido a seu patrimônio histórico-cultural, sua diversidade sociocultural e por suas belezas naturais, como praias e a exuberância da Mata Atlântica. Em 2019, Paraty e Ilha Grande, em Angra dos Reis, receberam o título de Patrimônio Mundial pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). Reconhecida na categoria de Sítio Misto – natural e cultural –, o título abrange todo o município de Paraty e uma parte importante

de Angra dos Reis, bem como pequenas porções de municípios vizinhos como Ubatuba (PORTAL IPHAN, 2019).

O sítio misto utiliza como critério ser um exemplo de assentamento humano tradicional que produz uma cultura pautada na interação com a natureza e um modo de vida característico que perpassa os tempos e se mantém mesmo com mudanças estruturais nas técnicas e no espaço. Além disso, é preciso abrigar habitats naturais estratégicos para a conservação da diversidade biológica, com destaque para as espécies endêmicas (CARVALHO, 2020, p. 2).

Segundo Carvalho (2020, p. 2), todos os Sítios Mistos na América Latina correspondiam a uma cultura imaterial já inexistente, como sítios arqueológicos. A região mencionada é a primeira em que “resiste e persiste uma cultura viva.” Assim, o turismo não pode limitar-se a apenas a um modelo rígido e arbitrário. Modelos turísticos precisam adequar-se à realidade da comunidade local e seguir premissas que busquem o desenvolvimento local com sustentabilidade ambiental e equidade social.

Fundamentação Teórica: Modelagem e Autômatos Celulares – Caminhos para a Construção de Cenários

A complexidade da representação da realidade envolve um conjunto de variáveis e suas relações, exigindo recorrer a processos de abstração. Neste sentido, os modelos são importantes ferramentas para a análise e representação de certa porção do mundo real. De acordo com Christoffoleti (2009), modelos são utilizados, principalmente, em razão do seu poder de simplificação e síntese, representando um fenômeno em seu conjunto, possibilitando conclusões melhor embasadas e mais assertivas.

Dentre os vários modelos teórico-conceituais existentes voltados para a organização espacial, vale destacar neste trabalho a contribuição de Christaller (1963) para a área do turismo, que seguindo sua Teoria dos Lugares Centrais (1933), o autor em seu artigo, evidencia a relação do turismo como atividade econômica com o desenvolvimento de áreas periféricas de localidades já densamente construídas.

Christaller (1963) ressalta que o turismo, em áreas naturais, é uma atividade que evita os lugares centrais e as aglomerações industriais, sendo este atraído para a periferia das regiões densamente povoadas, devido sua procura por lugares remotos, como montanhas, bosques e praias isoladas. Dessa forma, o turismo possui força intrínseca para combater a tendência à concentração e uma forma para se atingir o desenvolvimento econômico em regiões periféricas por meio do fluxo de turistas proveniente das regiões metropolitanas. Portanto, a periferização turística evolui de áreas mais próximas até as mais distantes dos grandes centros (CHRISTALLER, 1963); (SILVA, 1996).

Segundo Fratucci (2008) a turistificação dos espaços se constitui em um processo de diferenciação geográfica (SANTOS, 1997), que ao (re)valorizar trechos específicos dos espaços, faz com que o turismo ocorra de forma espacialmente descontínua, atribuindo-lhes novas funções, novos usos, além de refuncionalizar outros já existentes, estabelecendo novas interações internas e externas e, de certa maneira, inserindo-os no sistema global.

O fenômeno turístico exige a interação simultânea de vários sistemas, com atuações que se somam para resultar no efeito final, dependendo, portanto, do somatório dos recursos naturais, culturais, sociais e econômicos, constituindo um campo de estudo amplo, complexo e pluricausal (BENI, 1997).

Nesse sentido, o turismo é capaz de promover diferentes transformações espaciais onde se desenvolve, principalmente em função da implantação de infraestrutura turística, como os serviços de hospedagem, restauração e recreação, além de forte demanda por infraestrutura e mobilidade urbana. Tais fatores, associados aos atrativos naturais, culturais e eventos, possuem forte representatividade no desenvolvimento do turismo, grau de atratividade e competitividade com os demais destinos turísticos (ŚWIDYŃSKA e WITKOWSKA-DĄBROWSKA, 2021; MTUR e SEBRAE 2014).

Apesar dos problemas relacionados ao turismo, como especulação imobiliária, gentrificação, exclusão política e desinteresse da população local em participar do processo turístico (PARRALEJO, DÍAZ-PARRA, 2021; SONAGLIO, 2018); o turismo tem sido um tema constante no discurso do desenvolvimento sustentável desde o relatório “Nosso Futuro Comum” e uma forma de alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (HALL, 2019). Dessa forma, a Agenda 2030 influencia a agenda política do turismo, sendo imprescindível a criação de trajetórias alternativas de desenvolvimento de maneira a responder aos problemas atuais e estimular novas relações entre sociedade-ambiente.

Modelagem Dinâmica Espacial e Autômatos Celulares

Em modelagem dinâmica espacial a evolução de padrões espaciais em um sistema é descrita ao longo do tempo. Um modelo que responde a questões clássicas como: “Por que”, “Quando”, “Onde” e “Quanto” é capaz de prever a evolução de um fenômeno, integrando suas escalas temporal e espacial (PEDROSA, CÂMARA, 2004). E é nesse viés que se pode abordar os modelos de autômatos celulares (AC).

Stephen Wolfram (2002) se dedicou intensamente ao estudo dos AC, desenvolvendo vasta obra intitulada “*A New Kind of Science*”, lançada em 2002. O autor descreve os AC como idealizações matemáticas de sistemas físicos em que o espaço e o tempo são discretos. Um AC consiste em uma rede uniforme regular (ou “matriz”), geralmente de extensão infinita, com uma variável discreta em cada célula.

O estado de um AC é especificado pelos valores das variáveis em cada célula. O AC evolui em intervalos de tempo discretos, no qual o valor da variável em uma célula é afetado pelos valores das variáveis das células em sua “vizinhança” no período anterior. Desta forma, os modelos de AC simulam processos de mudança ou crescimento (BATTY, 2000).

Em relação às regras e vizinhanças, para que um AC evolua, é preciso definir quais são as células vizinhas e qual a regra de transição que fará parte da atualização de todas as células a cada instante. Logo, faz-se necessário definir as condições do entorno, a qual tange à vizinhança das células (MELOTTI, 2009). Atualmente é possível citar diferentes trabalhos com AC aplicado a áreas do conhecimento, como em biologia, medicina, estudos ambientais e uso e cobertura da terra.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em três etapas: (i) classificação baseada em objeto das imagens Sentinel 2016 e 2021; (ii) aquisição e processamento dos dados; e (iii) modelagem dinâmica espacial utilizando AC (Figura 2). A classificação das imagens Sentinel e processamento dos dados foram realizados no software eCognition e em ambiente SIG, respectivamente. Já o modelo de AC utilizado foi o DINAMICA EGO¹, software desenvolvido pelo Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais (CSR – UFMG). Tais etapas são explicitadas a seguir.

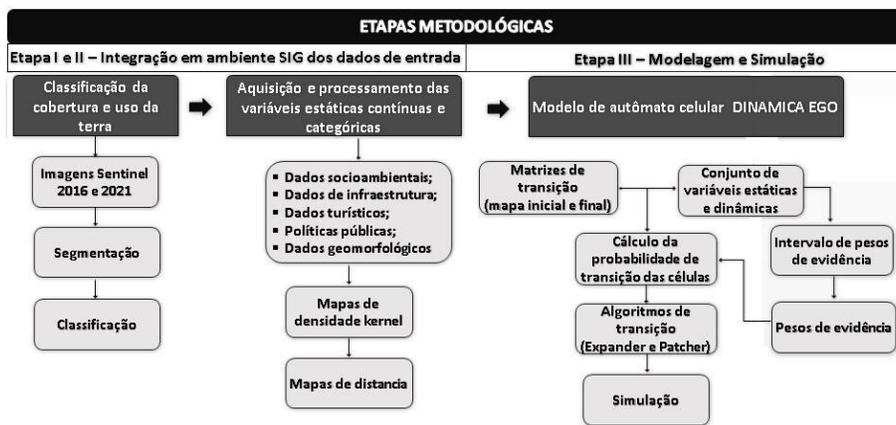


Figura 2 – Fluxograma metodológico.

Os dados que alimentaram o modelo de AC foram provenientes de sensoriamento remoto e de dados secundários. As imagens Sentinel 2A foram classificadas para um período de cinco anos (2016-2021), considerado suficiente para identificar as mudanças da cobertura da terra. Foram adquiridas seis cenas (USGS, 2021) com as seguintes datas:

- 2016 – 02 cenas de 08/04/2016 e 01 cena de 24/04/2016;
- 2021 – 02 cenas de 11/04/2021 e 01 cena de 08/04/2021.

No *eCognition* as imagens supracitadas foram segmentadas por meio do algoritmo *multiresolution segmentation*. Após a segmentação houve a coleta de amostras para a classificação.

Também através da construção de índices de classificação, como o NDVI, NDWI, NDBI e os valores espectrais das bandas, utilizou-se a lógica *fuzzy* e booleana para geração das classes: floresta, manguezal, áreas não vegetadas, áreas urbanas e outros. Vale mencionar que o número de classes é proporcional à complexidade do modelo, assim como ao desempenho da máquina utilizada.

As variáveis explicativas da mudança da cobertura e uso da terra foram selecionadas tendo em vista o conhecimento prévio da localidade e podem ser de dois tipos: estáticas

e dinâmicas. As dinâmicas correspondem à distância a determinadas classes da cobertura e uso da terra que são atualizadas no decorrer das simulações. Já as variáveis estáticas não sofrem atualização ao longo da simulação.

Esse conjunto de variáveis explica onde as mudanças ocorrem e neste trabalho se relacionam a diferentes fatores, como aqueles que regulam a ocupação no município, tais como a presença de fatores físicos; bem como aspectos da paisagem (proximidade com o mar e outros) e da análise das mudanças ocorridas por meio dos mapas de cobertura da terra pretéritos. Dessa forma, foram selecionadas 21 variáveis com potencial para atrair ou repelir manchas de mudança (Quadro 1), a saber:

Quadro 1 – Variáveis selecionadas para compor o modelo de simulação dinâmica espacial.

Variáveis turísticas	Fonte
Distância das casas de segunda residência de altíssima, alta, média e baixa densidade de ocupação	Arquivos de pontos obtidos na plataforma Apify em 2021 oriundos da plataforma AIRBNB
Distância dos atrativos turísticos de alta, média e baixa densidade de ocupação	Arquivos de pontos espacializados de inventários turísticos e do Google Earth.
Variáveis socioculturais	Fonte
Distância euclidiana aos quilombos, às aldeias indígenas e às comunidades caiçaras e pescadores artesanais.	Arquivos de pontos – OTSS Bocaina
Variáveis geomorfológicas	Fonte
Declividade, Altimetria e Orientação das vertentes	Projeto Topodata
Variáveis de infraestrutura	Fonte
Distância das estradas principais e Distância do arruamento	Open Street Maps
Variáveis políticas	Fonte
Distância das UCs, Zoneamento da APA de Cairuçu, Zoneamento de Angra dos Reis e Zoneamento de Ubatuba	MMA, 2021; ICMBIO, 2018; Prefeitura de Angra dos Reis, 2009; Prefeitura de Ubatuba, 2016.
Variáveis físico-ambientais	Fonte
Distância da hidrografia e Distância da costa	Base contínua IBGE 250 (2019)

Os pontos provenientes da plataforma *Airbnb* (empresa que opera um mercado online de hospedagem) correspondem a diferentes tipos de hospedagem, como hotéis, pousadas, chalés, contudo, a maioria representa casas de família para aluguel por temporada.

As densidades de ocupação mencionadas (altíssima, alta, média e baixa) foram elaboradas a partir de estatística *kernel* no *ArcGIS*. As curvas de densidade foram divididas

em quatro classes para as casas de segunda residência e em três classes para os atrativos turísticos. Tais classes foram reclassificadas e exportadas separadamente. Posteriormente, essas classes foram inseridas no DINAMICA EGO, no qual foram gerados mapas de distância para cada uma das densidades mencionadas.

A estatística de densidade *kernel* foi atribuída às variáveis turísticas devido à grande quantidade de pontos distribuídos na área de estudo. Esse método estatístico gera curvas de densidade e auxilia na identificação de padrões espaciais.

Considerou-se 4000 metros como o raio de influência do *kernel*, pois com esse valor foi possível incluir os *outliers*. A densidade *kernel* quantifica as relações dos pontos dentro desse raio de influência, baseado em uma função estatística.

A construção do modelo de simulação no DINAMICA EGO envolve diferentes etapas que contribuem para calibração e validação do modelo. A primeira etapa consiste no cálculo da matriz de probabilidade de transição (para cada classe de mudança considerada) por meio da inserção dos mapas inicial e final, ou seja, 2016 e 2021.

Com esses dados realiza-se uma tabulação cruzada através de um processo estocástico denominado cadeias de Markov. As taxas de transição geradas são utilizadas pelos algoritmos de transição (*expander* e *patcher*) para a projeção de taxas futuras de transição (SOARES-FILHO *et al.*, 2002).

A partir das probabilidades de transição, os mapas de transição de uso da terra são elaborados e representam a probabilidade de uma célula na posição (x, y) mudar do estado i para o estado j. As probabilidades espaciais de transição são calculadas para cada célula no mapa e para cada transição especificada. Para tanto, empregou-se o método pesos de evidência utilizando todas as variáveis dinâmicas e estáticas. Esse método seleciona as áreas mais favoráveis para cada tipo de transição. Posteriormente, esses mapas são utilizados pelas funções de transição na seleção de células a serem transicionadas (SOARES-FILHO *et al.*, 2002).

Sobre os pesos de evidência, Caixeta (2014) também elucida que eles “indicam a influência que cada variável apresenta em relação ao fenômeno de transição, sendo que, quando maiores que zero, representam um valor positivo ao fenômeno e quando menores que zero, o fator é negativo (repulsão)”. Este método possui como condição que todas as variáveis sejam espacialmente independentes.

O modelo DINAMICA EGO utiliza como regra de AC local um mecanismo de transição composto por duas funções de transição complementares, o *Expander* e o *Patcher*. A função *Expander* é destinada apenas à expansão ou contração de manchas previamente existentes de uma determinada classe. A função *Patcher* é projetada para formar ou gerar manchas a partir de células nucleadas. Para cada transição, deve-se definir a porcentagem de transições executadas pelo *Expander* e pelo *Patcher* (SOARES-FILHO *et al.*, 2002).

Em relação à validação, o método utilizado no DINAMICA EGO baseia-se em similaridade nebulosa (*fuzzy*) e no ajuste por múltiplas resoluções de acordo com janelas móveis. Assim, verifica-se a adequação espacial entre dois mapas por meio de uma função de decaimento exponencial ou constante em um tamanho de janela variável, utilizando os mapas inicial, final e simulado (CRS.UFMG, 2015).

Segundo Novaes *et al.* (2013) esse tipo de validação contribui para realização de ajustes nos algoritmos *Expander* e *Patcher*, de forma que o padrão espacial do mapa simulado, assemelhe-se o máximo possível aos padrões contidos no mapa observado, que neste trabalho refere-se ao mapa de 2021. Os autores afirmam que mapas com índices de similaridade obtidos com decaimento exponencial próximos a 0,4 refletem um bom ajuste de compatibilidade entre o mapa simulado e o real.

Resultados e Discussão

Calculadas as matrizes de transição, obteve-se como resultado a matriz global (período total de cinco anos) e a anual. As transições consideradas para este modelo foram aquelas resultantes em expansão urbana (transição de floresta, manguezal e áreas não vegetadas para áreas urbanas), supressão da vegetação (transição de floresta e manguezal para áreas não vegetadas) e recuperação vegetal (transição de áreas não vegetadas para floresta e manguezal).

A Figura 3 representa a cobertura e uso da terra em 2021, no qual nota-se que as áreas florestadas representam a maior porção do território, principalmente no município de Ubatuba, sendo que, a maior parte das áreas de floresta encontram-se protegidas em UCs. Já as áreas não vegetadas, em sua maioria, situam-se fora das UCs e mais afastadas da orla marítima, enquanto as áreas urbanas concentram-se, sobretudo, no litoral.

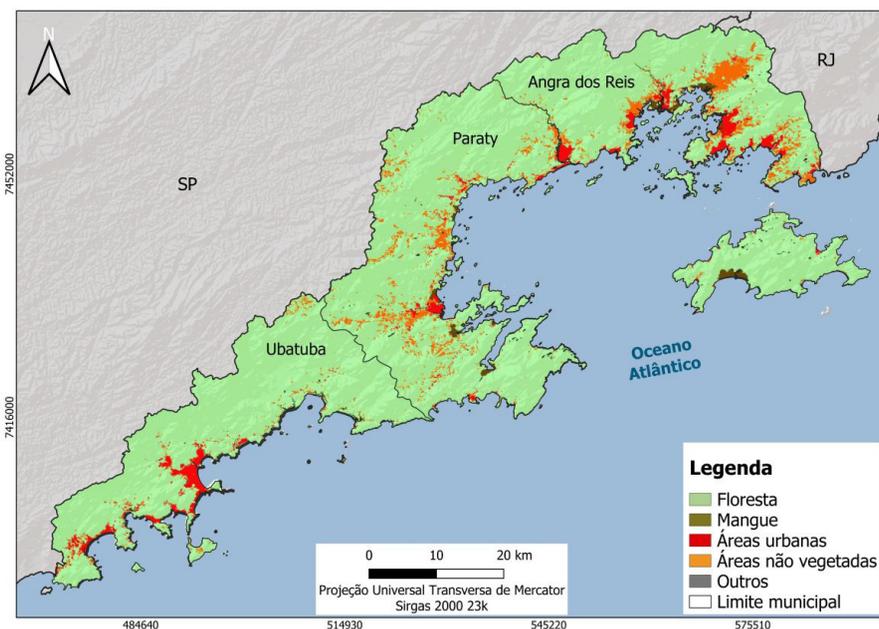


Figura 3 – Cobertura e uso da terra dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e Ubatuba em 2021.

As transições da cobertura e uso da terra para o período de 5 anos (2016-2021) estão retratadas na Figura 4. Verifica-se que a supressão da vegetação ocorre, principalmente, em função de transições de floresta para áreas não vegetadas em um percentual de 1,15%, o que representa 2.530 ha de floresta, seguida pelas áreas de manguezal com 0,76%, isto é, 15 ha.

A transição de áreas não vegetadas para floresta representa o maior percentual das transições analisadas, com um valor de 25,22% ao longo de 5 anos, ou seja, houve 3.261 ha de recuperação florestal. Em relação ao manguezal, sua recuperação ocorre a um percentual de 0,27%, o que equivale a 35 ha.

No tocante às áreas não vegetadas, para o período analisado, houve maior recuperação vegetal do que supressão da vegetação. Sobre a expansão de áreas urbanas, apesar da transição de áreas não vegetadas para áreas urbanas ter apresentado um percentual maior de 5,24%, o que corresponde a 678 ha; a transição de floresta para áreas urbanas é mais significativa, com 0,36%, isto é, 792 ha, e por último o manguezal, com 0,27%, o que corresponde a 5,5 ha. Em relação à simulação, utilizou-se a matriz de transição anual que considera o percentual de transição para cada ano do período entre 2016 e 2021.

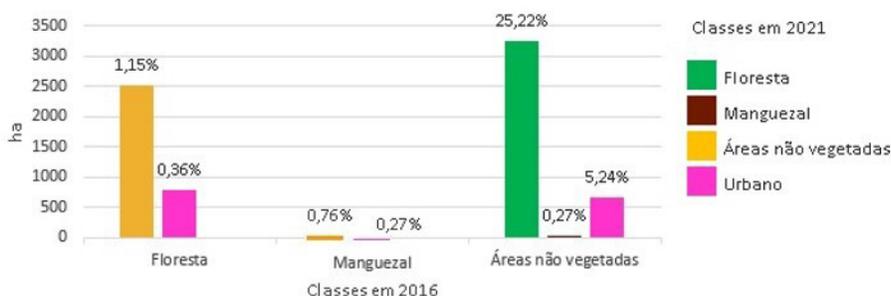


Figura 4 – Valores absolutos (ha) e relativos (%) da cobertura e uso da terra para as transições resultantes em expansão urbana, supressão da vegetação e recuperação vegetal para o período de 2016 a 2021.

De forma a melhor compreender a distribuição das casas de segunda residência nos municípios estudados (lembrando que também existe a oferta de pousadas, chalés e outros), são apresentados os mapas a seguir (Figura 5 e Figura 6), que exibem a densidade de anúncios ativos na Airbnb por meio do método estatístico *kernel* divididos em alta, média e baixa densidade. O primeiro mapa considera a quantidade de pontos e o segundo, além da localização considera o valor das diárias, ou seja, a densidade mais alta coincide com as diárias com valores mais altos.

Nota-se que os anúncios de segunda residência se concentram majoritariamente na orla dos municípios, com maior concentração nas áreas centrais. Em Angra dos Reis há melhor distribuição das casas de segunda residência que variam de alta a média densidade em diferentes localidades, como Garatuaia, Verolme, Pontal, Bracuí, Frade e Mambucaba. Na Ilha Grande a maior densidade encontra-se no Abraão que é a principal mancha urbana da ilha. Também há uma média concentração de segunda residência na Praia de Araçatiba.

Em Paraty, o Centro Histórico e arredores concentram a maior quantidade de casas de segunda residência, seguido por Pedra Branca, Pantanal e Trindade com densidade média. Há outras localidades turísticas que variam de média a baixa densidade, como Taquari, Praia Grande, Ilha do Araújo e Paraty Mirim.

No município de Ubatuba a maior densidade de segunda residência estende-se do centro até a praia da Enseada. As demais localidades com média densidade de hospedagem são: Praia do Itamambuca, Lázaro e arredores, praia da Lagoinha, Maranduba e outros.

Apesar das áreas centrais concentrarem a maior probabilidade de transição para áreas urbanas, sabe-se do recente aumento pela procura de maior contato com a natureza e com a pandemia do coronavírus essa tendência ganhou força. Dessa forma, os lugares mais afastados das áreas centrais e ainda com infraestrutura e com belezas naturais ganham destaque, o que pode influenciar o crescimento das áreas periféricas com apelo turístico. Assim, tais áreas necessitam de maior atenção quanto ao planejamento e ordenamento territorial para que seu possível crescimento não ocorra de forma desordenada.

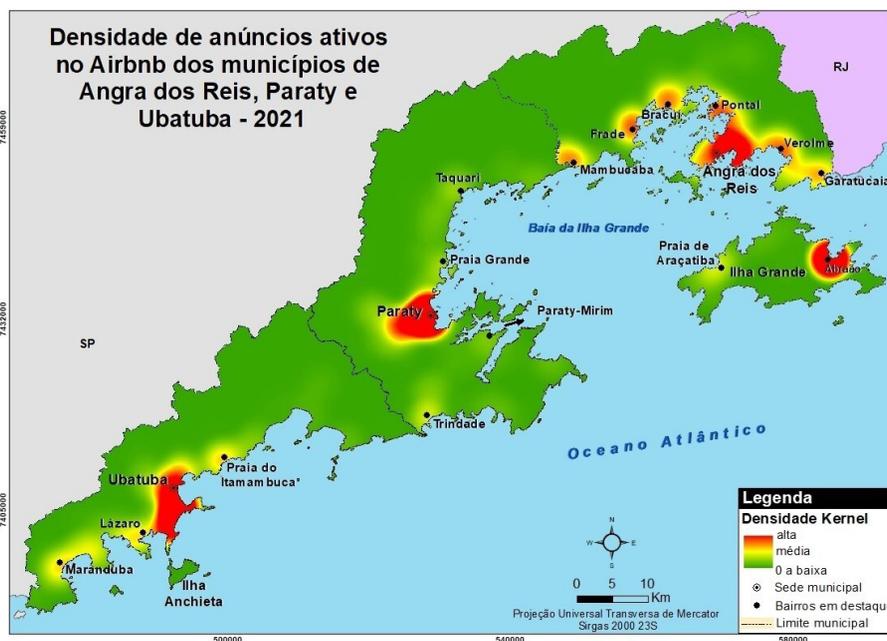


Figura 5 – Densidade *kernel* dos anúncios ativos no Airbnb dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e Ubatuba em 2021.

Ao analisar a densidade de casas de segunda residência de acordo com o valor da diária tem-se uma mudança das manchas no mapa (Figura 6), principalmente no município de Angra dos Reis. Nesta cidade, o valor da diária varia de R\$ 32,00 a R\$ 56.900,00 sendo que as casas de segunda residência com valores mais altos concentram-se no bairro Portugal, no centro de Angra dos Reis e arredores, no Pontal e no Frade, onde situam-se diferentes condomínios de alto padrão, especialmente na orla marítima. Percebe-se

que a mancha de densidade diminuiu no Abraão, em Mambucaba e no Verolme, que é um bairro industrial.

Em Paraty o valor da diária varia de R\$45,00 a R\$10.111,00 com os valores mais altos no Centro Histórico e arredores, seguido pela Praia Grande e Ilha do Araújo com valores médios. Já em Ubatuba o valor da diária varia de R\$41,00 a R\$18.000,00, onde se destacam, com valores mais altos, além do centro da cidade se estendendo até a Praia da Enseada, as localidades de Itamambuca e do Lázaro até a Praia da Lagoinha. Os valores médios concentram-se em Maranduba.

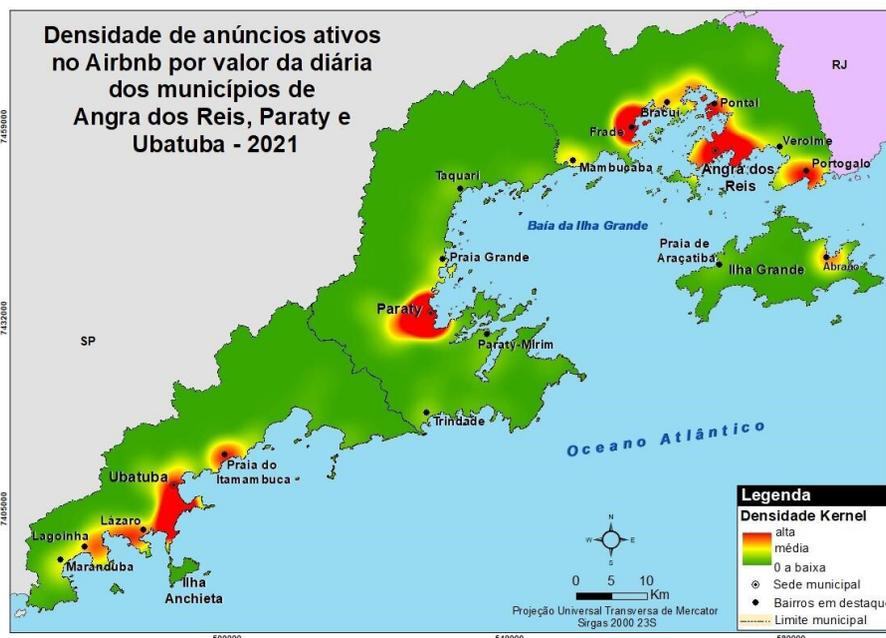


Figura 6 – Densidade *kernel* dos anúncios ativos no Airbnb por valor da diária dos municípios de Angra dos Reis, Paraty e Ubatuba em 2021.

O item abaixo expressa os pesos de evidencia das variáveis turísticas (distância às casas de segunda residência e aos atrativos turísticos) e socioculturais (distância euclidiana das comunidades tradicionais) por município, apontando a influência dessas variáveis em relação ao fenômeno de transição.

Influência das Variáveis Turísticas e Socioculturais na Transição da Cobertura e Uso da Terra

Os gráficos a seguir relacionam os intervalos de distância em metros (*range*) com os pesos de evidência (*weight*), lembrando que quanto mais positivo se torna o valor, maior é a atração para manchas de mudanças e quanto mais negativo o valor, maior é o efeito repelente.

As variáveis abaixo retratam a distância às casas de segunda residência registradas na plataforma *AIRBNB* em 2021, classificadas em quatro categorias: distâncias de altíssima, alta, média e baixa densidade, contudo só as mais significativas foram representadas.

Para melhor compreensão das densidades, as áreas de altíssima densidade de casas de segunda residência em Angra dos Reis, que ocorrem apenas na Ilha Grande na Vila do Abraão, possuem 385 pontos, já umas das áreas de alta densidade em Angra dos Reis – o centro do município possui 285 pontos de um total de 2.279 pontos distribuídos pelo município. Em Paraty a área de altíssima densidade de casas de segunda residência possui 715 pontos de um montante de 2.720 pontos, já em Ubatuba são 2.266 pontos na área de altíssima densidade de um conjunto de 6.670 pontos.

A Figura 7 exibe diferentes categorias de densidade em relação à transição de floresta para áreas urbanas em Angra dos Reis, demonstrando que as distâncias às áreas de alta e média densidade das casas de segunda residência possuem maior poder de atração de manchas urbanas. Deve-se mencionar que as áreas de alta densidade compreendem, além da Ilha Grande, diferentes bairros continentais, como: Garatucaia, Verolme, bairros centrais a exemplo de Marinas, Praia da Chácara, Praia do Jardim, Parque das Palmeiras, Praia Grande, Vila Velha; e bairros mais a sudoeste do município, como Ponta da Cruz, Bracuí, Frade e Parque Perequê.

Chama a atenção o fato da distância às áreas de altíssima densidade apresentar valores negativos, ou seja, houve uma repulsão de transição de florestas para áreas urbanas. Ressalta-se que neste estudo as áreas de altíssima densidade de casas de segunda residência em Angra dos Reis ocorrem apenas na Ilha Grande na Vila do Abraão. A Ilha Grande é composta por um mosaico de UCs, pratica um tipo de turismo mais voltado para natureza, como o turismo de aventura, de base comunitária e outros, além da presença de comunidades tradicionais.

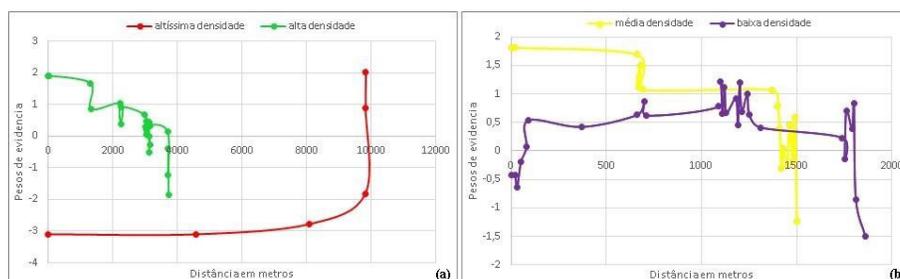


Figura 7 – Influência das variáveis de distância às casas de segunda residência em Angra dos Reis na transição de floresta para áreas urbanas, sendo (a) distância de altíssima e alta densidade e (b) distância de média e baixa densidade.

A Figura 8 a seguir representa a distância às casas de segunda residência em Angra dos Reis de altíssima e alta densidade em dinâmicas de recuperação florestal, demonstrando que mesmo com a concentração de segundas residências na Ilha Grande, o local tem poder de atração para manchas de floresta. Ressalta-se que a Ilha Grande é formada

por um mosaico de UCs, como o Parque Estadual da Ilha Grande – categoria de proteção integral, que cobre quase toda a extensão da Ilha.

Note-se que em relação à alta densidade de casas de segunda residência o poder de atração para a recuperação florestal diminui consideravelmente, destacando que as áreas de alta densidade abrangem diversos bairros continentais de Angra dos Reis.

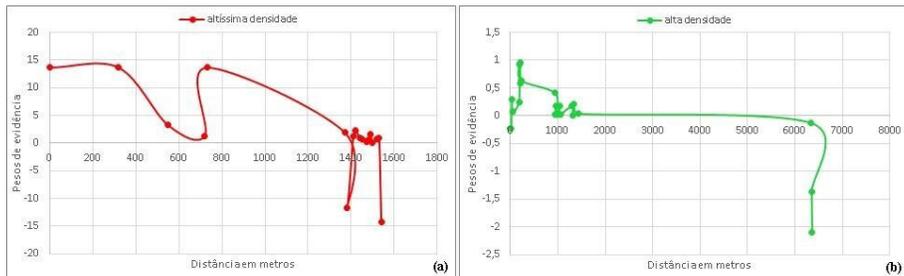


Figura 8 – Influência das variáveis de distância às casas de segunda residência em Angra dos Reis na transição de áreas não vegetadas para floresta, sendo (a) distância de altíssima densidade e (b) distância de alta densidade.

Em Paraty todas as densidades às casas de segunda residência (altíssima, alta, média e baixa – Figura 9) atraem manchas urbanas, todavia as de altíssima densidade possuem maior poder de atração. Apenas o Centro Histórico de Paraty e arredores foram considerados como de altíssima e alta densidade; Pedra Branca, bairros próximos e Trindade foram classificados como de média densidade e as demais localidades turísticas, como São Gonçalo, Taquari, Ilha do Araújo, Saco do Mamanguá, Paraty-Mirim, Praia do Sono e outros foram considerados de baixa densidade, lembrando que estas caracterizam-se como territórios de comunidades tradicionais.

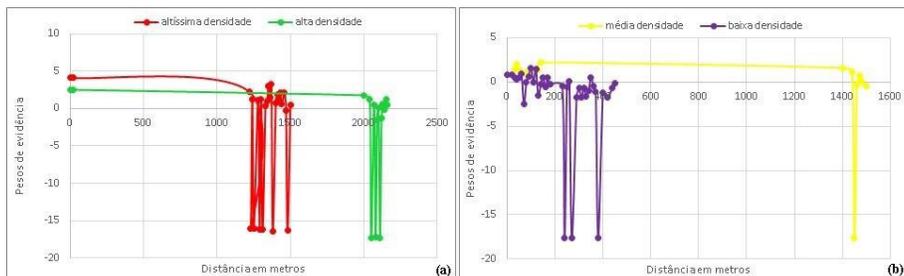


Figura 9 – Influência das variáveis de distância às casas de segunda residência em Paraty na transição de floresta para áreas urbanas, sendo (a) distância de altíssima e alta densidade e (b) distância de média e baixa densidade.

Também as três últimas localizam-se em UC – Saco do Mamanguá e Paraty-Mirim na APA de Cairuçu e Praia do Sono na Reserva Ecológica da Juatinga. Ressalta-se que o

poder de atração em relação à transição de floresta para áreas urbanas diminui conforme a densidade de casas de segunda residência diminui.

A densidade de casas de segunda residência em Paraty (altíssima, alta e média – Figura 10) também apresenta potencial para a supressão do manguezal, como no manguezal no bairro Jabaquara e ao lado do Rio Mateus Nunes no centro da cidade.

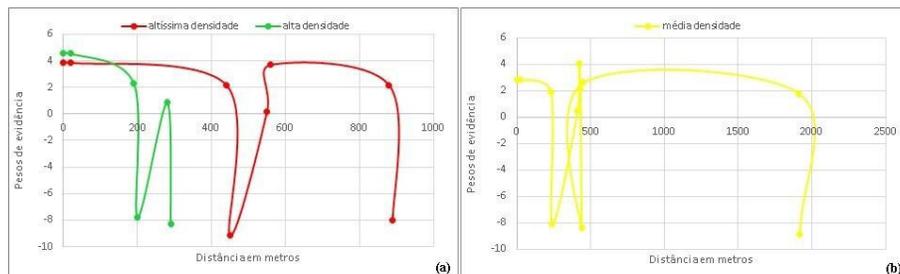


Figura 10 – Influência das variáveis de distância às casas de segunda residência em Paraty na transição de manguezal para áreas urbanas, sendo (a) distância de altíssima e alta densidade e (b) distância de média densidade.

A influência da densidade de casas de segunda residência em Ubatuba considerando a transição de floresta para áreas urbanas está representada na Figura 11, na qual observa-se que as áreas de altíssima densidade possuem maior poder de atração de manchas urbanas comparada às áreas de alta e média densidade.

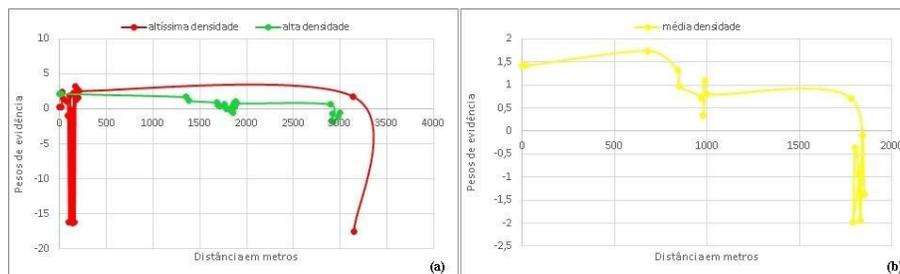


Figura 11 – Influência das variáveis de distância às casas de segunda residência em Ubatuba na transição de floresta para áreas urbanas, sendo (a) distância de altíssima e alta densidade e (b) distância de média densidade.

Outra variável turística analisada neste trabalho foi a distância aos atrativos turísticos, a exemplo da Figura 12, que exhibe a influência de diferentes densidades de atrativos turísticos na transição de floresta para áreas urbanas. Percebe-se que todas as densidades (alta, média e baixa) atraem manchas urbanas, todavia apresentam pesos menos significativos se comparados às diferentes densidades de casas de segunda residência, com a maioria dos intervalos de distância com peso menor que um.

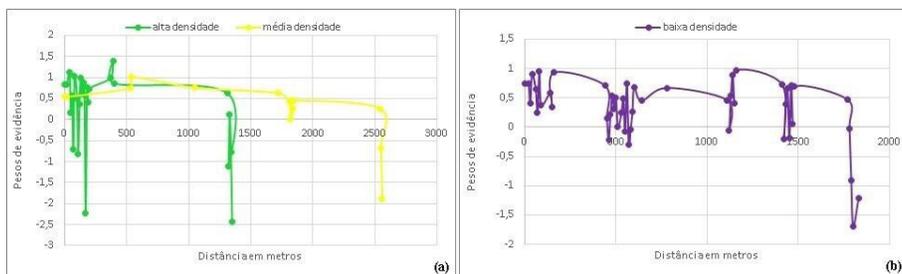


Figura 12 – Influência das variáveis de distância aos atrativos turísticos na transição de floresta para áreas urbanas em Angra dos Reis, sendo (a) distância de alta e média densidade e (b) distância de baixa densidade.

Já as mesmas variáveis consideradas para o município de Paraty apresentaram maior poder de atração para as áreas urbanas (Figura 13), principalmente a distância de alta densidade de atrativos turísticos que compreende o Centro Histórico de Paraty e Trindade.

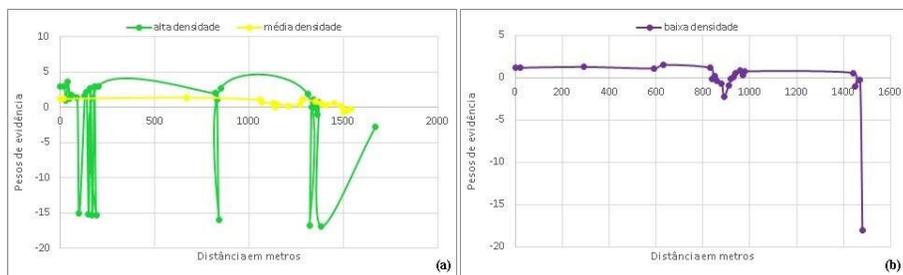


Figura 13 – Influência das variáveis de distância aos atrativos turísticos na transição de floresta para áreas urbanas em Paraty, sendo (a) distância de alta e média densidade e (b) distância de baixa densidade.

Em Ubatuba a distância à densidade de atrativos turísticos (alta, média e baixa) também possuem potencial para atração de manchas urbanas (Figura 14), sendo mais significativas se comparadas ao município de Angra dos Reis. Também se nota maior poder de atração conforme aumenta a densidade de atrativos turísticos.

Os atrativos turísticos de Paraty exibiram maior poder de atração para manchas urbanas, provavelmente devido à maior concentração de atrativos no Centro Histórico da cidade. Já nos demais municípios não há a mesma concentração de atrativos nas áreas centrais.

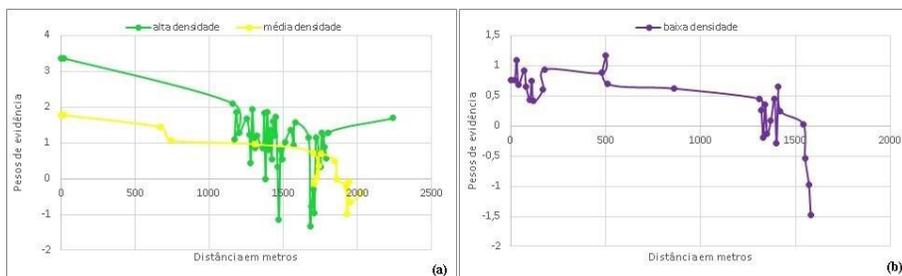


Figura 14 – Influência das variáveis de distância aos atrativos turísticos na transição de floresta para áreas urbanas em Ubatuba, sendo (a) distância de alta e média densidade e (b) distância de baixa densidade.

Também se verificou a relação das comunidades tradicionais presentes no território com a cobertura e uso da terra, para tanto, utilizou-se a distância aos quilombos, às comunidades caiçaras e às aldeias indígenas como variáveis estáticas em diferentes transições da cobertura e uso da terra. A Figura 15 demonstra uma clara ligação positiva entre a recuperação florestal e a presença de comunidades tradicionais no município de Angra dos Reis, principalmente nas proximidades do quilombo de Santa Rita do Bracuí e da aldeia Sapukai no Bracuí, que apresentaram pesos de evidência alto nos primeiros intervalos de distância.

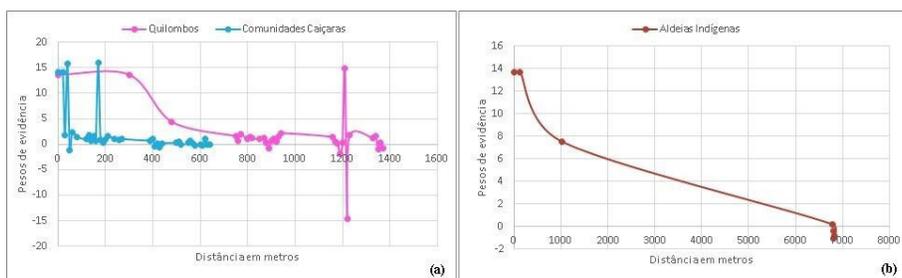


Figura 15 – Influência das variáveis de distância euclidiana às comunidades tradicionais na transição de áreas não vegetadas para floresta em Angra dos Reis, sendo (a) distância euclidiana aos quilombos e comunidades caiçaras e (b) distância as aldeias indígenas.

Em Paraty essa relação também é positiva (Figura 16), contudo os pesos não são expressivos como em Angra dos Reis. Existem dois quilombos em Paraty, o quilombo do Cabral e o quilombo Campinho da Independência, que apresentam pesos positivos até cerca de 370 metros. As comunidades caiçaras encontram-se distribuídas em Paraty, como em Tarituba, São Gonçalo, Paraty-Mirim, Saco do Mamanguá, Trindade e outros e atraem manchas de florestas até aproximadamente 1300 metros, porém, a maioria dos intervalos de distância possuem pesos menores que um. Já as aldeias indígenas são três: aldeia Rio Pequeno, Paraty-Mirim e Araponga que apresentam influência na recuperação florestal até 1100 metros.

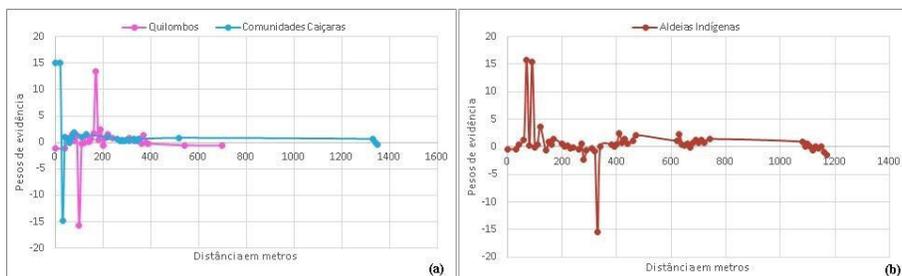


Figura 16 – Influência das variáveis de distância euclidiana às comunidades tradicionais na transição de áreas não vegetadas para floresta em Paraty, sendo (a) distância euclidiana aos quilombos e comunidades caiçaras e (b) distância euclidiana às aldeias indígenas.

Também existe influência das comunidades tradicionais na transição de áreas não vegetadas para floresta em Ubatuba (Figura 17) com pesos maiores nas comunidades quilombolas que são quatro: quilombo do Camburi, da Fazenda, Sertão do Itamambuca e Caçandoca. Já as comunidades caiçaras são 36 e se distribuem por diferentes bairros, como Camburi, Picinguaba, Ubatumirim, Puruba, Promirim, Praia da Fortaleza e outros, com pesos positivos até 280 metros. As comunidades indígenas são duas: Boa Vista Sertão do Promirim e Renascer e apresentam pesos positivos até 610 metros, após esse intervalo existe bastante variação entre pesos positivos e negativos.

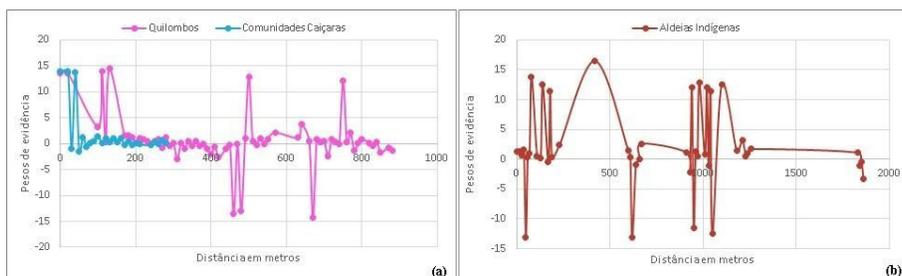


Figura 17 – Influência das variáveis de distância euclidiana às comunidades tradicionais na transição de áreas não vegetadas para floresta em Ubatuba, sendo (a) distância euclidiana aos quilombos e às comunidades caiçaras e (b) distância euclidiana às aldeias indígenas.

Em suma, verificou-se a influência das variáveis turísticas para o crescimento de áreas centrais e periféricas, que se desenvolvem devido à necessidade de oferta de infraestrutura básica aos turistas e visitantes, a exemplo dos equipamentos turísticos, como meios de hospedagens, restaurantes, agências de turismo e outros.

As casas de segunda residência, que neste estudo representam a oferta de meios de hospedagem, concentram-se principalmente nas áreas centrais, onde existe maior

convergência de infraestrutura turística e urbana, como serviços de alimentos e bebidas, agências de traslado e receptivo, agências bancárias e de câmbio, supermercados, farmácias, acesso à internet e outros, que atendem as necessidades básicas dos turistas e visitantes. Devido à orientação da área de estudo para o turismo de sol e praia, as casas de segunda residência também se concentram ao longo da costa, em enseadas, e onde o acesso às praias e o deslocamento pela Rio-Santos são facilitados. Nessas localidades, especialmente em Angra dos Reis, não é incomum encontrar resorts, hotéis de grande porte e loteamentos de alto padrão, que ocupam grandes porções de terra. Por isso, as classes de altíssima e alta densidade de casas de segunda residência possuem relação positiva na transição de floresta para áreas urbanas (expansão urbana), já que o turismo de sol e praia geralmente envolve fatores como infraestrutura urbana e proximidade com atrativos naturais, como praias e áreas conservadas.

A influência para a expansão urbana diminui à medida que a oferta de hospedagem também diminui, a exemplo das classes de média e baixa densidade que apresentam pesos menores para expansão urbana, como por ser observado nas Figuras 7, 9 e 11.

A classe ocupação de média densidade, em sua maioria, situa-se ao redor das áreas de alta densidade, sendo áreas um pouco mais afastadas dos principais atrativos e serviços. Já as áreas de baixa densidade, localizam-se em áreas mais isoladas, geralmente relacionadas ao turismo rural, ecoturismo e turismo de base comunitária, seja em áreas montanhosas, próximas à Serra do Mar, ou em áreas de praias de difícil acesso. Nessas classes de média e baixa densidade, normalmente, predomina uma infraestrutura de menor porte, como pousadas, sítios, chácaras, *hostels* e sistemas de *bed & breakfast*, no qual, geralmente, os anfitriões residem na casa e oferecem pernoite e café da manhã. Estas áreas apresentam menor alteração da cobertura da terra, o que se relaciona diretamente com o uso da mesma, voltado para a proteção de áreas naturais e onde habitam população rural e tradicional, como povos indígenas, quilombolas e caçaras.

A Ilha Grande, em Angra dos Reis, apresenta um diferencial, pois embora seja uma das portas de entrada do turismo internacional no Brasil e de ter sido classificada como área de altíssima densidade de casas de segunda residência, foi a única localidade que apresentou influência negativa para a expansão urbana e a que demonstrou maior influência para recuperação florestal (Figura 7 e Figura 8). Isto reflete algumas particularidades da área, como o acesso restrito, sendo necessário travessias de barco para chegar a Ilha, que leva cerca de 40 minutos partindo de Angra dos Reis. Outrossim, é a oferta de hospedagem, formada majoritariamente por instalações de médio e pequeno porte. Aliado a estes fatores, deve-se ressaltar os usos da Ilha Grande, sendo a maior parte de suas áreas voltadas para proteção ambiental e habitada por população tradicional de pescadores artesanais.

A alta densidade de atrativos turísticos também coincide com as áreas centrais dos municípios onde existe oferta não apenas de atrativos naturais, como as praias, mas também atrativos histórico-culturais, como igrejas, museus, teatros, arquitetura, aquários, monumentos, praças e outros. Este fato relaciona as áreas de alta densidade de atrativos turísticos com a expansão urbana, principalmente em Paraty (Figura 13), onde existe

maior concentração de atrativos histórico-culturais no Centro Histórico da cidade comparado aos municípios de Angra dos Reis e Ubatuba.

A média densidade de atrativos turísticos ocorre de forma mais dispersa na área de estudo, ao longo da costa, representada principalmente por atrativos naturais, como praias, grutas e mirantes. Apesar desses atrativos se localizarem em áreas preservadas, eles também apresentam certa proximidade de manchas urbanas de menor densidade, onde os turistas e visitantes encontram serviços de hospedagem e restauração.

Já os atrativos turísticos de baixa densidade, como praias, cachoeiras e picos, se situam em áreas mais isoladas das manchas urbanas e de difícil acesso. Os atrativos turísticos, principalmente as praias, possuem influência para a expansão urbana devido a seu poder de valorização local e vantagens comparativas. A população atraída pela possibilidade de maior qualidade de vida passa a ocupar áreas do entorno, e com o aumento do fluxo turístico para a localidade, surgem infraestruturas e serviços para atender as necessidades de turistas e visitantes.

No tocante às comunidades tradicionais, o seu modo de organização econômica e social em pequena escala e sua relação mais harmônica com o meio natural, utilizando-o como recurso para sua reprodução cultural, religiosa e econômica, contribuem para a menor alteração da cobertura da terra. Outra característica importante para a relação positiva desses povos com a recuperação florestal (Figuras 15, 16 e 17) é o relativo isolamento de seus territórios, geralmente distantes das manchas urbanas e das principais vias de acesso.

Validação do Modelo de Simulação

A Figura 18 é um exemplo de um mapa de probabilidade de expansão urbana (transição de florestas para áreas urbanas) para o município de Angra dos Reis. No DINAMICA EGO é gerado um mapa de probabilidade de transição para cada mudança de uso da terra identificada no período de simulação. Esses mapas são construídos a partir dos pesos de evidência de forma a selecionar as áreas mais favoráveis para cada tipo de transição. Neste trabalho os pesos de evidência foram gerados a partir das variáveis explicativas contidas no Quadro 1.

Observa-se que a probabilidade de expansão urbana em Angra dos Reis concentra-se, principalmente, na orla do município, tanto próximo das áreas centrais, com maior densidade urbana, quando nas áreas periféricas. Ressalta-se a eficácia das UCs como barreira à expansão urbana coincidindo com as áreas de ausência de probabilidade de transição.

No que concerne à validação do modelo, a simulação de 2021 apresentou similaridade de 0.58 em uma janela de 5x5 e de 0.73 em uma janela de 11x11, significando uma boa resposta em uma janela de média resolução, e uma melhor resposta numa janela de baixa resolução. Logo, as variáveis selecionadas foram suficientes para explicar a localização da maior parte das mudanças, lembrando que índices de similaridade próximos a 0.4 indicam um bom ajuste de compatibilidade entre o mapa simulado e o real.

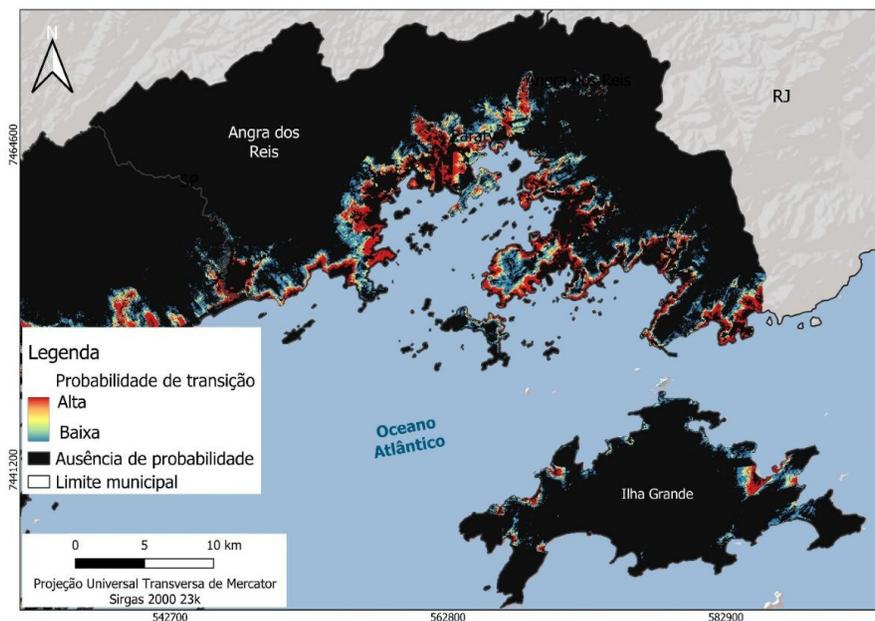


Figura 18 – Mapa de probabilidade de transição de floresta para áreas urbanas a partir dos pesos de evidência das variáveis contidas no Quadro 1 para o município de Angra dos Reis.

Conclusão

A partir das análises realizadas utilizando métodos estatísticos, geotecnologias e autômatos celulares, identificou-se que o turismo – que para se desenvolver necessita de equipamentos turísticos básicos, como meios de hospedagem, acessibilidade e estabelecimentos de alimentos e bebidas – influencia na mudança da cobertura e uso da terra da área de estudo, principalmente em relação à transição de floresta para áreas urbanas.

Esse tipo de transição ocorre especialmente próximo a áreas de alta densidade de hospedagem e em menor intensidade próximo aos atrativos turísticos. Apesar da transição de floresta para áreas urbanas ocorrer em menor percentual na área de estudo, especialmente devido às unidades de conservação que limitam a ocupação no território, é preocupante a perda de áreas vegetadas, como floresta e manguezal, para construção civil a longo prazo, tendo em vista os investimentos “turísticos” direcionados à região de estudo e o consequente aumento do fluxo turístico e a flexibilização das leis ambientais.

Nesse contexto destaca-se a Ilha Grande – reconhecida como Patrimônio Mundial junto com Paraty – que mesmo atraindo fluxo de turistas nacionais e internacionais e com alta densidade de casas de segunda residência, é capaz de repelir manchas urbanas e atrair manchas de recuperação florestal, em virtude de diferentes fatores, como o mosaico de unidades de conservação que protegem a ilha da ocupação desenfreada, a presença de povos tradicionais que habitam a ilha e o tipo de turismo que se pratica na mesma, como o turismo de base comunitária e o ecoturismo.

Tal panorama se contrapõe ao tipo de turismo praticado na área continental de Angra dos Reis, voltado principalmente para o turismo de sol e praia baseado em segunda residência, a exemplo das áreas de alta densidade de hospedagem na parte continental. Outra característica a ser ressaltada são os valores das diárias, sendo a Ilha Grande mais acessível em termos de hospedagem, se comparada a outras áreas de alta densidade de hospedagem da parte continental de Angra dos Reis e dos municípios de Paraty e Ubatuba.

Em relação a Paraty, o Centro Histórico, onde concentra-se alta densidade de casas de segunda residência com altos valores, já não mais abriga as comunidades tradicionais, pois a especulação imobiliária e alta dos preços afastou esses povos para áreas periféricas do município, sendo o Centro Histórico ocupado principalmente pelo comércio e pelo turismo.

Também se avaliou a influência das comunidades tradicionais na mudança da cobertura e uso da terra, tendo estas destaque na recuperação florestal. Dentre os povos tradicionais presentes nos territórios estudados, os quilombos e aldeias indígenas apresentaram maior influência para recuperação florestal, possivelmente devido às comunidades caiçaras habitarem, em sua maioria, as áreas litorâneas dos municípios, em conflito com áreas de expansão turística.

Vale destacar que muitas comunidades tradicionais atuam com o turismo, sendo classificadas como áreas de baixa densidade de casas de segunda residência e menor influência para atração de manchas urbanas.

Assim, a partir das variáveis explicativas selecionadas e do modelo de autômato celular utilizado (DINAMICA EGO), considera-se que a modelagem da simulação do período de 2016 a 2021 mostrou-se satisfatória para explicar a mudança da cobertura e uso da terra na região estudada. Vale lembrar que existem variáveis que não são passíveis de representação, devido a fatores como imprevisibilidade, falta de dados, incompatibilidade com a escala de análise e outros. Contudo, outras variáveis e parâmetros de entrada podem ser testados para o aprimoramento e melhor validação do modelo, a exemplo da inserção de mapas de fluxo turístico. Também é viável a exploração de possíveis cenários e tendências das dinâmicas da cobertura e uso da terra.

A modelagem de cenários configura-se como um método de grande importância para simulação de processos dinâmicos e como ferramenta de apoio para o planejamento e gestão da cobertura e uso da terra, contribuindo para tomada de decisão, a exemplo do direcionamento turístico de determinada região.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, C. M. *Modelagem da dinâmica espacial como uma ferramenta auxiliar ao planejamento: simulação de mudanças de uso da terra em áreas urbanas para as cidades de Bauru e Piracicaba (SP)*. 2004, 321f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2004.

BAR-YAM, Y. *Dynamics of Complex Systems*. Addison-Wesley. 1. ed., 1997. Disponível em: <https://fernandonogueiracosta.files.wordpress.com/2015/08/yaneer-bar-yam-dynamics-of-complex-systems.pdf/>. Acesso em: 30 set. 2021

BATTY, M. GeoComputation using cellular automata. In: OPENSHAW, S.; ABRAHART, R. *Geocomputation*, p. 95-126. Nova York: Taylor & Francis, 2000.

Jéssica Silva Martins, Monika Richter, Carla Bernadete Madureira Cruz e Rafael Cardão Augusto

BENI, M. C. *Análise estrutural do turismo*. 10. ed. São Paulo: Senac, 1997.

CAIXETA, P. R. C. *Modelagem espacial da dinâmica da mancha urbana de Viçosa-MG*. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado em Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

CARVALHO, N. L. Angra dos Reis e seu patrimônio ameaçado: da Riviera Francesa à Riviera Maya, velhas ideias, novas investidas. Grupo de Estudos da Baía da Ilha Grande – GEBIG. Texto de Apoio, n. 5, set. 2020. Disponível em: <http://gebig.org/wp-content/uploads/2020/09/Angra-e-seu-patrim%C3%B4nio-amea%C3%A7ado-Nathalia-Carvalho-ago-2020-GEBIG-1.pdf>/ Acesso em: 05 maio 2022.

CHRISTALLER, W. Some Considerations of Tourism Location in Europe: the peripheral regions – under-development contries – recreation áreas. Regional Science Association, *Papers XII*, Lund Congress, 1963.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Blucher, 2009.

CSR.UFMG, 2015. Disponível em: <https://csr.ufmg.br/dinamica/>. Acesso em: 05 dez. 2017.

FEITOSA, F. F.; MARETTO, R. V.; MONTEIRO, A. M. V.; ANAZAWA, T. M. Urbanização e vulnerabilidade social em zonas costeiras: a construção de um modelo de simulação das dinâmicas residenciais de Caraguatatuba, SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, XVIII, ABEP, *Anais...* Águas de Lindóia/SP, 2012. 21 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233832611_Urbanizacao_e_Vulnerabilidade_Social_em_Zonas_CosteirasA_Construcao_de_um_Modelo_de_Simulacao_das_Dinamicas_Residenciais_de_Caraguatatuba_SP. Acesso em: 03 maio 2021

FRATUCCI, A. C. *A dimensão espacial nas políticas públicas brasileiras de turismo: as possibilidades das redes regionais de turismo*. 2008. 309 f. Tese (Doutorado em geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

FRATUCCI, A. C. *O ordenamento territorial da atividade turística no estado do Rio de Janeiro. Processos de inserção dos lugares turísticos nas redes do turismo*. 2000, 177 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2000.

GEOINEA. Base de Dados Espaciais. Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=00cc256c620a4393b3d04d2c34acd9ed>. Acesso em: 02 maio 2021.

HALL, M. Constructing sustainable tourism development: the 2030 agenda and the managerial ecology of sustainable tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, v. 27, n. 7, p. 1044-1060, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *IBGE Cidades*, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 set. 2023.

_____. *Bases Cartográficas Contínuas*, 2019. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?edicao=16033&t=downloads/>>. Acesso em: 05 fev. 2022.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *APA de Proteção Ambiental Cairucu*, 2018. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/cairucu/plano-de-manejo.html/>> Acesso em: 09 nov. 2021.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. *GEOINEA Base de Dados Geoespaciais*, 2021. Disponível em: <<https://geoportal.inea.rj.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experiencia/?id=d40de9b2dd2243ccb777971cef2eb14e/>> Acesso em: 25 de jan. 2022.

MELHORESDESTINOS. 2020. Disponível em: <https://www.melhoresdestinos.com.br/azul-conecta-voos-angra-paraty-ubatuba-buzios-canela.html> Acesso em: 14 maio 2021.

MELOTTI, G. *Aplicação de autômatos celulares em sistemas complexos: um estudo de caso em espalhamento de epidemias*. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Download de dados geográficos*, 2021. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm/>> Acesso em: 18 de jan. 2022.

_____. *Unidades de Conservação*. Disponível em: <https://dados.mma.gov.br/dataset/unidadesdeconservacao>. Acesso em: 02 maio 2021.

MTUR – Ministério do Turismo; SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. *Índice de competitividade do turismo nacional: destinos indutores do desenvolvimento turístico regional – relatório Brasil 2014*. Brasília, DF: SEBRAE, 2014. Disponível em: [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/43779dd8403a4ee79017f87719638a81/\\$File/5315.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/43779dd8403a4ee79017f87719638a81/$File/5315.pdf)

NOVAES, M. R.; RUDORFF, B. T.; ALMEIDA, C. M. Validação de modelos estacionário e prescritivo do manejo da cana-de-açúcar para o ano-safra 2010 nas regiões de Jaú e Ribeirão Preto, São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 2013. Foz do Iguaçu. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2013. p. 474-481.

PARRALEJO, J. J.; DÍAZ-PARRA, I. Gentrification and touristification in the central urban areas of Seville and Cádiz. *Urban Science*, v. 5, n. 2, 2021. 11 p. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2413-8851/5/2/40> Acesso em: 25 jul. 2023.

PEDROSA, B. M.; CÂMARA, G. Modelagem dinâmica e geoprocessamento. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap6-dinamica.pdf> Acesso em: 25 jul. 2019.

Jéssica Silva Martins, Monika Richter, Carla Bernadete Madureira Cruz e Rafael Cardão Augusto

PORTAL. IPHAN, 2019. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/5164/paraty-e-ilha-grande-rj-ganham-titulo-de-patrimonio-mundial-da-unesco/> Acesso em: 26 jul. 2020.

SANTOS, M. *Metamorfoses do Espaço Habitado*. 5ª ed. São Paulo: HUCITEC, 1997.

SILVA, S. B. M. Metropolização e raízes da periferização turística. *Turismo em Análise*, São Paulo, 1996.

SOARES-FILHO, B. S.; CERQUEIRA, G. C.; PENNACHIN, C. L. Dinâmica – a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. *Ecological Modelling*, v. 154, p. 217-235, 2002.

_____; _____. Stochastic cellular automata modeling of urban land use dynamics: empirical development and estimation. *Computers, Environment and Urban Systems*, v. 27, n. 5, p. 481-509, 2003.

SONAGLIO, K. E. Aproximações entre o turismo e a resiliência: um caminho para a sustentabilidade. *Turismo. Visão e Ação*, v. 20, n. 1, p. 80-104, 2018. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/2610/261058528010/html/> Acesso em: 15 set. 2023.

ŚWIDYŃSKA, N.; WITKOWSKA-DĄBROWSKA, M. Indicators of the Tourist Attractiveness of Urban–Rural Communes and Sustainability of Peripheral Areas. *Sustainability*, v. 13, n. 12, 2021. 24p. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/12/6968> Acesso em: 02 ago. 2023.

TAMOIOSNEWS, 2020. Disponível em <https://www.tamoiosnews.com.br/noticias/cidades/ubatuba-e-ilhabela-se-unem-a-paraty-angra-e-ilha-grande-para-projeto-turistico-internacional/>. Acesso em: 25 jul. 2020.

USGS – United States Geological Survey. *Earth Explorer*, 2021 Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 02 maio 2021.

WOLFRAM, S. *A new kind of science*. Wolfram Media, Champaign, Illinois, 2002

_____. Statistical mechanics of cellular automata. *Reviews of Modern Physics*, v. 55, n. 3, p. 601-644, 1983. Disponível em: <https://content.wolfram.com/sw-publications/2020/08/statistical-mechanics-cellular-automata.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2023.

Recebido em: 31/08/2023. Aceito em: 23/11/2023.

Nota

¹ O DINAMICA EGO é uma plataforma para modelagem ambiental com possibilidades de design desde modelos espaciais estáticos simples até modelos dinâmicos complexos. O software foi escrito em linguagem C++ orientada a objetos e interface gráfica em JAVA e disponibiliza uma série de algoritmos projetados para simulações espaciais, incluindo funções de transição e métodos de calibração e validação. É possível realizar o download do software no seguinte endereço: <https://csr.ufmg.br/dinamica/>