

MAPAS EM APOIO AO ESTUDO DE FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL DA MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: UMA ANÁLISE CARTOGRÁFICA

Mayã Luíza Teles Garcia

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Julia Celia Mercedes Strauch

Escola Nacional de Ciências Estatísticas

Carla Bernadete Madureira Cruz

Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

O estado do Rio de Janeiro apresenta significativa preservação da Mata Atlântica, apesar da fragmentação florestal. A respeito do mapeamento de seus remanescentes florestais, foram analisados materiais, objetivos e metodologias de produção de quatro mapas de cobertura e uso da terra do estado produzidos por diferentes iniciativas. Foram examinados seus detalhamentos espacial, temporal e temático, abrangência geográfica e oficialidade dos dados, identificando semelhanças e diferenças, fragilidades e potencialidades. Concluiu-se que detalhamento espacial variou mesmo quando a área mínima mapeada era igual, ressaltando a influência e relevância dos materiais e métodos nos resultados de cada mapa. Mapas da FBDS e da SEA-RJ destacam-se pelo maior detalhamento espacial e do MapBiomass pela série temporal.

Palavras-chave: Mapeamento Temático; Detalhamento espacial; Detalhamento temporal; Área mínima.

ABSTRACT

The state of Rio de Janeiro has preserved a significant portion of the Atlantic Forest, despite forest fragmentation. Regarding the mapping of its forest remnants, we analyzed the materials, objectives, and methodologies used to produce four maps of land cover and land use in the state, produced by different initiatives. Their spatial, temporal, and thematic details, geographical coverage, and official status of the data were examined, identifying similarities and differences, weaknesses, and potentialities. We concluded that spatial detail varied even when the minimum mapped area was the same, highlighting the influence and relevance of materials and methods on the results of each map. FBDS and SEA-RJ maps stand out for their greater spatial detail, and MapBiomass for its time series.

Key words: Thematic Mapping; Spatial Detailing; Temporal Detailing; Minimum mapping unit.

INTRODUÇÃO

A fragmentação florestal é o processo no qual um habitat contínuo é dividido em manchas, ou fragmentos, mais ou menos isolados (CERQUEIRA *et al.*, 2003). Dentre os indicadores utilizados para avaliação do estado de preservação dos fragmentos florestais, estão as métricas da paisagem que, vinculadas aos princípios de Ecologia da Paisagem, visam caracterizar a estrutura e disposição geográfica de elementos da paisagem (TURNER, GARDNER e O'NEILL, 2001), com ênfase nos ambientes naturais, sendo frequentemente aplicadas a estudos de fragmentação florestal.

Assim, alterações ocorridas na qualidade dos habitats pelo processo de fragmentação podem ser medidas por métricas da paisagem, tais como tamanho e forma do fragmento; efeito da distância entre os fragmentos, ou o grau de isolamento; o tipo de matriz circundante e o efeito de borda (CERQUEIRA *et al.*, 2003, RIBEIRO *et al.*, 2009). Desta forma, as métricas da paisagem permitem tanto uma observação espacial das condições das florestas, quanto temporal quando aplicadas em séries históricas para revelar as mudanças ao longo do tempo.

Sabe-se que quanto maior a área dos fragmentos, maior a possibilidade de conservação e manutenção da biodiversidade, pois as populações viáveis e os processos ecológicos podem se manter com maior eficiência (CERQUEIRA *et al.*, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2009). Contudo, é preciso ressaltar que, ainda que sejam mais vulneráveis, fragmentos com área reduzida têm importância na conectividade entre os fragmentos, pois atuam como “*stepping stones*” (“pontos de ligação” ou “trampolins ecológicos”), ou seja, pequenas áreas de habitat dispersas pela matriz que podem, para algumas espécies, facilitar os fluxos entre fragmentos maiores (METZGER, 2001; SANTOS *et al.*, 2017). Portanto, a identificação de remanescentes florestais de diferentes tamanhos, desde os maiores até os menores, é fundamental na avaliação e no monitoramento da conservação das florestas.

O estado do Rio de Janeiro, inserido completamente no bioma Mata Atlântica, está localizado em uma das regiões onde, apesar da fragmentação, ainda há uma significativa preservação deste bioma brasileiro; pois, de acordo com o MapBiomas (2023), 30% do estado ainda é coberto pela floresta. Através do diagnóstico da situação dos remanescentes florestais, é possível identificar problemas e dar apoio a políticas de gestão ambiental, contribuindo significativamente para a elaboração de estratégias de recuperação e manejo dos fragmentos, assim como suporte para tomadas de decisão em políticas de preservação e restauração ambiental em nível estadual.

No intuito de economizar recursos e potencializar seus usos, é interessante utilizar mapeamentos já realizados para investigar e caracterizar as florestas. No caso do estado do Rio de Janeiro, há diferentes mapas que identificam as florestas e podem ser usados para este fim. Contudo, para escolher o mapa a ser utilizado em uma pesquisa, é fundamental conhecer suas características e seus objetivos de modo a confirmar se aquele produto atende às necessidades do estudo. Uma das formas de evidenciar as características de diferentes mapas é através de uma análise comparativa.

A comparação de produtos semelhantes provenientes de diferentes fontes de dados, objetivos e metodologias é algo que vem se tornando realidade em função da abundância de dados disponíveis e das diferentes frentes de trabalho existentes. Podemos citar, por exemplo, os trabalhos de Amaral *et al.* (2023) que dispõe sobre três séries de mapeamentos do bioma com escalas semelhantes, porém com metodologias e objetivos diferentes; e de Passos *et al.* (2023) que aborda as diferenças entre mapeamentos realizados com dados de sensoriamento remoto com duas resoluções espaciais diferentes ao longo do tempo.

Destarte, neste trabalho foram selecionadas quatro iniciativas distintas de mapeamento de cobertura e uso da terra do estado do Rio de Janeiro para efetuar uma comparação. A partir desta oferta de mapas temáticos, foram delimitadas as seguintes questões: Como foram produzidos os mapas de cobertura e uso da terra disponíveis para o estado do Rio de Janeiro e quais são suas características? Como suas características se apresentam em potencialidades ou fragilidades no apoio ao estudo de fragmentação florestal da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro?

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar comparativamente quatro iniciativas de mapeamento de cobertura e uso da terra disponíveis para o estado do Rio de Janeiro, considerando suas geometrias (detalhamento espacial), suas classes temáticas (detalhamento da legenda), suas datas (detalhamento temporal), suas abrangências geográficas e seus status de oficialidade para identificar as potencialidades e fragilidades de cada mapa no apoio ao estudo da fragmentação florestal no estado. Desta forma, buscar-se-á o entendimento de como cada representação atende à análise da fragmentação da Mata Atlântica no estado.

Para responder as questões levantadas é essencial considerar o conceito de escala na construção e na leitura de um mapa, pois a representação em mapas requer um processo em que transformações geométricas (MENEZES e COELHO NETO, 1999) são realizadas para que o mundo real seja representado de forma gráfica em um tamanho reduzido. Então, para garantir que a representação espacial seja compatível e verdadeira com a realidade, o conceito de escala é fundamental neste processo de abstração e simplificação.

Escala é a proporção que existe entre as distâncias lineares representadas em um mapa e aquelas existentes no terreno, ou seja, na superfície terrestre (FITZ, 2008). Assim, cartograficamente, a escala de um mapa é a razão que garante que as medidas de comprimento e área efetuadas em um mapa terão representatividade direta sobre seus valores reais no terreno (MENEZES e FERNANDES, 2013).

Para além desse significado matemático da escala, a escolha de uma escala para um mapa também implica no que será representado e o que será omitido e, segundo Castro (2007), a escala é uma estratégia de aproximação do real. A escala cartográfica é então um fator determinante para a delimitação do espaço físico, grau de detalhamento de uma representação ou identificação de feições geográficas, definindo também a amplitude – escala geográfica – da área de estudo a ser representada (MENEZES e FERNANDES, 2013).

Enquanto a escala cartográfica está relacionada à representação de um fenômeno, ou seja, às propriedades da informação e suas características geométricas, a escala geográfica diz respeito à abrangência do fenômeno estudado (MENEZES e FERNANDES, 2013). Desta forma, mapas com escalas cartográficas de maior detalhamento costumam possuir uma escala geográfica de menor abrangência, ou seja, representam áreas menores do mundo real (MENEZES e COELHO NETO, 1999). Assim, por meio da eleição de uma escala, é possível encontrar e visibilizar padrões espaciais que talvez não fossem identificados no tamanho real do mundo ou em outras escalas menos adequadas a determinado fenômeno.

Portanto, partimos da hipótese de que diferentes escalas, resoluções espaciais e detalhamentos influenciarão nos resultados sobre a fragmentação florestal obtidos de cada mapa de cobertura e uso da terra selecionado para este estudo, conforme apontado por Saura (2002). Isto porque os mapeamentos apresentam fontes de dados com características diversas e metodologias variadas, incluindo a definição de diferentes áreas mínimas de mapeamento, o que produzem

geometrias distintas na produção dos mapas e, por consequência, métricas da paisagem também diferentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Os mapas de cobertura e uso da terra empregados neste trabalho foram elaborados: i) pela Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável (2018); ii) pela Secretaria do Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (2018); iii) pelo MapBiomass (2023); e iv) pela Fundação SOS Mata Atlântica/INPE (2022).

Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS)

O mapa de cobertura e uso da terra do estado do Rio de Janeiro na escala 1:25.000, executado pela FBDS, publicado em 2018, é fruto do Projeto de Mapeamento em Alta Resolução dos Biomas Brasileiros. Segundo a FBDS, o projeto tem como objetivo mensurar o passivo ambiental em Área de Proteção Permanente (APP) de corpos hídricos, seguindo a normativa que consta da Lei de Proteção à Vegetação Nativa (ou Novo Código Florestal; Lei 12.651/2012), além da finalidade de gerar ferramentas para o trabalho de validação do CAR pelos estados da Federação e pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB), a ser realizado no bioma da Mata Atlântica. Os dados encontram-se disponíveis gratuitamente no site da FBDS em formato *shapefile* e articulados por Unidades da Federação.

Este projeto produziu base cartográfica elaborada a partir da classificação supervisionada e vetorização de imagens *RapidEye* de 2013 com resolução espacial de 6,5 m reamostrada para 5 m, composta por três categorias de informação: i) uso e cobertura do solo, ii) hidrografia e iii) áreas de preservação permanente ripárias. A conferência e edição vetorial foi realizada na escala de 1:10.000 em tela. Para a categoria de uso e cobertura do solo, foram mapeadas as classes temáticas descritas no Quadro 1.

Classe	Descrição
Formação florestal	Vegetação arbórea nativa com dossel contínuo
Formação não florestal	Vegetação arbustiva ou herbácea
Água	Espelho d'água contínuo
Área edificada	Áreas edificadas
Área antropizada	Áreas desprovidas de cobertura vegetal nativa
Silvicultura	Cultivos de <i>Eucalyptus sp.</i> ou <i>Pinus spativa</i>

Quadro 1 - Descrição das classes de mapeamento realizado pela FBDS (2018)

Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEA-RJ)

O mapa de cobertura e uso da terra do estado do Rio de Janeiro na escala 1:25.000 da SEA-RJ, publicado em 2018, foi baseado em imagens orbitais de diferentes sensores e resoluções espaciais. A integração de diferentes sensores teve como o objetivo atender às peculiaridades de cada classe mapeada, assim como a dinâmica temporal e a melhor caracterização tanto espectral, quanto espacial. Apesar de terem sido usadas imagens de diferentes sensores, o mapa foi elaborado, principalmente, a partir da classificação de imagens *WorldView*, originalmente com resolução espacial de 50 cm reamostradas para *pixels* de 2 m. As imagens utilizadas foram coletadas principalmente no ano base 2014±1 (2013 a 2015, preferencialmente). A classificação das imagens foi realizada por método de Análise de Imagens Baseada em Objetos Geográficos (GEOBIA) com posterior interpretação visual e edição manual dos grupos de trabalho. Por fim, foram realizados trabalhos de campo para verificação do mapeamento produzido em laboratório e para esclarecimento de áreas de dúvida (SEA-RJ; INEA, 2018). A legenda elaborada por este mapeamento é apresentada no Quadro 2.

Grupo	Classe	Cobertura
Áreas Naturais	Água (Corpos Hídricos)	Rios, lagos, lagoas, baías, oceano, entre outras.
	Áreas Naturais Florestadas	Diferentes níveis sucessionais de Mata Atlântica, entre outras.
	Áreas Naturais Não Florestadas	Cordões arenosos, afloramentos rochosos, dunas, campos de altitude, entre outras.
	Restinga	Restinga (Incluindo cordões arenosos e florestas de restinga)
	Mangue	Mangue
Áreas Antrópicas	Áreas Antrópicas Agropastoris	Diferentes tipos de cultivos, áreas de pastagem, entre outras.
	Áreas Antrópicas Não Agropastoris	Áreas urbanas de diferentes níveis de densidade de ocupação, áreas de mineração, solo exposto, entre outras.
	Silvicultura	Silvicultura (Prioritariamente Eucalipto)
	Áreas Antrópicas Agropastoris Não Consolidado	Áreas Antrópicas Agropastoris no mapeamento (2014) em área de Floresta (2008)

Quadro 2 - Descrição das classes de mapeamento realizado pela SEA-RJ (2018)

MapBiomias – Coleção 7.1

O MapBiomias é uma rede colaborativa, formada por ONGs, universidades e *startups* de tecnologia que produz mapas anuais no formato matricial de cobertura e uso da terra, por meio da classificação automática *pixel a pixel* de imagens de satélite *Landsat* (resolução espacial de 30 m) baseada em algoritmos de aprendizagem de máquina (*machine learning*). Nessas condições, os produtos do projeto são compatíveis com a escala de 1:100.000. Assim, um dos objetivos desta iniciativa é contribuir nos estudos de dinâmica da cobertura e uso da terra no Brasil a nível nacional por meio do desenvolvimento e implementação de metodologias baseadas no processamento em larga escala e de baixo custo financeiro.

A Coleção 7.1 (2023) possui classes de legenda agrupadas em quatro níveis de detalhamento, sendo o primeiro nível o de menor detalhe, conforme descrito no Quadro 3.

Classe Nível 1	Classe Nível 2	Descrição
Floresta	Formação Florestal	Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea.
	Formação Savânica	Savanas, Savanas-Estépicas Florestadas e Arborizadas.
	Mangue	Formações florestais, densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal.
	Restinga Arborizada	Formações florestais que se estabelecem sobre solos arenosos ou sobre dunas na zona costeira.
Formação Natural Não Florestal	Campo Alagado e Área Pantanosa	Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre.
	Formação Campes- tre	Savanas e Savanas-Estépicas Parque e Gramíneo-Lenhosa, Estepe e Pioneiras Arbustivas e Herbáceas.
	Apicum	Apicuns ou Salgados são formações quase sempre desprovidas de ve- getação arbórea, associadas a uma zona mais alta, hipersalina e me- nos inundada do manguezal, em geral na transição entre este e a terra firme.
	Afloramento Ro- choso	Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade.
	Restinga Herbácea	Vegetação herbácea com influência fluviomarinha.
	Outras Formações não Florestais	Outras Formações Naturais não florestais que não puderam ser cate- gorizadas.
Agropecuária	Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas à ativi- dade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominate- mente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas.
	Agricultura	Áreas cultivadas (Lavouras Temporárias e Lavouras Perenes).
	Silvicultura	Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. pinus, eucalipto, araucária).
	Mosaico de Usos	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pas- tagem e agricultura.
Área Não Vegetada	Praia, Duna e Areal	Cordões arenosos, de coloração branco brilhante, onde não há o pre- domínio de vegetação de nenhum tipo.

	Área Urbanizada	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.
	Mineração	Áreas referentes à extração mineral de porte industrial ou artesanal (garimpos), havendo clara exposição do solo por ação antrópica. Somente são consideradas áreas próximas a referências espaciais de recursos minerais do SGB/CPRM, da AhkBrasilien (AHK), do projeto DETER (INPE), do Instituto Socioambiental (ISA) e de F. L. Lobo <i>et al.</i> 2018.
	Outras Áreas não Vegetadas	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.
Corpos d'Água	Rio, Lago e Oceano	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.
	Aquicultura	Área referente a lagos artificiais, onde predominam atividades aquícolas e/ou de salicultura.
Não Observado	Não Observado	Áreas bloqueadas por nuvens ou ruído atmosférico, ou com ausência de observação.

Quadro 3 - Descrição das classes de mapeamento realizado pela Coleção 7.1 do MapBiomias (2023)

Desta forma, por ser anual, este mapeamento permite a observação da dinâmica também de florestas jovens e consegue medir a regeneração ou o surgimento de novos fragmentos, assim como o corte deste tipo de vegetação ao longo da série histórica.

Fundação SOS Mata Atlântica/INPE

A Fundação SOS Mata Atlântica, em parceria com o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), produz o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica que monitora fragmentos florestais mais preservados, maiores que 3 ha, com dossel de copas fechado e sem sinais de degradação detectável por imagens de satélite – como com presença de estradas e solo exposto – a partir de interpretação visual de imagens *Landsat* (resolução espacial de 30 m) até 2020 e, atualmente, *Sentinel-2* (resolução espacial de 10 m). Desde 2010, o monitoramento é realizado anualmente e, em quatro estados – incluindo o estado do Rio de Janeiro – identifica fragmentos florestais e desmatamentos maiores que 1 ha (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2022).

Neste mapeamento são utilizadas as técnicas de interpretação visual de imagens de satélites visualizadas em tela de computador na escala 1:50.000. As imagens selecionadas são, principalmente, do segundo semestre, tendo outubro como mês de referência. No relatório do Atlas (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2022) também se afirma que os mapas gerados foram validados com apoio de imagens de alta resolução do Google Earth, quando disponíveis, e com as imagens TM OLI/*Landsat* 8 dos anos anteriores.

A área mínima de mapeamento, considerando a visualização em tela na escala 1:50.000, foi definida pelos pesquisadores como de 3 ha, tanto para as áreas alteradas (desflorestamentos) como para os fragmentos florestais delimitados. Já as áreas com desflorestamento menor que 3 ha são

marcadas como início de desmatamento e são observadas novamente nas versões seguintes do Atlas para acompanhamento de sua dinâmica (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2022). Sendo assim, os dados de desmatamento publicados periodicamente são produzidos a partir da comparação das imagens de cada período, conforme apresentado no Quadro 4.

Classe	Descrição
Mata	Formações florestais naturais equivalentes às matas primárias e secundárias em estágios inicial, médio e avançado de regeneração.
Decremento de Mata	Decremento de áreas de Mata.
Restinga Arbórea	Vegetação florestal de restinga.
Restinga Herbácea	Formações de restingas herbáceas, incluindo formações arbustivas e herbáceas que ocorrem sobre cordões arenosos.
Decremento de Restinga	Decremento de áreas de Restinga.
Mangue	Formações de porte florestal em manguezais.
Decremento de Mangue	Decremento de áreas de Mangue.
Apicum	Formações vegetacionais não florestais que ocorrem no interior e entorno das áreas de mangue.
Área Urbana	Área urbanizada.
Refúgio	Formações naturais não florestais com predominância de formações rochosas e uma vegetação natural arbustiva.
Vegetação de Várzea	Vegetação de várzea e identificação da Mata de Galeria, Mata Ciliar que ocorre no entorno dos rios.

Quadro 4 - Descrição das classes de mapeamento realizado pela SOS Mata Atlântica/INPE (2022)

Métodos

Para realizar a comparação entre os quatro mapeamentos selecionados, primeiramente observou-se as metodologias e os objetivos de cada projeto e elaborou-se um quadro comparativo dos mapas e suas características. Em seguida, as legendas dos mapas foram compatibilizadas a fim de que pudessem ser comparadas entre si.

Para a realização da comparação, os mapas matriciais foram convertidos em dados vetoriais para a Projeção Cônica Equivalente de Albers. A partir dos dados vetoriais de todos os mapas, foram calculadas as áreas das feições e sua contagem. A seguir, foram realizadas comparações para identificar diferenças e semelhanças entre os diferentes produtos cartográficos.

Na etapa de comparação quantitativa dos mapas, foi considerado que as produções cartográficas em diferentes escalas estão sujeitas a erros e diferentes precisões gráficas. Segundo Menezes e Fernandes (2013), o olho humano pode distinguir uma medida de aproximadamente de 0,2 mm de diâmetro. Por isso, o valor de 0,2 mm é adotado como a precisão gráfica – menor grandeza medida no terreno, capaz de ser representada no mapa, sem que seja necessário utilizar-se símbolos ou convenções cartográficas (ROSETTE e MENEZES, 2011) – percebida pela maioria dos usuários e caracteriza o erro gráfico aceitável dentro da escala de representação.

Destarte, estes autores ressaltam que a precisão gráfica de um mapa está diretamente ligada a esse valor fixo (0,2 mm), estabelecendo-se, em função direta da escala, a precisão das medidas da carta. Portanto, pode-se entender que o menor detalhe do mundo real que será representado em um mapa terá 0,2 mm na escala do mapa.

Assim, o erro gráfico e a precisão gráfica estarão diretamente ligados ao menor detalhe de um mapa, que estará associado a um ponto no mapa: o menor valor para que seja possível enxergar aquele elemento no mapa. Ou seja, o menor detalhe de um mapa é representado por um ponto.

Já a área mínima mapeável é uma mancha no mapa, e não um ponto. É uma mancha com dimensões que pode ser representada, delimitada, medida e classificada. Porém, ainda não está consagrado na literatura qual seria o tamanho ideal dessa mancha. Apesar disso, há um consenso – que pode ser mais ou menos flexível de acordo com os objetivos de detalhamento pretendido e de acordo com o meio de divulgação do mapa (analógico ou digital) – de que a área mínima representável em um mapa pode variar de 2 mm x 2 mm (4 mm²) a 4 mm x 4 mm (16 mm²) na escala do mapa. Ou seja, o intervalo ideal de área mínima a ser representado numa escala 1:25.000 é de 2.500 m² (0,25 ha) a 10.000 m² (1 ha).

Desta forma, um fator fundamental na decisão da área mínima mapeada durante a produção de um mapa são os dados brutos que serão utilizados em função das suas características de detalhamento, exatidão e precisão. Atualmente, muitos mapas são produzidos a partir de imagens de satélites. Contudo, as imagens, diferentemente dos mapas, não possuem escala, elas possuem resolução espacial, que é “o menor objeto ou feição que pode ser distinta em um conjunto de dados”. (GOODCHILD *apud* MENEZES e COELHO NETO, 1999). Assim, o que pode ser distinguido e identificado em uma imagem depende, entre outros aspectos, de sua resolução espacial (NOVO, 2010). A resolução espacial de uma imagem é definida pelo tamanho do *pixel* da imagem no terreno em metros.

Nessa perspectiva, o indicado é que as manchas mapeadas a partir de imagens de satélites tenham pelo menos de 4 a 6 *pixels*, sendo interessante e mais seguro ter um número maior de *pixels* por mancha. Inclusive, Jensen (2009), ao comentar sobre o uso de métricas da paisagem, afirma que as manchas de quatro ou menos *pixels* devem ser excluídas em função de que problemas de resolução podem distorcer o seu real formato.

Levando em consideração a escala e a área mínima mapeada, a análise comparativa quantitativa foi baseada nos seguintes aspectos: total de área de floresta, número de polígonos de fragmentos de floresta totais e daqueles maiores que a área mínima de cada mapa, distribuição de fragmentos de floresta por área (tamanho), tamanho do maior fragmento mapeado em cada caso em relação ao total de floresta e à área do estado, desenho dos limites dos polígonos de floresta e análise espacial das diferenças. Além dos mapas terem sido trabalhados individualmente, também foram feitas as operações de interseção e junção das classes de florestas dos mapas com objetivo de observar e evidenciar as diferenças entre eles, a partir da revelação das concordâncias (interseção) presentes entre os mapas e da integração (junção) de todas as florestas mapeadas pelas iniciativas em um único mapa. Assim, a comparação quantitativa dos dados de florestas dos mapas subsidiou uma análise qualitativa dos mapas estudados.

A análise comparativa qualitativa das diferentes bases cartográficas da cobertura florestal da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro considerou que cada produto cartográfico apresenta potencialidades e limitações de acordo com a finalidade do estudo a ser realizado a partir dele. Foi possível identificar alguns eixos principais de diferenciação entre as bases: i) o nível de detalhamento espacial; ii) o detalhamento temático; iii) a ocorrência de atualização; iv) a verificação de mudanças; v) a abrangência geográfica; e vi) a oficialidade dos dados.

O detalhamento espacial trata tanto da área mínima mapeada, revelando qual é a área dos menores fragmentos identificados, quanto da exatidão do contorno dos polígonos, o que implica na veracidade do tamanho e da forma dos fragmentos mapeados. Esta é uma característica que se demonstra importante, pois influencia na definição do que é visto e do que não é percebido em um

mapa. Além disso, a delimitação correta dos fragmentos também é fundamental no momento da aplicação de métricas da paisagem para análise dos fragmentos florestais. O detalhamento espacial pode ser explorado a partir da metodologia empregada no processo de mapeamento e da análise quantitativa de dados presentes no mapa.

O detalhamento temático corresponde ao nível de diferenciação entre as classes do assunto em questão. No caso de mapas de cobertura e uso da terra este detalhamento se revela no refinamento intraclasses de macroclasses como vegetação (de origem natural ou antrópica, a diferenciação de tipos de florestas, de ambientes naturais e/ou de tipos de plantações, etc.), área urbana (densa ou rarefeita), corpos d'água (tipos e/ou origem natural ou antrópica), etc.

A recorrência da atualização das bases cartográficas diz respeito à validade dos mapas para estudos que pretendam gerar informações atuais. Alguns mapeamentos apresentam alto nível de detalhamento espacial, mas, em função da alta dinâmica de mudanças espaciais ao longo do tempo, não são atualizados e acabam perdendo sua validade no quesito de atualidade, passando a servir apenas como estudos históricos e datados. Assim, a verificação de mudanças a partir de mapas depende de uma periodicidade de atualização conhecida e de um volume de dados compatíveis entre si. Por exemplo, uma série temporal que identifique mudanças espaciais anuais a partir de imagens de satélites de um mesmo sensor ao longo do tempo.

A abrangência geográfica dos dados disponíveis permite estabelecer estudos em diferentes escalas e integrar dados compatíveis em porções maiores ou menores do território. Sendo assim, prezando pela compatibilidade dos dados disponíveis, podem ser definidas diferentes abrangências geográficas e escalas cartográficas de trabalho.

Já a oficialidade dos mapas pode ser exigida de acordo com a natureza do estudo e do produto final a ser apresentado. Para que um dado de referência vetorial seja considerado oficial, este deve ser avaliado pelo Órgão competente da Administração Pública Federal (DSG, 2016). Quando os produtos cartográficos são usados como bases de referência oficiais por esferas do governo, é imprescindível que os mesmos tenham sido elaborados a partir de mapas oficiais. Por outro lado, quando não há necessidade de dados oficiais, podem ser usados dados confiáveis produzidos em outros contextos.

Finalmente, para apresentar e visualizar os resultados, foram elaborados quadros comparativos, tabelas dos resultados obtidos e mapas que revelam as convergências e divergências espaciais dos quatro mapas analisados. A fim de avaliar a validade atual dos mapeamentos de maior detalhamento espacial, mas sem atualização temporal – FBDS e SEA-RJ –, também foi realizada a comparação entre os mapas do MapBiomass de 2014 e 2021 e da Fundação SOS Mata Atlântica/INPE de 2014 e 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Comparação das características dos mapas

A partir dos materiais utilizados foi elaborado o Quadro 5 para visualização e comparação das características dos mapas de cobertura e uso da terra do estado do Rio de Janeiro produzidos pela FBDS (2018), pela SEA-RJ (2018), pelo MapBiomass na Coleção 7.1 (2023) e pela Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o INPE (2021).

	FBDS	SEA-RJ	MapBiomias (Co- leção 7.1)	Fundação SOS Mata Atlân- tica/INPE
Escala Final	1:25.000	1:25.000	Compatível com 1:100.000	Compatível com 1:50.000 a 1:100.000
Escala de Tra- balho	1:10.000 (em tela)	<i>Pixel</i> 2 m x 2 m	<i>Pixel</i> 30 m x 30 m	1:50.000 (em tela)
Imagem de Satélite (reso- lução espa- cial)	<i>RapidEye</i> (6,5 m rea- mostrada para 5 m)	<i>WorldView</i> 50cm reamostrada para 2 m) e outras	<i>Landsat</i> (30 m)	<i>Landsat</i> (30 m) até 2020
Classificação das Imagens	Interpretação visual	GEOBIA, interpreta- ção visual e traba- lho de campo	Automática <i>Pixel a pixel</i>	Interpretação visual
Data de Refe- rência	2013	2014±1	Anual (a partir de 1985)	Anual (a partir de 2010)
Data de Publi- cação	2018	2018	2023	2022
Área Mínima	0,3 ha	0,5 ha	1 <i>pixel</i> = 900 m ² 6 <i>pixels</i> = 5400 m ² 0,54 ha	1 ha
Classes de Cobertura e Uso da Terra	<ul style="list-style-type: none"> • Formação Florestal, • Formação Não Florestal, • Água, • Área Edificada, • Área Antropizada, • Silvicultura 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas Antrópicas Não Agrícolas, • Áreas Antrópicas Agrícolas, • Silvicultura, • Áreas Naturais Florestadas, • Áreas Naturais Não Florestadas, • Restingas, • Mangues, • Corpos d'Água 	<ul style="list-style-type: none"> • Floresta, • Formação Natural Não Florestal, • Agropecuária, • Área Não Vegetada, • Corpos d'Água, • Não Observado 	<ul style="list-style-type: none"> • Mata; • Decremento de Mata • Restinga Arbórea • Restinga Herbácea • Decremento de Restinga • Mangue • Decremento de Mangue • Apicum • Área Urbana • Refúgio • Vegetação de Várzea
Classes de Vegetação Florestal	Formação Florestal	Áreas Naturais Florestadas + Mangues + Restingas	Floresta (Nível 1): Formação Florestal + Mangue + Restinga Arborizada	Mata + Mangue + Restinga Arbórea + Decrementos Anteriores à Data de Interesse

Quadro 5 – Características dos quatro mapeamentos.

Análise quantitativa comparativa dos mapas

O cálculo de área dos fragmentos e a contabilização do número de fragmentos dos quatro mapas de maneira associada possibilitou uma análise comparativa quantitativa dos dados (Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Observaram-se então as convergências e as divergências presentes nestas bases cartográficas no que diz respeito à Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro.

Na Tabela 1, é possível observar que a área total de floresta é semelhante entre os mapas da FBDS, da SEA-RJ e do MapBiomias de 2014 cobrindo cerca de 30% do território estadual,

enquanto no caso do mapa da Fundação SOS Mata Atlântica/INPE de 2014 identifica apenas cerca de 20% do estado do Rio de Janeiro. Por outro lado, observa-se que o número de fragmentos florestais mapeados por cada iniciativa é bastante diverso, variando entre cerca de 12.000 fragmentos no caso do mapa da Fundação SOS Mata Atlântica/INPE de 2014 até mais de 105.000 fragmentos no mapa da FBDS. Observa-se que isto não pode ser explicado apenas pela escala de detalhe espacial e área mínima dos mapas, já que esta diferença também aparece nos mapas da SEA-RJ e do MapBiomias sem seguir uma relação de proporção ou sequência em função do tamanho das áreas mínimas mapeadas por cada iniciativa.

	Número de Fragmentos	Área Total dos Fragmentos (ha)	Área Total dos Fragmentos / Área do Estado do RJ (%)
FBDS	105.322	1.266.736,64	28,95
SEA-RJ	28.550	1.282.799,10	29,32
MapBiomias 2014	83.611	1.279.132,90	29,24
SOSMA/INPE 2014	12.147	860.011,56	19,66

Tabela 1 - Dados totais dos fragmentos de floresta de cada mapa analisado

Na Tabela 2, pode ser observado que, apesar de definirem uma área mínima de mapeamento, a FBDS, a SEA-RJ e o MapBiomias também possuem polígonos de floresta menores do que a área mínima definida. Ressalta-se que, mesmo esses polígonos existindo, em todos os três casos eles representam menos de 0,5% da área de floresta mapeada no estado. O mapa da Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, por outro lado, é o único que apresenta 100% de seus polígonos de floresta compatíveis com sua área mínima de mapeamento.

	Número de Fragmentos Maiores que a Área Mínima	Número de Fragmentos Maiores que a Área Mínima / Número Total de Fragmentos (%)	Área Total dos Fragmentos Maiores que a Área Mínima (ha)	Área Total dos Fragmentos Maiores que a Área Mínima / Área Total de Fragmentos (%)
FBDS	83.318	79,11	1.263.725,27	99,76
SEA-RJ	27.081	94,85	1.282.504,23	99,98
MapBiomias 2014	49.139	58,77	1.274.227,34	99,62
SOSMA/INPE 2014	12.066	99,33	859.976,86	100,00

Tabela 2 - Dados dos fragmentos de floresta mapeados maiores que a área mínima de cada mapa.

Na Tabela 3, são apresentados dados do maior fragmento contínuo de floresta mapeado por cada uma das quatro iniciativas e verifica-se que seus tamanhos variam bastante entre si, de cerca de 11% da área florestada em um dos casos até quase 23% em outro caso, revelando essa diferença entre os quatro mapas. Destaca-se também que, ainda que com configurações distintas, os mosaicos dos fragmentos das classes de maiores portes, encontram-se principalmente no corredor ecológico formado pela Região Serrana e a Costa Verde e no norte da Região do Médio Paraíba em todos os mapeamentos analisados.

	Área do Maior Fragmento (ha)	Área do Maior Fragmento / Área Total dos Fragmentos (%)	Área do Maior Fragmento / Área do Estado do RJ (%)
FBDS	140.757,45	11,11	3,22
SEA-RJ	237.581,88	18,52	5,43
MapBiomias 2014	292.815,75	22,89	6,69
SOSMA/INPE 2014	151.795,19	17,65	3,47

Tabela 3 - Dados dos maiores fragmentos de floresta de cada mapa.

Na Tabela 4 e no gráfico da Figura 1, verifica-se que a distribuição do tamanho dos fragmentos de floresta por classes de área varia entre as quatro iniciativas de uma forma que são percebidas maiores semelhanças nos quantitativos de fragmentos maiores e que as diferenças são muito mais significativas no caso dos fragmentos menores, principalmente das classes de fragmentos menores do que 3 ha.

Área Mínima (ha)	0,3	0,5	0,5	1	1	0,3
	FBDS	SEARJ	MapBiomias 2014	SOSMA/INPE 2014	CONCORDÂNCIA	INTEGRAÇÃO
Classes por Área (ha)	Distribuição por Número de Fragmentos					
0 → Área Mínima	22.004	1.469	34.472	81	4.057	22.385
Área Mínima → 3	62.902	9.125	31.199	151	1.936	45.853
3 → 50	18.432	15.981	16.178	10.272	9.278	17.488
50 → 100	974	965	878	858	697	997
100 → 1.000	936	911	815	725	531	903
1.000 → 10.000	61	88	60	50	47	79
10.000 → 100.000	12	10	7	9	11	7
> 100.000	1	1	2	1	0	2
Total	105.322	28.550	83.611	12.147	16.557	87.714

Tabela 4 - Dados quantitativos dos mapas das florestas do estado do Rio de Janeiro: Distribuição do número de fragmentos de floresta por classes de área em hectares

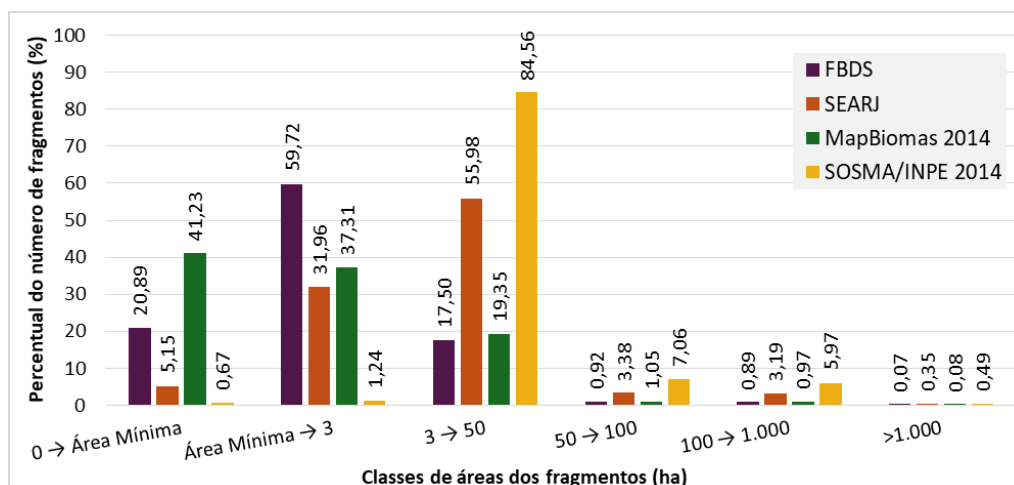


Figura 1 - Gráfico de distribuição percentual do número de fragmentos de floresta por classes de áreas dos fragmentos em hectares

Na Tabela 5 e no gráfico da Figura 2, observa-se a distribuição de área florestada por classes de tamanho dos fragmentos e é possível perceber que as maiores diferenças presentes nos mapas das quatro iniciativas ocorrem mais próximo aos extremos da tabela. Em oposição, são as classes centrais (de fragmentos com tamanhos de 3 a 1.000 ha) que apresentam menores diferenças relativas se comparadas entre si.

Área Mínima (ha)	0,3	0,5	0,5	1
	FBDS	SEARJ	MapBiomias 2014	SOSMA/INPE 2014
Classes por Área (ha)	Distribuição da Área de Fragmentos (ha)			
0 → Área Mínima	3.011,37	294,87	4.905,57	34,70
Área Mínima → 3	59.950,84	16.228,24	40.269,05	287,88
3 → 50	199.336,07	188.919,33	175.709,16	140.848,99
50 → 100	67.073,40	66.739,08	61.510,01	60.118,16
100 → 1.000	241.662,04	235.974,32	210.008,02	172.790,08
1.000 → 10.000	160.252,25	212.168,13	139.754,37	113.697,51
10.000 → 100.000	394.693,20	324.893,26	155.468,22	220.439,04
> 100.000	140.757,45	237.581,88	491.508,51	151.795,19
Total	1.266.736,64	1.282.799,10	1.279.132,90	860.011,56
Área Total em Fragmentos Maiores que a Área Mínima (ha)	1.263.725,27	1.282.504,23	1.274.227,34	859.976,86
Percentual de Área Total em Fragmentos Maiores que a Área Mínima (%)	99,76	99,98	99,62	100,00

Tabela 5 - Dados quantitativos dos mapas das florestas do estado do Rio de Janeiro: Distribuição da área total de fragmentos por classes de área em hectares

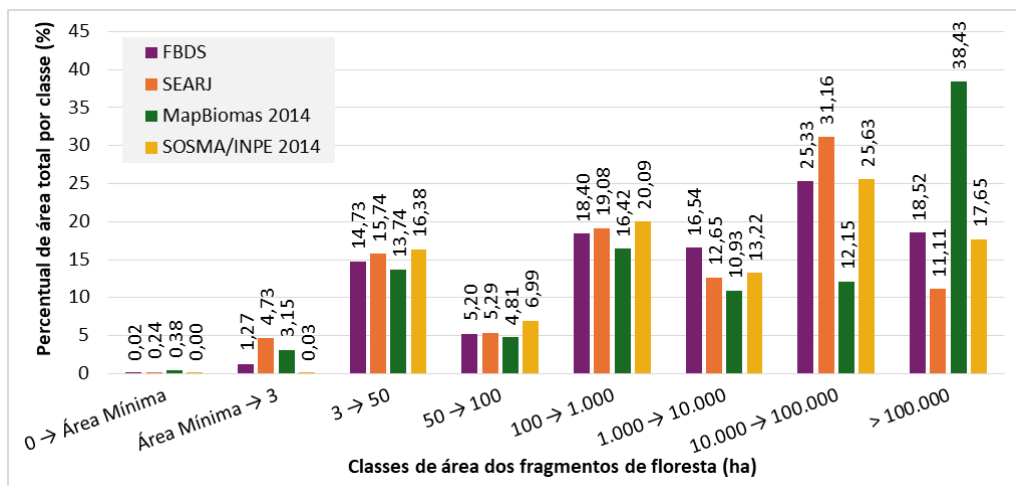
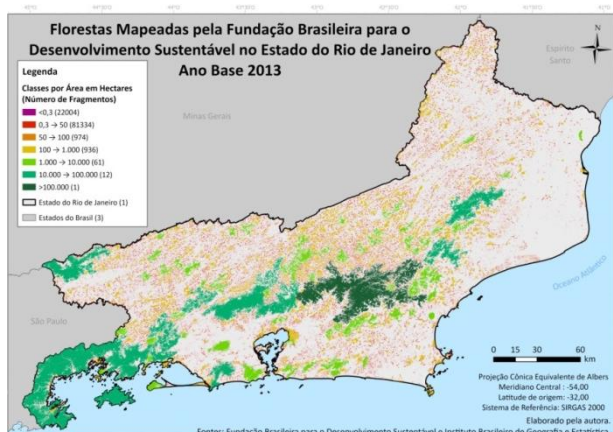


Figura 2 - Gráfico de distribuição percentual de área de floresta por classes de áreas dos fragmentos em hectares

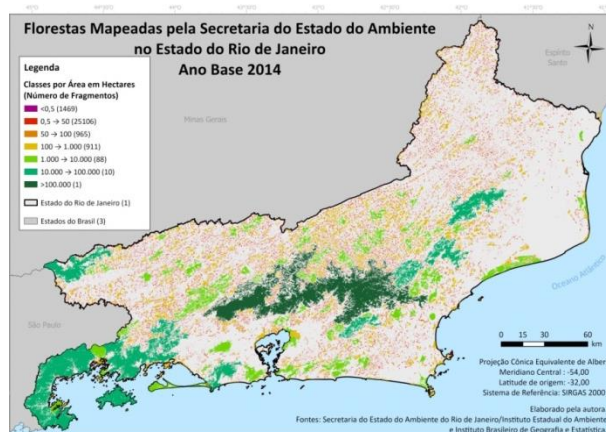
Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS)

Para efetuar a análise comparativa é apresentada a Figura 2, onde constam os mapas da FBDS (Figura 2A), da SEA-RJ (Figura 2B), MapBiomias (Figura 2C) e o mapa da Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o INPE (Figura 2D).

O mapa da FBDS (Figura 2A) apresentou uma área total de fragmentos de florestas de 1.266.736,64 ha distribuídos entre 105.322 fragmentos. Este mapa apresentou o maior número de fragmentos no estado em comparação com os outros mapas avaliados, o que corresponde a 28,95% da área do estado do Rio de Janeiro. Assim, apresentou um número muito maior de fragmentos, apesar de mapear uma área total de floresta semelhante aos mapas da SEA-RJ e do MapBiomias (Tabela 1). Dos fragmentos mapeados, apenas 83.318 (79,11%) apresentaram área maior do que a área mínima mapeada por esta iniciativa (0,3 ha). Apesar de apresentar muitos fragmentos com área abaixo da área mínima definida, a área coberta por fragmentos maior que a área mínima mapeada foi de 99,76% da área de florestas constantes no mapa.



A



B

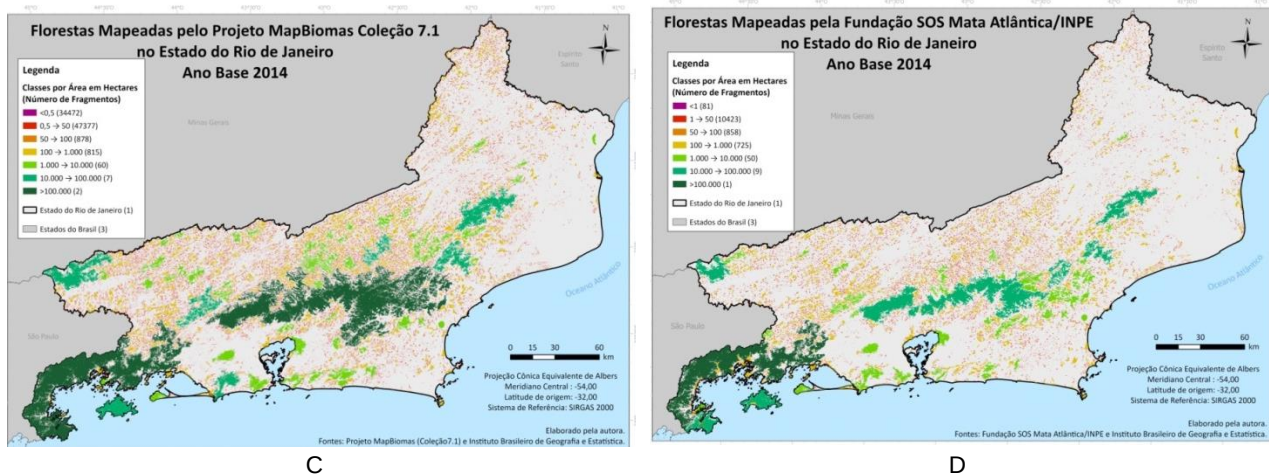


Figura 2 - Florestas mapeadas e classificadas por área dos fragmentos: A) pela FBDS; B) pela SEA-RJ; C) pelo MapBiomias (Coleção 7.1); D) pela Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o INPE.

O maior fragmento encontrado nesta base cartográfica, localizado na Região Serrana do estado, apresenta 140.757,45 ha, o que corresponde a 3,22% da área do estado do Rio de Janeiro e 11,11% das florestas mapeadas. Este foi o menor valor encontrado para o maior fragmento de cada um dos mapas analisados, o que demonstra que o maior detalhamento espacial também significou uma detecção mais refinada de outras classes de cobertura e uso da terra. Neste mapa, também foram observados também 12 fragmentos com áreas entre 10.000 ha e 100.000 ha e 61 fragmentos entre 1.000 ha e 10.000 ha, correspondendo a 31,16% e 12,65% das florestas.

Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEA-RJ)

O mapa da SEA-RJ (Figura 2B) apresentou uma área total de fragmentos de florestas de 1.282.799,10 ha distribuídos entre 28.550 fragmentos. Esta área corresponde a 29,32% da área do estado do Rio de Janeiro, sendo o mapa com maior área total de floresta. Dos fragmentos mapeados, 27.081 (94,85%) apresentaram área maior do que a área mínima mapeada por esta iniciativa (0,5 ha). Este foi um dos mapas que apresentou menor diferença entre o número total de fragmentos e número de fragmentos maior que a área mínima definida pela iniciativa. Já a área coberta por fragmentos maior que a área mínima mapeada foi de 99,98% da área de florestas constantes no mapa.

Neste mapa, o maior fragmento encontrado, localizado na Região Serrana do estado, apresenta 237.581,88 ha, o que corresponde a 5,43% da área do estado do Rio de Janeiro e 18,52% das florestas mapeadas. Este grande fragmento foi um dos maiores mapeados entre as quatro iniciativas, só ficando atrás do maior fragmento do mapa do MapBiomias. Além deste, foram observados também 10 fragmentos com áreas entre 10.000 ha e 100.000 ha e 88 fragmentos entre 1.000 ha e 10.000 ha, correspondendo a 25,33% e 16,54% das florestas.

MapBiomias – Coleção 7.1

O mapa do MapBiomias do ano de 2014 (Figura 2C) apresentou uma área total de fragmentos de florestas de 1.279.132,90 ha distribuídos entre 83.611 fragmentos. Esta área corresponde a 29,24% da área do estado do Rio de Janeiro, área que coincide com a mapeada pela SEA-RJ com

a mesma área mínima de mapeamento. Dos fragmentos mapeados, 49.139 (58,77%) apresentaram área maior do que a área mínima mapeada por esta iniciativa (0,5 ha). Neste mapa, a área coberta por fragmentos maior que a área mínima mapeada foi de 99,62% da área total de florestas mapeadas.

Os dois maiores fragmentos encontrados nesta base cartográfica, localizados na Região Serrana e na Costa Verde, apresentam 292.815,75 ha e 198.692,76 ha, respectivamente. Estes dois grandes fragmentos correspondem a 6,69% e 4,54%, respectivamente, da área do estado do Rio de Janeiro e juntos a 38,43% das florestas do mapa, o que pode indicar um menor detalhamento espacial do mapa apesar de sua área mínima mapeada. Também foram identificados 7 fragmentos com áreas entre 10.000 ha e 100.000 ha e 60 fragmentos entre 1.000 ha e 10.000 ha, correspondendo a 12,15% e 10,93% das florestas.

Fundação SOS Mata Atlântica/INPE

O mapa da Fundação SOS Mata Atlântica (Figura 2D) apresentou uma área total de fragmentos de florestas de 860.011,56 ha, a menor área entre os mapas analisados. A cobertura florestal está distribuída em 12.147 fragmentos, também o menor número encontrado entre os mapas. Nesta base cartográfica, a área florestada corresponde a apenas 19,66% da área do estado do Rio de Janeiro, diferindo bastante dos três outros mapeamentos e, inclusive, tendo menores somatórios de áreas totais de floresta em quase todas as classes por área dos fragmentos em comparação com as mesmas classes nos demais mapas. Dos fragmentos mapeados, 12.066 apresentaram área maior do que a área mínima mapeada por esta iniciativa (1 ha). Este mapa foi o único que atingiu 100% da área coberta por floresta com fragmentos maior que a área mínima mapeada, ou seja, 859.976,86 ha.

Nesta base cartográfica, o maior fragmento encontrado, localizado na Costa Verde, apresenta 151.795,19 ha, o que corresponde a 3,47% da área do estado do Rio de Janeiro e 17,65% das florestas mapeadas. Também foram identificados 9 fragmentos com áreas entre 10.000 ha e 100.000 ha e 50 fragmentos entre 1.000 ha e 10.000 ha, correspondendo a 25,63% e 13,22% das florestas do mapa.

A concordância e a integração das áreas florestadas dos mapas analisados

A concordância das feições de florestas dos mapas da FBDS, da SEA-RJ, do MapBiomias de 2014 e da Fundação SOS Mata Atlântica/INPE resultou em uma área total de fragmentos de floresta de 753.898,67 ha, correspondendo a 17,23% da área do estado do Rio de Janeiro. Esta cobertura florestal estaria distribuída em 17.672 fragmentos, sendo os dois maiores com área de 59.188,71 ha, ou 1,35% da área do estado, e 51.478,58 ha, ou 1,18% da área do estado, ambos localizados na Costa Verde (Figura 3).

Já a integração das feições de florestas dos mesmos mapas resultou em uma área total de fragmentos de floresta de 1.569.332,46 ha, correspondendo a 35,87% da área do estado do Rio de Janeiro. Esta cobertura florestal se encontra distribuída em 88.153 fragmentos. Os dois maiores fragmentos produzidos pela junção dos mapas teriam a área de 393.998,93 ha, ou 9,01% da área do estado, e 219.646,08 ha, ou 5,02% da área do estado, e estariam localizados na Região Serrana e na Costa Verde, respectivamente (Figura 4).

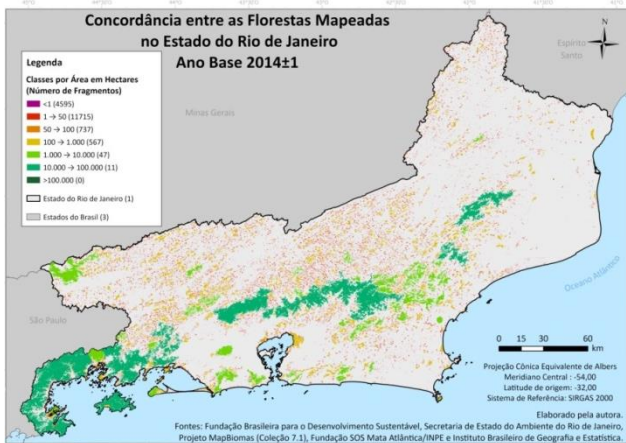


Figura 3 - Mapa da concordância entre as florestas mapeadas pelas quatro iniciativas analisadas classificadas por área dos fragmentos

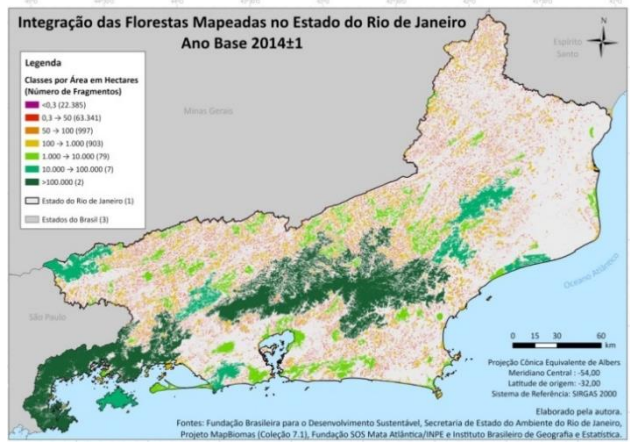


Figura 4 - Mapa da integração das florestas mapeadas pelas quatro iniciativas analisadas classificadas por área dos fragmentos

Um cálculo de subtração da área com cobertura florestal destes dois mapas resultou em uma diferença de 815.433,79 ha ou 18,64% da área do estado do Rio de Janeiro (Tabela 6 e Figura 5).

	Número de Fragmentos	Área Total dos Fragmentos (ha)	Área Total dos Fragmentos / Área do Estado do RJ (%)	Número de Fragmentos Maiores que a Área Mínima	Número de Fragmentos Maiores que a Área Mínima / Número Total de Fragmentos (%)	Área do Maior Fragmento (ha)	Área do Maior Fragmento / Área Total dos Fragmentos (%)	Área do Maior Fragmento / Área do Estado do RJ (%)
CONCORDÂNCIA	17.672	753.898,67	17,23	13.077	74,00	59.188,71	7,85	1,35
INTEGRAÇÃO	88.153	1.569.332,46	35,87	65.369	74,15	393.998,93	25,11	9,01

Tabela 6 - Dados da concordância e da integração das florestas mapeadas pelas quatro iniciativas

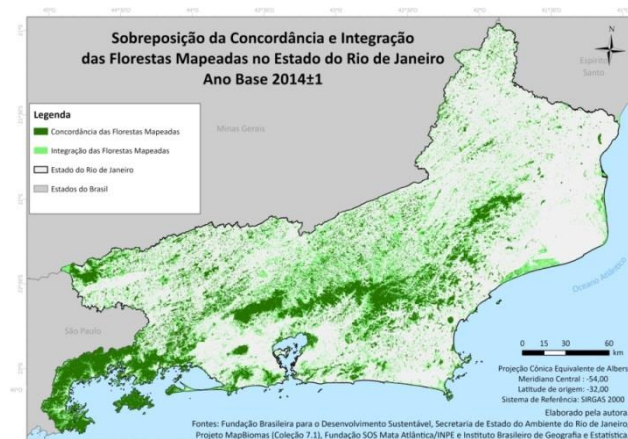


Figura 5 - Mapa da sobreposição das florestas nos casos de concordância e de integração dos mapas das quatro iniciativas analisadas.

Comparação temporal das mudanças recentes ocorridas na Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro

Os mapas do MapBiomas de 2014 e 2021 foram comparados e apresentaram poucas diferenças maiores que 0,5 ha – que é a área mínima mapeada por esta iniciativa – nas florestas do estado do Rio de Janeiro (Figura 6). Houve um aumento de fragmentos de floresta e também de cobertura florestal em área. Em 2014, foram observados 83.611 fragmentos que cobriam uma área total de 1.279.132,90 ha. Em 2021, foram identificados 97.005 fragmentos cobrindo uma área total de 1.321.679,30 ha. Observou-se também que o número de fragmentos nas classes de maiores áreas aumentou em 2021, em relação a 2014. Apesar das mudanças identificadas nesta escala de detalhe espacial, verificou-se que o aumento em área de florestas representou pouco menos de 1% da área do estado do Rio de Janeiro nesta escala de detalhe espacial (Tabelas 7, 8 e 9).

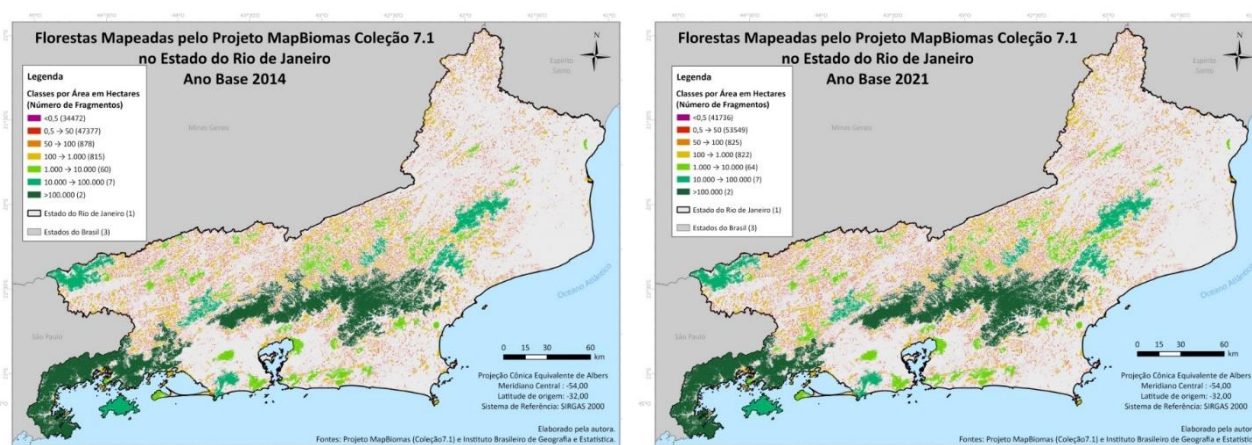


Figura 6 – Mapas para comparação das florestas mapeadas pelo MapBiomas (Coleção 7.1) nos anos 2014 e 2021

	Número de Fragmentos	Área Total dos Fragmentos (ha)	Área Total dos Fragmentos / Área do Estado do RJ (%)
MapBiomas 2014	83.611	1.279.132,90	29,24
MapBiomas 2021	97.005	1.321.679,30	30,21

Tabela 7 - Dados da totalidade dos fragmentos de floresta nos mapas do MapBiomas Coleção 7.1 dos anos de 2014 e 2021

	Número de Fragmentos Maiores que a Área Mínima	Número de Fragmentos Maiores que a Área Mínima / Número Total de Fragmentos (%)	Área Total dos Fragmentos Maiores que a Área Mínima (ha)	Área Total dos Fragmentos Maiores que a Área Mínima / Área Total de Fragmentos (%)
MapBiomas 2014	49.139	58,77	1.274.227,34	99,62
MapBiomas 2021	55.269	56,98	1.315.644,06	99,54

Tabela 8 - Dados dos fragmentos de floresta mapeados maiores que a área mínima nos mapas do MapBiomas Coleção 7.1 dos anos de 2014 e 2021.

	Área do Maior Fragmento (ha)	Área do Maior Fragmento / Área Total dos Fragmentos (Percentual)	Área do Maior Fragmento / Área do Estado do RJ (Percentual)

MapBiomias 2014	292.815,75	22,89	6,69
MapBiomias 2021	306.310,54	23,18	7,00

Tabela 9 - Dados dos maiores fragmentos de floresta nos mapas do MapBiomias Coleção 7.1 dos anos de 2014 e 2021

Os mapas da Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o INPE de 2014 e 2020 também foram comparados e apresentaram pouquíssimas diferenças maiores que 1 ha, que é a área mínima identificada como mudança no terreno por esta iniciativa (Figura 7). É importante ressaltar, porém, que eles não são mapas independentes. O mapa de 2020 é um mapa que apresenta as mudanças ocorridas nos anos anteriores. Portanto, a grande maioria dos polígonos são os mesmos. As diferenças se dão pelas perdas ou acréscimos de florestas identificados pela iniciativa.

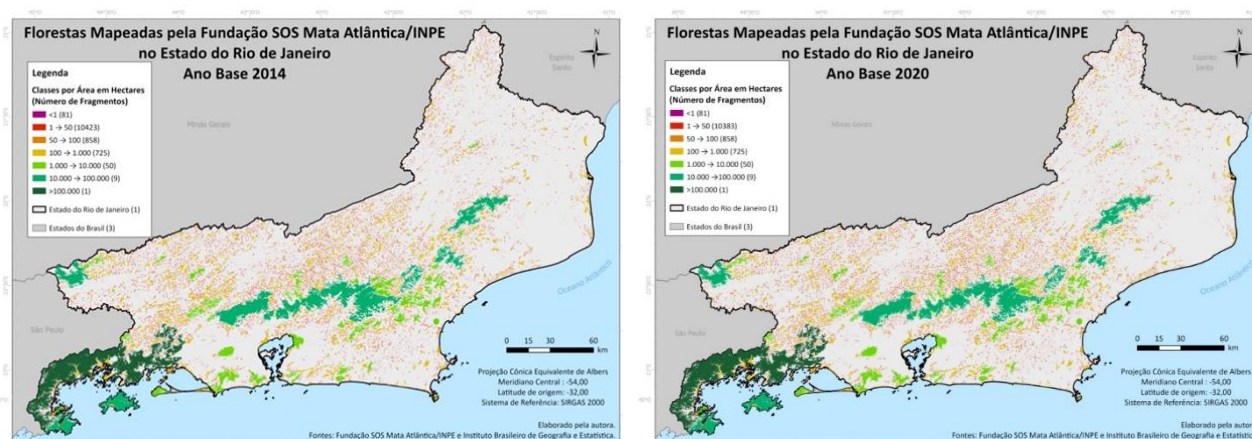


Figura 7 – Mapas para comparação das florestas mapeadas pela Fundação SOS Mata Atlântica/INPE nos anos 2014 e 2020

Na comparação dos dois anos, observou-se que, nesta escala de detalhamento espacial, houve uma pequena redução no número de fragmentos de floresta e também de cobertura florestal em área no estado. Em 2014, foram observados 12.147 fragmentos que cobriam uma área total de 860.011,56 ha. Em 2020, foram identificados 12.107 fragmentos cobrindo uma área total de 859.743,98 ha. Verificou-se, portanto, que a redução em área de florestas representou um valor de 0,01% da área do estado do Rio de Janeiro, sendo bem pouco significativa (Tabelas 10, 11 e 12).

	Número de Fragmentos	Área Total dos Fragmentos (ha)	Área Total dos Fragmentos / Área do Estado do RJ (%)
SOSMA/INPE 2014	12.147	860.011,56	19,66
SOSMA/INPE 2020	12.107	859.743,98	19,65

Tabela 4 - Dados da totalidade dos fragmentos de floresta nos mapas da Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o INPE dos anos de 2014 e 2020.

	Número de Fragmentos Maiores que a Área Mínima	Número de Fragmentos Maiores que a Área Mínima / Número Total de Fragmentos (%)	Área Total dos Fragmentos Maiores que a Área Mínima (ha)	Área Total dos Fragmentos Maiores que a Área Mínima / Área Total de Fragmentos (%)
SOSMA/INPE 2014	12.066	99,33	859.976,86	100,00
SOSMA/INPE 2020	12.026	99,33	859.572,40	100,00

Tabela 5 - Dados dos fragmentos de floresta mapeados maiores que a área mínima nos mapas da Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o INPE dos anos de 2014 e 2020

Essa breve comparação sugere que pode ser interessante a utilização de mapas com maior detalhamento espacial no caso de estudos de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro mesmo que tenham datas de produção um pouco mais antigas, como são os casos dos mapas da FBDS e da SEA-RJ, pois as mudanças verificadas nos últimos anos na cobertura vegetal do estado são pouco significativas. Sendo assim, é possível valorizar o detalhamento espacial em detrimento do detalhamento temporal neste caso.

	Área do Maior Fragmento (ha)	Área do Maior Fragmento / Área Total dos Fragmentos (%)	Área do Maior Fragmento / Área do Estado do RJ (%)
SOSMA/INPE 2014	151.795,19	17,65	3,47
SOSMA/INPE 2020	151.795,19	17,66	3,47

Tabela 6 - Dados dos maiores fragmentos de floresta nos mapas da Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o INPE dos anos de 2014 e 2020.

Análise qualitativa comparativa dos mapas

Partindo dos dados quantitativos e dos eixos apresentados para a realização da análise comparativa qualitativa dos mapas neste trabalho, foi elaborado um quadro resumo (Quadro 6) da análise comparativa dos mapas florestais do estado do Rio de Janeiro.

Mapas	Detalhamento Espacial	Data de Referência mais Recente	Atualização	Abrangência	Oficialidade
FBDS	0,3 ha	2013	não	bioma	não
SEA-RJ	0,5 ha	2014±1	não	estado do RJ	sim
MapBiomias	0,5 ha	2021	anual	país	não
SOSMA/INPE	1 ha (RJ)/3 ha	2020	variável	bioma	sim

Quadro 5 - Comparação qualitativa das características dos mapas analisados. São apresentadas as potencialidades (em verde), os pontos de atenção (em amarelo) e as limitações (em vermelho)

O mapa da FBDS foi o que apresentou maior detalhamento espacial, tanto no que se refere a menores fragmentos florestais mapeados quanto à delimitação dos mesmos. Isso se deve à área mínima mapeada de 0,3 ha e do mapa ter sido fruto de um robusto processo de interpretação visual. Por conta desta característica, foi o mapa que apresentou o maior número de fragmentos florestais presentes no estado do Rio de Janeiro, incluindo a identificação de fragmentos bem pequenos.

Um ponto negativo encontrado no mapa produzido pela FBDS foi o fato de ter sido produzido e divulgado por municípios e sem consolidação estadual ou no âmbito do bioma. Observou-se que essa característica produziu algumas falhas próximas aos limites municipais quando se considera um conjunto de municípios contíguos, como é o caso do mapa estadual utilizado neste trabalho. Esse tipo de falha, além de poder criar pequenos polígonos que não representam florestas nem qualquer outra classe mapeada, pode gerar erros de contorno que influenciam no tamanho e no desenho do perímetro dos polígonos e também na individualização de polígonos.

Entre os pontos limitantes do mapeamento da FBDS está o fato dele não ser atualizado, tendo utilizado imagens *RapidEye* de 2013 e sendo publicado apenas em 2018. Contudo, este ponto negativo não se verificou extremamente relevante no caso do estado do Rio de Janeiro, pois é uma região onde o bioma da Mata Atlântica tem sofrido poucas alterações perceptíveis nesta escala espacial nos últimos anos, como pôde ser observado na comparação dos mapas de 2014 e 2021 do MapBiomias e de 2014 e 2020 da Fundação SOS Mata Atlântica/INPE. Seguindo a questão da não-atualização do produto, ressalta-se que o mapa da FBDS está disponível para a única data do ano de 2013 e que, portanto, não é possível realizar estudos de mudanças e dinâmicas a partir dele. Além disso, apesar de ser um material de qualidade e alto detalhamento espacial, não é um mapa oficial.

O mapa da SEA-RJ, por outro lado, foi elaborado e publicado por uma parceria de órgãos governamentais, o que lhe confere caráter oficial. Ademais, tendo sido produzido, principalmente, a partir de imagens *WorldView* com resolução espacial reamostrada para 2 m, área mínima de mapeamento definida em 0,5 ha e realizado por um grupo de trabalho experiente, esta base apresenta um detalhamento espacial que identifica pequenos fragmentos de floresta e permite acurácia quanto aos contornos dos mesmos.

Uma limitação deste mapa é o fato dele se restringir à área do estado do Rio de Janeiro. Desta forma, sua abrangência não é natural, mas político-administrativa, o que pode gerar alguns problemas quando se consideram ecossistemas integrados. Da mesma forma que o mapa da FBDS, o mapa da SEA-RJ não possui atualização, tendo sido feito por imagens de satélites de 2014±1, publicado em 2018 e sem nenhuma publicação posterior. Em consequência desta característica, este mapeamento também não possui série temporal que permita o acompanhamento de mudanças e dinâmicas espaciais ao longo do tempo. Apesar disso, a tendência de poucas mudanças recentes perceptíveis nesta escala espacial ocorridas na Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro faz com que este mapa ainda possa ser utilizado como referência atualmente.

O MapBiomias afirma igualmente ter 0,5 ha de área mínima mapeada em seus produtos. Assim, também mapeia um grande número de fragmentos de floresta bastante pequenos. Desta forma, apesar de compatível com uma escala 1:100.000, aproximadamente, este mapa reflete bem a característica da Mata Atlântica de ser composta atualmente por inúmeros pequenos fragmentos. Porém, por ser resultante de um processo de classificação automática *pixel a pixel* e ter como produto dados matriciais, seu detalhamento espacial carece de um bom contorno dos fragmentos, principalmente dos pequenos, mas também pouco precisos no caso dos fragmentos maiores. Portanto, o “efeito escada” dos dados matriciais pode afetar os cálculos de métricas da paisagem ao aumentar

o perímetro de um polígono em relação à sua área, por exemplo. Além disso, o uso deste mapa demanda a aplicação de filtros para exclusão de *pixels* isolados que dão origem a fragmentos muito pequenos e sem forma definida.

Este produto cartográfico tem como potencialidade o fato de ser de nível nacional, abordando todo o país. Outra importante potencialidade é ser atualizado anualmente e possuir uma série histórica consistente e anual desde 1985, o que permite um estudo da dinâmica espacial a partir da análise das mudanças mapeadas ano a ano. Apesar de não ser ainda uma base oficial, sua produção é resultado de uma rede colaborativa de diferentes atores e ganha cada vez mais status de oficialidade a partir da interação com outros órgãos governamentais.

Por fim, o mapa da Fundação SOS Mata Atlântica em parceria com o INPE é aquele que apresenta menor detalhamento espacial, submostrando os pequenos fragmentos. Monitorando mudanças área mínima de 1 ha, esta base acaba não identificando e delimitando uma quantidade significativa dos pequenos fragmentos da Mata Atlântica que aparecem nos demais mapas analisados nesta pesquisa. Em função também desta característica, este mapa é o que apresenta uma menor área total de floresta no estado. Sua área total florestada corresponde a cerca de 20% da área estadual, enquanto as três outras iniciativas identificam florestas que totalizam cerca de 30% do estado.

Entre os pontos positivos desta base está sua abrangência que comporta o bioma da Mata Atlântica e ser um produto oficial de monitoramento do bioma. É positivo também o fato de possuir uma série histórica desde os anos 2000, o que permite a observação das mudanças a partir desta data. Sua série histórica, porém, possui intervalos variáveis, sendo anuais apenas a partir de 2010, o que limita em algum nível as análises temporais. Ainda assim, ressalta-se que além de atualmente ser um produto anual, a partir do ano de 2021 passou a ser realizado a partir de imagens *Sentinel-2* com resolução espacial mais alta (10 metros) do que as imagens *Landsat* utilizadas até então.

Quanto ao detalhamento temático das classes de florestas dos mapas, a legenda do mapa da FBDS possui apenas a classe Formação Florestal para representar os fragmentos florestados de Mata Atlântica. Esta classe do mapa em questão não diferencia em classes as áreas florestadas, as restingas e os mangues, agrupando-os todos numa única classe. Em contraposição, essas classes aparecem detalhadas nos mapas produzidos pela SEA-RJ, MapBiomias e Fundação SOS Mata Atlântica/INPE.

De uma maneira geral, observou-se que os quatro mapas apresentam maior coincidência no mapeamento dos maiores fragmentos e maiores divergências conforme os fragmentos ficam menores. Verificou-se que em termos de área total de florestas os mapas da FBDS, da SEA-RJ e do MapBiomias apresentaram resultados semelhantes, enquanto o mapa da Fundação SOS Mata Atlântica/INPE é o que mais destoa neste sentido.

Foi observado igualmente que o desenho dos contornos dos fragmentos variou em cada um dos mapas, o que pode ser explicado pelas diferentes fontes de dados, o que implica na possibilidade de maiores ou menores precisões no momento do delineamento dos polígonos, e também pelas diferentes metodologias empregadas na produção de cada um dos mapas. Essas diferenças também produziram fragmentos de floresta maiores ou menores em função do detalhamento espacial e do contorno dos polígonos. Isso ficou evidente no desenho dos maiores fragmentos de cada mapa que variaram entre as classes de área em cada um dos mapas.

CONCLUSÕES

A partir do olhar atento para as variadas características dos mapas, foi possível revelar e entender como os quatro mapas de cobertura e uso da terra do estado do Rio de Janeiro foram produzidos e como isso afetou suas diferentes representações resultantes e, por consequência, as possibilidades de utilização destes mapas. Destacamos aqui a importância do olhar crítico no uso de dados secundários, pois estes sempre carregam decisões anteriores a respeito dos princípios metodológicos e dos conjuntos de dados empregados que influenciam nos resultados obtidos, gerando respostas diferentes em cada caso mesmo quando os recortes espacial e temporal são semelhantes entre si. Portanto, o usuário precisa estar atento às suas escolhas e consciente dos metadados das informações utilizadas, pois os resultados encontrados estarão de acordo com as características e objetivos de cada mapeamento. Nesta perspectiva, identificamos que as quatro iniciativas produtoras de mapas das florestas do estado do Rio de Janeiro apresentaram semelhanças e diferenças entre si, onde puderam ser reconhecidas potencialidades e fragilidades de cada um dos mapeamentos realizados.

O mapa produzido pela FBDS foi aquele que apresentou maior detalhamento espacial, tendo mapeado os menores fragmentos – em função da sua área mínima mapeada (0,3 ha) – e revelado polígonos de floresta com contornos delineados. A maior limitação apresentada por este mapa é o fato dele ter sido produzido por municípios e não ter sido consolidado globalmente para publicação. Por isso, ele apresenta algumas inconsistências nos polígonos que tocam os limites dos municípios.

Os mapas do MapBiomias de 2014 e da SEA-RJ apresentaram diferenças significativas na distribuição dos tamanhos de fragmentos de florestas mapeados ainda que tenham o mesmo valor de área mínima (0,5 ha) e o recorte temporal semelhante como referência, o que pode ser explicado pela fonte de dados e pela metodologia empregados em cada iniciativa e que nos faz constatar que diferentes combinações entre dados e metodologias com algumas semelhanças também implicam em resultados distintos e devem ser analisados a partir de suas características.

Entendemos que o mapa produzido pela Fundação SOS Mata Atlântica/INPE é, atualmente, o menos vantajoso de ser utilizado nos casos que o detalhamento espacial é um aspecto essencial, pois foi aquele que mapeou menor o número de fragmentos florestais e também a menor área total de florestas no estado do Rio de Janeiro. Isto provavelmente se deve ao uso de uma fonte de dados com resolução espacial média e à definição de área mínima mapeada maior do que dos outros mapas analisados. Destaca-se a sua potencialidade de ser uma série temporal anual assim como o MapBiomias, neste momento, não o torna mais interessante do que este segundo mapeamento, justamente por apresentar um menor detalhamento espacial numa mesma escala temporal.

Por outro lado, vale reiterar que a partir de 2020, a Fundação SOS Mata Atlântica/INPE tem utilizado imagens *Sentinel-2* de resolução espacial de 10 metros em sua série. Por conta disso, pode ser que nos próximos anos o detalhamento espacial alcançado por esta iniciativa seja maior. No mesmo caminho, o MapBiomias também já vem trabalhando com imagens *Sentinel-2* e já publicou em uma versão *BETA* com mapas anuais de cobertura e uso da terra para o período de 2016-2022 (período de disponibilidade de imagens do satélite *Sentinel-2*). Essas duas iniciativas de maior detalhamento espacial em séries temporais buscam sanar a ainda limitação atual no que diz respeito à disponibilidade de dados espaciais em maior detalhe em séries temporais longas, importantes nos estudos de dinâmicas da paisagem.

Portanto, conclui-se que o detalhamento espacial é relevante para a identificação maior ou menor de pequenos fragmentos, como também influencia na geometria e no tamanho dos maiores fragmentos que podem ser entendidos como maiores ou menores em função de “recortes/intrusões” de outras classes de legenda maiores ou menores em seus entornos. Esta questão é igualmente relevante quando se considera o alto grau de fragmentação do bioma Mata Atlântica e a importância

do mosaico formado por fragmentos de diferentes tamanhos, inclusive os menores, na conectividade das florestas e na preservação ambiental. Sendo assim, é fundamental que fragmentos florestais de variados tamanhos, desde os menores até os maiores, sejam percebidos e representados nos mapeamentos que visam descrever e representar este bioma.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela concessão de bolsa para realização desta pesquisa.

Submetido em 28 de maio de 2025.

Aceito para publicação em 05 de março de 2026.

Referências

AMARAL, S.; CURSINO, M. M. dos S.; ALMEIDA, C. A. de. Monitoring Atlantic Forest Deforestation by Remote Sensing Systems. In: Anais do XX Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 2023, Florianópolis. **Anais eletrônicos...**, INPE, 2023.

CASTRO, I. E. O problema da escala. In: CASTRO, I.E.; GOMES, P. C. C.; CORREA, R. L. **Geografia: conceitos e temas**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 117-140.

CERQUEIRA, R.; BRANT, A.; NASCIMENTO, M.T.; PARDINI, R. Fragmentação: alguns conceitos. In: Rambaldi, D.M.; Oliveira, D.A.S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF. 2003.

Diretoria do Serviço Geográfico – DSG. Norma da Especificação Técnica para Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais. **ET-PCDG. EB80-N-72.001**, v. 2, 2016.

FITZ, P. R. **Cartografia Básica**. Editora Oficina de Textos: São Paulo, 2008. 143p.

Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS). **Repositório público de mapas e shapefiles para download**. Disponível em: <<http://geo.fbds.org.br/>> Acesso em 11 out. de 2021.

Fundação SOS Mata Atlântica; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2020/2021, relatório técnico**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2022. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica>>. Acesso em 24 abr. de 2023.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução: EPIPHANIO, J. C. (coordenador); FORMAGGIO, A. R.; SANTOS, A. R.; RUDORFF, B. F. T.; ALMEIDA, C. M.; GALVÃO, L. S. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009. 672 p

MapBiomias. **Coleção 7.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/downloads>>. Acesso em 15 jun. 2023.

MENEZES, P. M. L.; COELHO NETO, A. L. Escala: estudo de conceitos e aplicações. XIX Congresso Brasileiro de Cartografia. **Anais...** Recife: 1999.

MENEZES, P. M. L. & FERNANDES, M.C. **Roteiro de Cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos, 1ª edição, 288 p., 2013.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens?. **Biota neotropica**, v. 1, p. 1-9, 2001.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. Editora Blucher: São Paulo, SP. 2010.

PASSOS, F. O.; SOLER, L. de; SILVA, J.; AMARAL, S. Efeito da Resolução Espacial sobre a Série Histórica de Monitoramento de Desmatamento da Mata Atlântica. In: Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2023, Florianópolis. **Anais eletrônicos...**, INPE, 2023.

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P. MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

ROSETTE, A. C.; MENEZES, P. M. L. de. **Erros comuns na cartografia temática**. Rio de

Janeiro: UFRJ, p. 1-9, 2011.

SANTOS, J. F. C.; MENDONÇA, B. A. F. de; ARAÚJO, E. J. G de.; ANDRADE, C. F. de. Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 15, n. 3, 2017.

SAURA, Santiago. Effects of minimum mapping unit on land cover data spatial configuration and composition. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n. 22, p. 4853-4880, 2002.

Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro – SEA-RJ; Instituto Estadual do Ambiente – INEA. (2018). **Projeto de Mapeamento da Cobertura da Terra e de Detecção de Mudanças na Cobertura Florestal do Estado do Rio de Janeiro**. Fundação COPPETEC - Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. 2018.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H.; O'NEILL, R. V. **Landscape ecology in theory and practice: pattern and process**. New York: Springer. 2001.