

Análise das Diferenças de Identificação e Delimitação de Áreas Verdes Intraurbanas do Rio de Janeiro pela Perspectiva em Mesoescala do MapBiomias

Analysis of the Differences in Identification and Delimitation of Intra-urban Green Areas in Rio de Janeiro by the Mesoscale Perspective of the MapBiomias

João Pedro das Neves Cardoso Pedreiraⁱ

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro. Brasil

Carla Bernadete Madureira Cruzⁱⁱ

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro. Brasil

Resumo: Contribuindo com a qualidade ambiental na paisagem urbana, as áreas verdes apresentam funções aliadas ao resgate de espaços coletivos nas cidades. Através do Sensoriamento Remoto e de Sistemas de Informações Geográficas é possível mapear e monitorar o verde urbano em diferentes escalas. A iniciativa MapBiomias apresenta potencial para acompanhar a evolução anual da cobertura e uso da terra em todo o território nacional, sendo um desafio a adaptação desta base para escalas em nível municipal. Neste sentido, o presente trabalho busca analisar o verde urbano na cidade do Rio de Janeiro, trazendo uma avaliação da representatividade destes dados e análises referentes à dimensão e distribuição espacial das áreas verdes em seu contexto. Apesar da escala de representação não ser ideal, o uso deste conjunto de dados justifica-se pela riqueza de 35 anos de mapas anuais. Os dados também viabilizam diagnósticos socioambientais, como a elaboração do Índice e do Percentual de Áreas Verdes, que no município alcançaram em 2014 valores de 49,46 m²/habitantes e 26,05%, respectivamente.

Palavras-chave: Áreas Verdes; Exatidão Temática; MapBiomias; Rio de Janeiro; Análise Espacial.

Abstract: Contributing to the environmental quality of the urban landscape, green areas have functions allied to the rescue of collective spaces in cities. Through Remote Sensing and Geographic Information Systems it is possible to map and monitor urban green at different scales. The MapBiomias initiative has the potential to monitor the annual evolution of

ⁱ Bacharel em Ciências Matemáticas e da Terra. neves.jope@gmail.com.

<https://orcid.org/0000-0002-5740-1396>.

ⁱⁱ Prof. Titular do Departamento de Geografia. carlamad@gmail.com.

<https://orcid.org/0000-0002-3903-3147>.

land cover and use throughout the national territory, and adapting this base to scales at the municipal level is a challenge. In this sense, the present work seeks to analyze the urban green in the city of Rio de Janeiro, bringing an evaluation of the representativeness of these data and analyzes referring to the dimension and spatial distribution of the green areas in their context. Although the representation scale is not ideal, the use of this dataset is justified by the richness of 35 years of annual maps. The data also enable socio-environmental diagnoses, such as the elaboration of the Index and the Percentage of Green Areas, which in 2014 in the municipality reached values of 49.46 m²/inhabitant and 26.05%, respectively.

Keywords: Green Areas; Thematic Accuracy; MapBiomas; Rio de Janeiro; Spatial Analysis.

Introdução

Em um panorama de crescimento urbano e com base em pensamentos ecológicos, o espaço das cidades é inserido como constituinte das interações de ambientes naturais devido ao uso de seus recursos em projetos de crescimento desses espaços, atribuindo relevância à manutenção e preservação das estruturas naturais para a sociedade. Tendo em vista que espaços livres urbanos representam a qualidade ambiental e de vida em uma cidade, Carrara (1992) ressalta a necessidade de revisar os padrões de ocupação do solo, que ocorrem de modo a comprometer o bem-estar da população, efeito que é agravado com a falta de elementos naturais presentes no planejamento.

Diante do desafio de equilibrar o desenvolvimento das cidades e a manutenção de suas paisagens naturais visando garantir a qualidade ambiental em um cenário de degradação de ecossistemas e da alteração de dinâmicas socioambientais, as áreas verdes são destaque por exercerem funções locais que satisfazem objetivos ecológicos, estéticos e de lazer (LOBODA, 2003).

A Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – SBAU, conforme citado por Pedreira et al. (2017), propõe que, para definir a cobertura vegetal nas cidades, a legislação brasileira considere: verde em acompanhamento viário, que inclui toda cobertura vegetal presente no sistema de espaço com construção ou de integração urbana, tais como canteiros, pequenos jardins de ornamentação, rotatórias e arborização nas calçadas; e áreas verdes, consideradas como um tipo especial de espaços livres de construção, onde o elemento fundamental de composição é a vegetação, as quais devem ter 70% de sua área coberta por vegetação e solo permeável, e ainda satisfazer três objetivos principais, o ecológico-ambiental, o estético e o de lazer.

Para a Prefeitura do Rio de Janeiro, através da Secretaria de Conservação e Meio Ambiente, as áreas verdes são um tipo especial de espaços livres, em um sistema composto de áreas não edificadas com presença de vegetação, sendo parte de um sistema na malha urbana formada por parques e praças, verdes complementares ou de acompanhamento viário, orlas marítimas e margens de corpos hídricos, arborizações de rua, avenidas e jardins privados, e unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável, públicas e privadas (PEDREIRA et al., op. cit.).

Estudos acerca da arborização urbana são realizados diante a diversos aspectos desse importante elemento da paisagem, envolvendo o cadastramento de árvores para

composição de bancos de dados, avaliações das condições fitossanitárias da vegetação e outros aspectos perceptíveis à população. A quantificação desse sistema, que considera aspectos e parâmetros além da presença de vegetação, é aliada de indicadores espaciais que exprimem a qualidade do verde e estimam a quantidade de áreas verdes da cidade através de uma relação da presença da cobertura vegetal em superfície por características demográficas ou não: como o IAV (Índice de Áreas Verdes) – entre as áreas verdes remanescentes e o número de habitantes do município, e o PAV (Percentual de Áreas Verdes) – com o percentual do solo ocupado por arborização e suas variações, referentes ao recorte espacial considerado (HENKE-OLIVEIRA, 1996; PEDREIRA et al., 2017).

Com respaldo de organizações internacionais, Cavalheiro et al. (1999) apontam que na bibliografia brasileira há um indicativo para o índice de área verde em 12 m²/hab, no entanto é constatado em bibliografia internacional que índices nessa faixa de valor referem-se a parques de bairros e parques distritais ou setoriais, de modo que não consideraram parques de vizinhança, unidades de conservação, parques regionais e outras categorias. Para Nucci & Cavalheiro (1998) “esses índices são sugestões e estão relacionados com a realidade de outros países não sendo possível aplicá-los diretamente na realidade brasileira”, porém ressaltam a importância de um bom esclarecimento do conceito adotado para as áreas verdes, devido a discrepâncias de índices na ordem de 50 a mais de 90 m²/hab em contraposição a áreas com valores inferiores a 5 m²/hab.

Em decorrência do dinamismo das áreas verdes, essas metodologias aliadas a projetos de mapeamento e monitoramento ambiental são de fundamental importância para a avaliação das condições ambientais, acerca da sua disponibilidade e uso pela população. Esse objetivo passa a ser facilitado com iniciativas como a do **Projeto MapBiomias**, que realiza desde 2015 mapeamentos anuais, iniciados em 1985, de uso e cobertura do solo para todos os biomas brasileiros, a partir de uma metodologia baseada em *machine learning*, aplicada sobre imagens de sensoriamento remoto de média resolução espacial. No contexto da Mata Atlântica, com foco no estado do Rio de Janeiro, o **Projeto Olho no Verde** (INEA/SEA) apresenta um mapeamento de uso e cobertura da terra referente ao ano de 2015 baseado em sensores de alta resolução espacial (com pixels reamostrados para 2 metros). Quando consideramos a cidade do Rio de Janeiro, novas iniciativas de mapeamento são disponibilizadas, como a do Programa de Monitoramento Contínuo da Cobertura Vegetal (PMCV), que compõe o **Sistema de Informações Geográficas das Florestas do Rio** (SIGFloresta), também elaborado com sensores de alta resolução espacial (2 metros) e que alia, de forma inovadora, a aplicação de geotecnologias com conhecimentos dos aspectos ecológicos e biogeográficos das áreas verdes da cidade.

Inseridos no domínio geoambiental da Faixa Litorânea da Mata Atlântica, na cidade do Rio de Janeiro (Figura 1) se encontram importantes fragmentos de remanescentes florestais, responsáveis pela preservação das bacias hidrográficas e manutenção das condições ecossistêmicas, com proteção de importantes maciços rochosos, que incluem duas das maiores florestas urbanas do mundo, o Parque Nacional da Tijuca e o Parque Estadual da Pedra Branca, contando também com o Maciço do Mendanha em seu território. A cidade é composta por áreas montanhosas e áreas inundáveis, com fitofisionomia caracterizada pela Floresta Ombrófila Densa, vegetação associada a um clima costeiro quente e úmido, com ausência de estação seca e com amplitude térmica associada à influência

marítima (ARAÚJO et al., 2007). De acordo com os dados do Censo Demográfico de 2010, o município se estende por uma área de 1.200,329 km² e contabiliza 6.320.446 habitantes, abrangendo assim a segunda maior população no país em cidade, resultando em uma densidade demográfica de 5.265,82 hab/km².

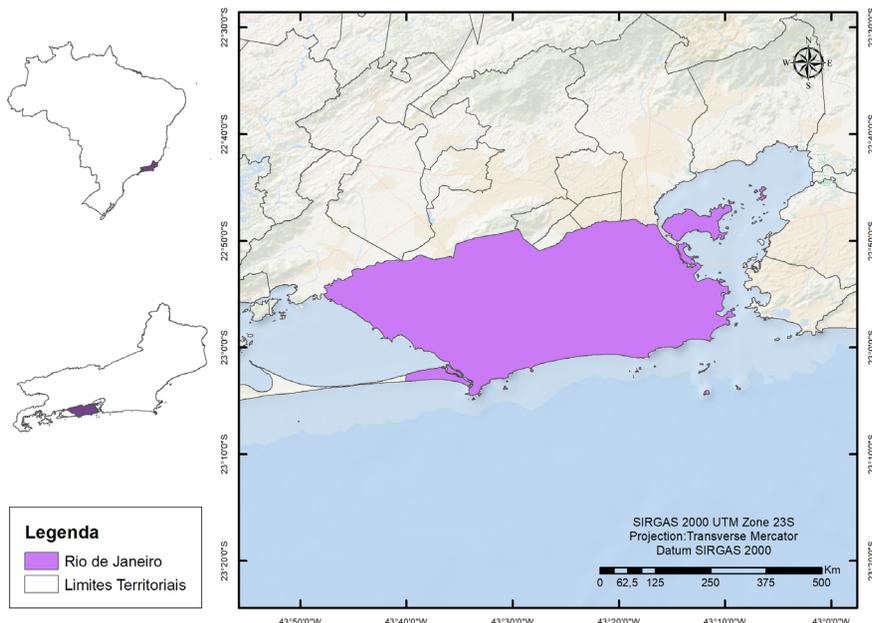


Figura 1 – Localização da área de estudo, município do Rio de Janeiro – RJ.

A integração dos fragmentos dos remanescentes de vegetação do Bioma Mata Atlântica com o ambiente urbanizado ocorre através de sistemas de áreas verdes e espaços livres que, de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável – PDDUS, exposto pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (2015, p. 14):

é um sistema formado por espaços públicos e privados, com ou sem cobertura vegetal remanescente, possuindo ou não bens arquitetônicos, sob regimes diferenciados de proteção e conservação, em função de seus atributos naturais, paisagísticos, históricos e culturais. São eles: bosques, corredores urbanos arborizados, parques urbanos, parques históricos, praças, jardins públicos, reservas de arborização, unidades de conservação, dentre outras. A gestão e tutela das áreas verdes e espaços livres visa a implantação, consolidação e ampliação destas áreas de forma integrada e funcional, promovendo sua conectividade, bem como a recuperação, conservação e proteção de todos os componentes do sistema.

Estudos das características e propriedades de áreas verdes intraurbanas fundamentados pela leitura de mapeamentos compreendem diferentes metodologias e escalas em atendi-

mento às demandas apresentadas, sendo necessário considerar a oferta de soluções e produtos disponíveis com o critério importante de que a exatidão e as incertezas envolvidas sejam conhecidas e adequadas a suas aplicações. Em virtude desses fatores, propõe-se nesta pesquisa avaliar como os produtos do MapBiomias se adequam a uma análise em nível municipal, tendo em perspectiva o conhecimento do quê e do quanto se perde de cobertura vegetal ao se optar pelo uso de mapas em mesoescala disponíveis em uma série temporal longa e detalhada, diante da importância e das complexidades de se mapear as áreas verdes da cidade do Rio de Janeiro. Através da compatibilização das legendas dos mapas selecionados para a análise, garantiu-se que as tipologias correspondessem às mesmas coberturas, facilitando comparações dos índices de áreas verdes. Este cuidado permitirá a análise da confiabilidade dos dados e a melhor recomendação de seu uso frente diferentes demandas.

As análises realizadas no âmbito deste trabalho só são possíveis pela larga disponibilidade de dados temáticos para a cidade do Rio de Janeiro. Isto possibilita a realização de comparações e a análise da representatividade do dado mais genérico e abrangente, a série do MapBiomias. A justificativa desta ação se dá pelo fato de a grande maioria dos municípios brasileiros ser carente de bases temáticas atualizadas e temporais, o que produz uma demanda enorme sobre as bases territoriais disponíveis em nível nacional.

Metodologia

Considerando que a escala de mapeamento do MapBiomias não é focada na retratação do contexto intraurbano, a escolha desse projeto é pautada na ecologia de paisagem, possibilitando a realização de investigações do quanto se identifica das áreas verdes e pelo potencial em colaborar com estudos que concernem às dinâmicas da vegetação. A Tabela 1 apresenta as características das classificações adotadas de uso e cobertura do solo para a cidade do Rio de Janeiro, disponibilizadas em diferentes escalas e fontes.

Tabela 1 – Inventário de dados geográficos.

MAPEAMENTO	FONTE	ESCALA	ANOS
MapBiomias	MapBiomias Collection 5	1:100.000	1985 a 2021
Olho no Verde	INEA – Olho no Verde	1:25.000	2014
SIG Floresta	IPP – Cobertura e Uso da Terra	1:10.000	2010, 2014, 2016 e 2018

Em razão da disponibilidade desses dados, o ano de 2014 foi escolhido como cerne para o estudo por conta da coincidência temporal entre os dados do MapBiomias; com o produto de mapeamento da base SIG Floresta, um projeto de monitoramento contínuo realizado através do cruzamento de dados, que apresenta maior escala espacial e conta com um levantamento florístico (2010) e um inventário de cobertura arbórea (2014) em sua base de dados; e ao qual o mapa complementar do Olho no Verde foi elaborado, em maior escala, para as Regiões Hidrográficas III – Médio Paraíba do Sul, IV – Piabanha, VII – Rio Dois Rios e parte da IX – Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana (2014).

Os dados do MapBiomias são produzidos através de uma iniciativa do SEEG/OC (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima), em 2015. São apresentados na mesoescala 1:100.000 com pixels em 30x30m, e com atualizações anuais ao longo de uma série histórica de 36 anos de dados disponíveis entre 1985 e 2021 na Coleção 7. O Projeto Olho no Verde, elaborado em 2018 através de parcerias entre o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e a Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) do Rio de Janeiro sob coordenação da UFRJ, conta com mapeamentos em nível de detalhamento na escala 1:25.000, especialmente limitados às Regiões Hidrográficas supracitadas, para o ano de 2014. Enquanto o SIG Floresta é desenvolvido pela Subsecretaria de Meio Ambiente da Prefeitura do Rio de Janeiro (SMAC) e integra um sistema de mapeamentos com alto detalhamento, inicialmente limitado espacialmente à escala 1:50.000, é realizado em escala 1:10.000 desde 2010 e, a partir de 2014, em intervalos bianuais.

Pautada na averiguação da adaptabilidade dos produtos de uso e cobertura do solo, a seleção desses dados é dirigida às escalas espacial, temática e temporal de cada projeto de mapeamento além da temática, focando-se, de forma generalizada, nas classes: áreas florestadas, áreas antrópicas, áreas agropastoris e corpos hídricos. Diante das características expostas, os dados do Olho no Verde e do SIG Floresta, cujo nível de detalhamento em suas respectivas datas é utilizado como balizador da verdade terrestre, possibilitaram avaliar a qualidade do mapeamento de áreas verdes pelo MapBiomias.

Tendo o propósito de reduzir as divergências relativas a cada mapa, a compatibilização das tipologias surge como alternativa para destacar as áreas verdes intraurbanas em conformidade com os dados levantados. A construção da legenda final é definida através de propriedades em comum das classes de uso e cobertura do solo, ou agrupando feições de modo que seja adequado ao estudo. Considerando estes critérios, aplicando um agrupamento de classes, a legenda final expressa as classes: “Áreas Verdes”, “Águas” e “Outros”.

A extensão dos polígonos levantados para embasar a análise das diferenças de identificação e delimitação de elementos do uso e da cobertura do solo presentes na superfície, constituída a partir da legenda mínima dos mapas em diferentes escalas, é representada por critérios estatísticos, como: área do maior e menor polígono, valor médio e mediana, na qualidade de medidas de tendência central, e contagem de fragmentos detectados como áreas verdes. A quantificação das áreas verdes compatibilizadas permite analisar a dispersão da delimitação dos polígonos em cada mapeamento, permitindo verificar a categoria das feições mínimas identificadas.

Com base nos dados de mapeamento do MapBiomias e contando com o Olho no Verde e o SIG Floresta para fins comparativos, os indicadores de áreas verdes são calculados tendo base na definição sobre a vegetação considerada na metodologia de cada conceito aplicado para a obtenção desses índices.

Pedreira et al. (2017) destacam que o cálculo dos indicadores de áreas verdes ocorre dentre dois casos: o primeiro considera todas as áreas verdes da cidade, incluindo a vegetação herbácea, arbustiva e arbórea, natural ou plantada; o outro distingue as áreas verdes públicas localizadas na zona urbana e ligadas ao uso direto da população residente nessa área. Com base nos dados de mapeamento do MapBiomias, contando com o Olho no Verde e o SIG Floresta para fins comparativos, conceituando a definição sobre a vegetação ponderada e a metodologia aplicada para obter esse resultado, os indicadores calculados consideram a primeira abordagem.

O IAV mensura a qualidade de vida, considerando o somatório das áreas verdes no município do Rio de Janeiro dividido pelo seu número de habitantes, apresentando o resultado em m²/hab. Para a qualidade ambiental foi calculado o PAV, levando em conta a relação entre as áreas verdes e o total da área da cidade. Esses indicadores são calculados baseados nas Áreas Verdes Municipais (AVM), no Total de Habitantes (TH) e na Área do Município (AM), segundo as equações:

$$IAV = \frac{AVM}{TH} \text{ e } PAV = \frac{AVM * 100}{AM}$$

Resultados

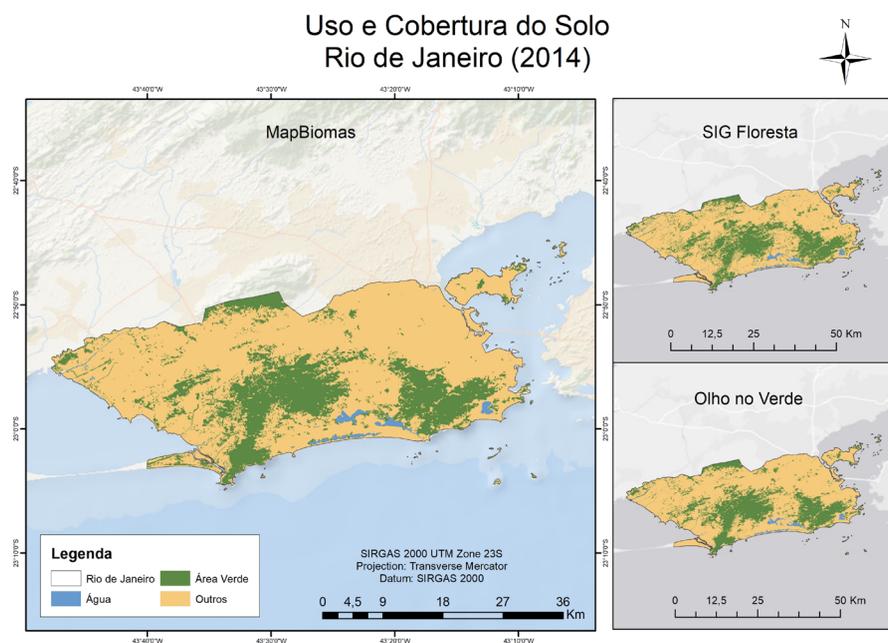
A compatibilização das legendas temáticas desses mapas, procedida pelas definições de áreas verdes encontradas na literatura, sucede a padronização da classificação do MapBiomias com o Olho no Verde e o SIG Floresta, de modo que representem os mesmos conjuntos de elementos em cada categoria tipificada. Isto posto, a divisão das classes que compõem a legenda compatibilizada, considerada para esta pesquisa, é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Compatibilização da legenda temática.

MAPEAMENTO	MAPBIOMIAS	OLHO NO VERDE	SIG FLORESTA
Escala	1:100.000	1:25.000	1:10.000
Nova Tipologia	Tipologia Do Mapeamento		
Áreas Verdes	Formação Florestal	Área Natural Florestada; Silvicultura	Floresta Ombrófila Densa; Reflorestamento; Vegetação Arbórea Não Florestal
Água	Rio, Lago e Oceano	Água	Corpos d'água continentais; Corpos d'água costeiros
Outros	Apicum; Infraestrutura Urbana; Mangue; Mosaico de Agricultura e Pastagem; Outras Áreas Não Vegetadas; Pastagem; Praia; Duna	Áreas Antrópica Agropastoril; Áreas Antrópicas Agropastoris Não Consolidadas; Área Antrópica Não Agropastoril; Área Natural Não Florestada; Mangue; Restinga	Afloramento Rochoso; Áreas Urbanas; Atividade de Extração Mineral; Formação Pioneira com Influência Fluviolacustre; Formação Pioneira com Influência Fluvio-Marinha; Formação Pioneira com Influência Marinha; Praia; Solo Exposto; Uso Agrícola; Vegetação Gramíneo-Lenhosa

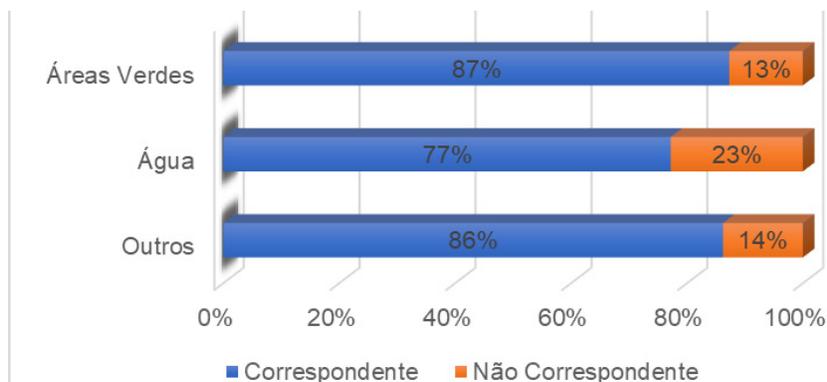
Foram incluídas apenas áreas vegetadas capazes de exercer as funções ecológicas, estéticas e de lazer. Algumas áreas naturais vegetadas que não exercem essas funções, mesmo apresentando indivíduos de porte arbóreo ou configurando uma formação florestal dentro da delimitação de uma classe, não foram inseridas na classificação em estudo, tais como: Mangue (MapBiomias e Olho no Verde), Restinga (Olho no Verde), Formação Pioneira com Influência Fluviolacustre, Formação Pioneira com Influência Fluvio-Marinha, Formação Pioneira com Influência Marinha e Vegetação Gramíneo-Lenhosa (SIG Floresta). A configuração final a ser considerada para cada produto está retratada no mapa de uso e cobertura do solo compatibilizado (Figura 2), apresentando a nova legenda em vigor.

Figura 2 – Classificação de uso e cobertura do solo com a legenda compatibilizada para os diferentes mapeamentos utilizados.



Determinando como referência a área total de cada categoria da nova legenda apropriada ao MapBiomias, o gráfico do percentual de correspondência espacial entre os mapas (Figura 3) indica o quanto as áreas mapeadas coincidem entre si. Para as “Áreas Verdes” são 273 km² em comum em todos os mapeamentos em relação aos 312 km² desta cobertura identificada pelo MapBiomias, enquanto a superfície de “Água” é comum em 13 km² de 17 km², e as classes que representam “Outros” usos, tanto com áreas naturais quanto antrópicas, são semelhantes em 752 km² de 872 km².

Figura 3 – Correspondência espacial entre todos mapeamentos em relação ao MapBiomias pelas classes da nova legenda.



Reiterando que o município do Rio de Janeiro se estende por uma área de 1.200 km² e a ocupação da superfície por Áreas Verdes Intraurbanas é constatada em 313 km², segundo as transformações propostas ao mapeamento do MapBiomias, a Tabela 3 apresenta as medidas de área aferidas por cada propriedade estatística. Estas medidas relacionadas à identificação e delimitação das áreas verdes possibilitam analisar a sensibilidade da classificação de uso e cobertura do solo do MapBiomias em relação ao Olho no Verde e ao SIG Floresta. Considerando que a escala de mapeamento do MapBiomias não é focada na retratação do contexto intraurbano, os valores representados da Tabela 3 apresentam um cenário sem a influência de ruídos ocasionados durante a elaboração dessas classificações.

Tabela 3 – Identificação e delimitação das Áreas Verdes.

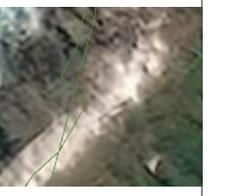
MAPEAMENTO	MapBiomias	Olho no Verde	SIG Floresta
Área Total	311.513.764,18 m ²	361.593.159,38 m ²	357.618.879,15 m ²
Área Percentual	25,96%	30,13%	29,80%
Valor Médio	126.734,65 m ²	257.361,68 m ²	114.218,74 m ²
Mediana	6.599,28 m ²	15.396,80 m ²	8.791,35 m ²
Maior Polígono	130.862.000 m ²	79.405.800 m ²	118.854.000 m ²
Menor Polígono	1.647,85 m ²	302,26 m ²	201,90 m ²
Contagem-Fragmentos	2.458	1.405	3.131

Em consequência de divergências metodológicas e de escala entre as classificações, é constatado que a classificação do MapBiomias tem maior dificuldade em identificar as áreas verdes, apresentando diferença superior a 30 km² de áreas mapeadas a menos que o Olho no Verde e o SIG Floresta. Além disso, o MapBiomias apresenta os maiores

valores de área mínima e máxima com um baixo valor da mediana, isso destaca uma enormidade de polígonos com extensão inferior a 1.000 m² em decorrência do método de classificação ser baseado em pixel, apesar do produto apresentar o maior polígono de área mínima. O mapeamento do Olho no Verde gerou menor quantidade de fragmentos dentre todos, se destacando pelo maior valor médio entre as áreas dos polígonos, enquanto também foi capaz de identificar os menores fragmentos de área florestal com um ajuste fino garantido por uma metodologia baseada em objetos, com a eliminação de ruídos e mantendo uma maior conexão entre os fragmentos. O SIG Floresta apresenta grande quantidade de polígonos, somando 1.051 fragmentos de áreas florestais com 3.508 fragmentos de vegetação de porte arbóreo não florestais, no geral localizados em áreas privadas, e apresenta a menor área dentre os polígonos de valor máximo por conta da subclassificação dos estágios sucessionais da vegetação de floresta ombrófila densa.

É possível consultar alguns dos polígonos de áreas verdes que apresentam as menores áreas através de exemplos na Tabela 4. Os recortes estão em escala de visualização de 1:15.000, 1:300 e 1:600, respectivamente ao MapBiomias, Olho no Verde e SIG Floresta. Conforme observado, o MapBiomias e o Olho no Verde são suscetíveis a ruídos em áreas costeiras, o que não aparenta ser problema para o SIG Floresta com melhor identificação das áreas verdes. Entretanto, o agrupamento de tipologias no Olho no Verde e no SIG Floresta resulta em subfragmentação em alguns casos, como um ruído no ajuste da delimitação das classes e a diferença de estágios sucessionais da área florestal.

Tabela 4 – Quadro de recortes das áreas mínimas mapeadas.

MAPEAMENTO	RECORTE 1	RECORTE 2	RECORTE 3
MapBiomias			
	823,93 m ²	824,75 m ²	825,68 m ²
Olho no Verde			
	8,91 m ²	11,46 m ²	12,52 m ²

SIG Floresta			
	162,10 m ²	729,93 m ²	736,65 m ²

Analisando a distribuição do tamanho dos polígonos de cada mapeamento em intervalos de área com ordem de grandeza crescente (Figura 4), é constatado que o MapBio-mas apresenta, principalmente, polígonos que ocupam áreas entre 100 a 1.000 m² e 1.000 a 10.000 m², grande parte dos fragmentos está concentrada entre as áreas verdes de menor extensão observadas, que são maiores do que as constatadas nos outros projetos; em contrapartida, é notório o ajuste do Olho no Verde ao mapear áreas inferiores a 100 m²; e o SIG Floresta concentra grande quantidade de áreas com extensões entre 1.000 até 10.000 m² e 10.000 até 100.000 m².

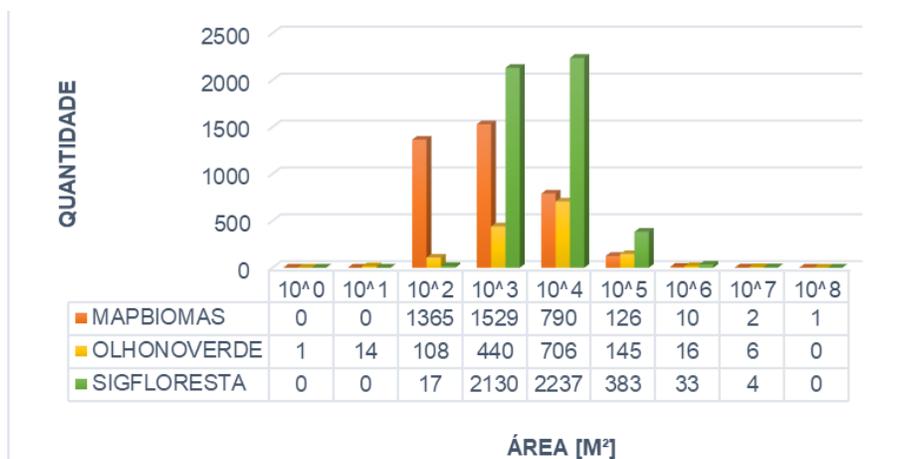


Figura 4 – Distribuição da área dos polígonos de áreas verdes no município do Rio de Janeiro dividida em intervalos com ordem de grandeza crescente a partir de 1 m².

Considerando que 1.365 polígonos do MapBio-mas registram a área de um pixel da imagem digital na qual se baseia, podem se caracterizar como ruídos no mapeamento, e a inclusão destes nas análises como fragmentos de vegetação superestima a identificação de áreas verdes diante a adequação do produto. Esses elementos correspondem a 1.125 km², o que representa 0,359% dos 313 km² das áreas florestadas no município. A partir da comparação entre a identificação e a delimitação das áreas verdes, com e sem esses polígonos, apresentada na Tabela 5, é possível verificar que a eliminação dos ruídos de um pixel causa pouco impacto na quantificação total das áreas verdes, porém mesmo com

aumento das estatísticas de medida central ainda há maior concentração de polígonos de menor extensão detectados.

Tabela 5 – Comparação entre identificação e delimitação das Áreas Verdes no MapBiomas

MAPBIOMAS	Com Ruídos	Sem Ruídos
Área Total	312.639.430,98 m ²	311.513.764,18 m ²
Área Percentual	26,05%	25,96%
Valor Médio	81.778,56 m ²	126.734,65 m ²
Mediana	2.473,76 m ²	6.599,28 m ²
Maior Polígono	130.862.000 m ²	130.862.000 m ²
Menor Polígono	823,93 m ²	1.647,85 m ²
Contagem – Fragmentos	3.823	2.458

Reduzindo também os ruídos nas estatísticas das áreas verdes identificadas pelo SIG Floresta, que apresenta a classificação de “Floresta Ombrófila Densa” subdividida entre os estágios inicial, médio e avançado, a Tabela 6 exhibe a comparação entre os polígonos desse mapa. Apesar desse ajuste, foram eliminados 172 polígonos que foram reagrupados com extensão inferior à área mínima já identificada. Assim como ocorreu com a redução de ruídos no MapBiomas, a redução do número de fragmentos nesse mapa também aumentou os valores das medidas centrais, além de associar diferentes estágios sucessionais em dois polígonos que superam o máximo identificado anteriormente, que ocupam áreas de 118 km² e 72 km², e somados valem 190 km² e representam 53% das áreas verdes identificadas nesse produto.

Tabela 6 – Comparação entre identificação e delimitação das Áreas Verdes no SIG Floresta

SIG FLORESTA	Com Estágios	Sem Estágios
Área Total	357.627.261,88 m ²	357.618.879,15 m ²
Área Percentual	29,80%	29,80%
Valor Médio	74.443,64 m ²	114.218,74 m ²
Mediana	11.887,95 m ²	8.791,35 m ²
Maior Polígono	25.647.600 m ²	118.854.000 m ²
Menor Polígono	162,10 m ²	201,90 m ²
Contagem – Fragmentos	4.804	3.131

Aplicando a mesma transformação para a remoção de ruídos utilizada no SIG Floresta ao Olho no Verde, buscando reduzir a conexão entre os polígonos, ligamos a uma mesma feição. E, deste modo, o resultado subestimou a extensão das áreas verdes no Rio de Janeiro em aproximadamente 30 milhões de metros quadrados (de 361.593.159,38 m² para 331.455.227,60 m²), apresentadas em 1.217 fragmentos (antes 1.405, sendo 188 a menos). Evitando que essa subestimação de aproximadamente 8,5% das áreas verdes seja contabilizada, esse processo não foi mantido para os cálculos de áreas da Tabela 3, porém foi utilizado para auxiliar na determinação do menor polígono identificado pelo Olho no Verde.

Desta forma, analisando a distribuição do tamanho dos polígonos dos mapas após a eliminação de ruídos (Figura 5), a classificação do MapBiomas não apresentou mais polígonos com área entre 100 e 1.000 m², onde havia a segunda maior concentração devido aos ruídos equivalentes a um pixel; e com a redução do número de polígonos no SIG Floresta, as diferenças nas quantidades entre os mapeamento são reduzidas, se assemelhando mais à distribuição do MapBiomas, com exceção às áreas que ocupam entre 10.000 e 100.000 m², onde registrava um pico de fragmentos e ainda se destaca quanto aos outros produtos.

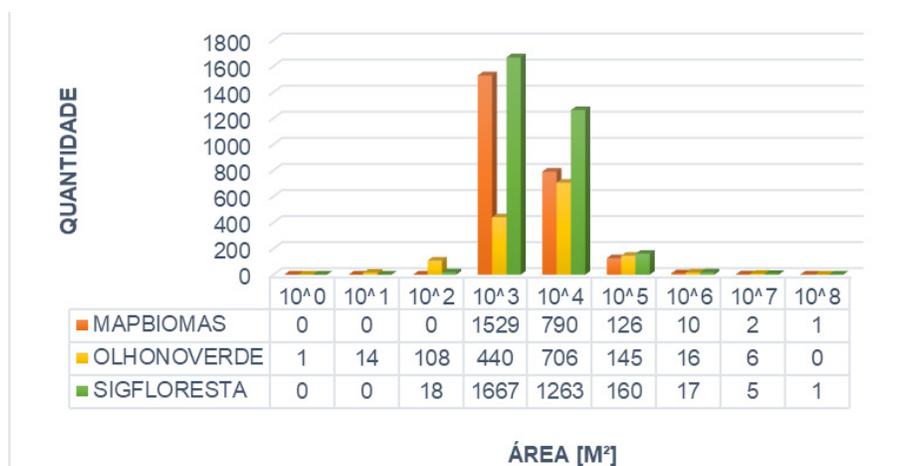


Figura 5 – Distribuição da área dos polígonos de áreas verdes, sem ruídos, dividida em intervalos com ordem de grandeza crescente a partir de 1 m².

Conforme proposto, o indicador de áreas verdes que representa a qualidade de vida, o IAV, é calculado em 49,46 m²/hab no município do Rio de Janeiro, enquanto o PAV, que aponta a qualidade ambiental, indica 26,05% de áreas verdes em todo município com os dados do MapBiomas. Para o Olho no Verde são encontrados IAV em 57,21 m²/hab e PAV de 30,13%; e no SIG Floresta o IAV resulta em 56,58 m²/hab e o PAV em 29,80%. Tais indicadores representam a cidade em função das áreas verdes totais mapeadas para em cada projeto.

Conclusões

Em conformidade com a análise das diferenças de identificação e delimitação de áreas verdes intraurbanas através da classificação de uso e cobertura do solo, verifica-se que a escala de mapeamento do MapBiomias aplicada à tipologia “Formação Florestal” agrupa feições na superfície em uma área mínima superior a 800 m², de forma que áreas pequenas e estreitas normalmente são as primeiras a desaparecerem com a escolha dessa escala para o tema proposto. As análises de áreas verdes baseadas em mapeamentos em mesoescala podem não considerar estruturas como verde de acompanhamento viário e praças de vizinhança. Os valores encontrados nas áreas mínimas são referentes a área de um pixel no qual o MapBiomias se baseia, constatado ao encontrar 1.365 polígonos entre 823 e 826 m² (um pixel) e 444 polígonos entre 1.647 e 1.652 m² (dois pixels). Podendo representar ruídos ao mapeamento, a eliminação desses pixels classificados, apesar de numerosos, causa redução de apenas 0,36% das áreas verdes mapeadas no Rio de Janeiro.

Entretanto, é importante destacar que os menores polígonos verificados na tabela referente à delimitação das áreas verdes podem não representar as potencialidades de cada produto de mapeamento em absoluto, visto que o produto gerado pelo MapBiomias é disponibilizado no formato matricial, ficando limitado pela área do pixel mapeado e sujeito a ruídos decorrentes da classificação baseada em pixels. Em contraposto, o Olho no Verde e o SIG Floresta, apresentados em formato vetorial, também são suscetíveis a ruídos devido à delimitação e sobreposição entre as linhas dos polígonos.

Os valores calculados para os índices IAV e PAV são similares aos encontrados na bibliografia para o município do Rio de Janeiro em 2014, cujo o Índice de Áreas Verdes Naturais por Habitante – IAVN indica 52,8 m²/hab e o Percentual de Área Verde Natural – PAVN vale 27,5%, sendo utilizada a classificação do SIG Florestas para a mesma localidade e data em análise, comparados aos 49,46 m²/hab e 26,05% do produto. Contudo, o cálculo de variações de índices de áreas verdes necessita que o conceito esteja bem definido para caracterizar os elementos da paisagem referentes ao índice em questão.

Constata-se que a escolha pelo produto de mapeamento do MapBiomias, devido a sua escala espacial, pode resultar na omissão de estruturas menores na malha urbana, visto que mapas elaborados em maior escala tendem a encontrar mais áreas vegetadas no contexto da fragmentação de florestas da Mata Atlântica. Não obstante essa dificuldade em identificar pequenos espaços verdes, a aproximação dos valores calculados para os índices propostos com a referência bibliográfica é um indicativo de que ruídos inerentes à mudança da escala de análise não representam perdas significativas de informação, no contexto das áreas verdes ao optar pela mesoescala em alternativa a um dado em maior nível de detalhe. A potencialidade de um projeto de mapeamento e monitoramento de uso e cobertura do solo, como o MapBiomias, com aplicação sobre áreas verdes espacialmente averiguadas, é ressaltada pela profundidade temporal e sistemática de produção de dados anuais, agregando suas características a estudos de áreas verdes e suas mudanças.

Referências Bibliográficas

ARAUJO, M. H. S.; CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S. *Levantamento da cobertura vegetal nativa do bioma mata atlântica*: PROBIO. Rio de Janeiro: Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia, 2007. Relatório Final.

CARRARA, A. L. R. *Análise comparativa dos índices de vegetação em áreas urbanas obtidas de dados TM-LANDSAT e HRV-SPOt*: cidade de Taubaté. 1991. 201 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de terminologia para o verde urbano. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, ano VII, n. 3, p. 7, 1999.

HENKE-OLIVEIRA, C. *Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes*: diagnóstico e propostas. 1996. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

LOBODA, C. R. *Estudo das áreas verdes urbanas de Guarapuava – PR*. 2003. 174 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

NUCCI, J. C. *Qualidade ambiental e adensamento urbano*: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP), 2. ed. Curitiba: O Autor, 2008.

_____; CAVALHEIRO, F. Espaços livres e qualidade de vida urbana. *Paisagem e Ambiente*, v. 11, p. 277-288, 1998. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/download/135315/131186>. Acesso em: 18 out. 2021.

PEDREIRA, L. O. L.; ANDRADE, F. N.; FICO, B. V. *Índices de áreas verdes do município do Rio de Janeiro*, Nota Técnica n. 37. Rio de Janeiro: Secretaria do Meio Ambiente – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2017.

Recebido em: 25/11/2022.

Aceito em: 09/01/2023.