

Densidade Urbana: avaliação do estoque construído e seus potenciais

Lina Corrêa

Mestre em Arquitetura e Urbanismo PPGAU/UFF, Brasil

linacorreia@id.uff.brORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-5984-5708>**Felix Carriello**

Professor Doutor em Geografia PPGAU/UFF, Brasil

felixcarriello@id.uff.brORCID iD <https://orcid.org/0000-0001-6436-1671>**Rubens M. R. Carvalho**

Professor Doutor em Arquitetura e Urbanismo PPGAU/UFF, Brasil

rubens_carvalho@id.uff.brORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-0352-4622>

Densidade Urbana: avaliação do estoque construído e seus potenciais

RESUMO

Objetivo – Análise da Densidade Urbana, avaliando a capacidade de atendimento às necessidades habitacionais em áreas urbanizadas, sem expansão, para a preservação de ambientes naturais.

Metodologia – Avaliação de medidas variadas da Densidade Urbana, com o mapeamento de dados populacionais (IBGE, 2010) e das áreas construídas das edificações existentes (Data Rio/IPP/2013), sobre área urbanizada do Rio de Janeiro (IBGE, 2015). A partir desta análise, foram feitas projeções de adensamento.

Originalidade/relevância – Os debates sobre a intensificação no uso de áreas urbanizadas, objetivando a redução da expansão urbana e das emissões de gases de efeito estufa (GEE), ganharam força com a urgência da crise climática. A relevância deste artigo está no desdobramento de uma metodologia de avaliação da Densidade, para o desenvolvimento de projeções de adensamento, pouco empregadas em pesquisas científicas.

Resultados – As projeções de adensamento resultaram em um potencial para alocação de mais 300.000 unidades habitacionais, cerca de 50% do conjunto total das necessidades e futuras demandas por moradia da cidade, em uma área correspondente a 5% de seu território; demonstrando que ambientes urbanizados podem receber incrementos demográficos, contribuindo para redução da expansão urbana.

Contribuições teóricas/metodológicas – A exploração de cenários possíveis, resultantes do método de projeções de adensamento, tem importante contribuição para estratégias do Planejamento Urbano de combate a causas das mudanças climáticas.

Contribuições sociais e ambientais – O conhecimento sobre o território das cidades, através da análise da Densidade e das projeções de adensamento, pode indicar caminhos para a gestão urbana, com instrumentos do Planejamento que direcionem o atendimento às necessidades habitacionais, nos espaços existentes, com maior igualdade social e preservação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade Urbana. Déficit Habitacional. Expansão Urbana.

Urban Density: assessment of the built stock and its potential

ABSTRACT

Objective – Analysis of Urban Density, assessing the capacity to meet housing needs in urbanized areas, without expansion, for the preservation of natural environments.

Methodology – Evaluation of various measures of Urban Density, mapping population data (IBGE, 2010) and existing built areas (Data Rio/IPP/2013), over the urbanized area of Rio de Janeiro (IBGE, 2015). Based on this analysis, densification projections were made.

Originality/Relevance – Discussions about intensifying the use of urbanized areas, aiming to reduce urban expansion and greenhouse gas emissions (GHG), have gained momentum with the urgency of the climate crisis. The relevance of this article lies in the development of a methodology for Density assessment, unfolding into densification projections, which are rarely employed in scientific research.

Results – Densification projections resulted in a potential for allocating additional 300,000 housing units, approximately 50% of the total needs and future demands for housing in the city, in an area corresponding to 5% of its territory; demonstrating that urbanized environments can accommodate demographic increases, contributing to the reduction of urban expansion.

Theoretical/Methodological Contributions – The exploration of possible scenarios, resulting from the density projection method, has an important contribution to Urban Planning strategies to combat the causes of climate change.

Social and Environmental Contributions – Knowledge about the urban territory, through the analysis of Density and densification projections, can indicate pathways for urban management, with Planning tools that guide the meeting of housing needs in existing spaces, with greater social equality and environmental preservation.

KEYWORDS: Urban Density. Housing Deficit. Urban Expansion.

Densidad urbana: evaluación del parque edificado y su potencial

RESUMEN

Objetivo – Análisis de la Densidad Urbana, evaluando la capacidad de atender las necesidades habitacionales en áreas urbanizadas, sin expansión, para la preservación de los entornos naturales.

Metodologia – Avaliação de diversas medidas de la Densidad Urbana, con el mapeo de datos poblacionales (IBGE, 2010) y de las áreas construidas de los edificios existentes (Data Rio/IPP/2013), sobre el área urbanizada de Rio de Janeiro (IBGE, 2015). A partir de este análisis, se realizaron proyecciones de densificación.

Originalidad/Relevancia – Los debates sobre la intensificación en el uso de áreas urbanizadas, con el objetivo de reducir la expansión urbana y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), han ganado fuerza con la urgencia de la crisis climática. La relevancia de este artículo radica en el desarrollo de una metodología de evaluación de la Densidad, en proyecciones de densificación, poco empleadas en investigaciones científicas.

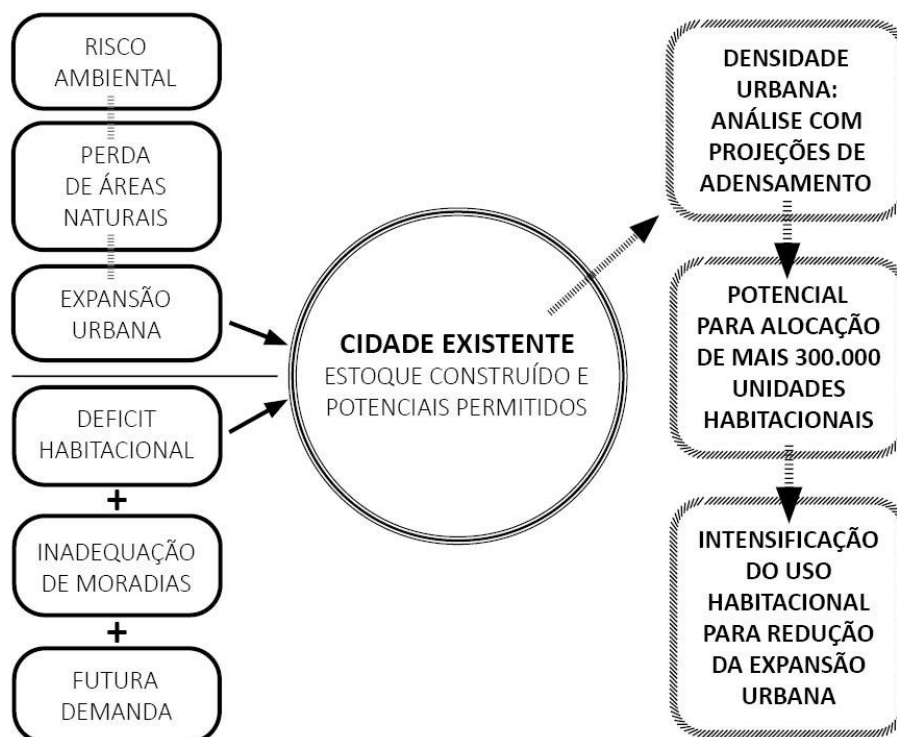
Resultados – Las proyecciones de densificación resultaron en un potencial para la asignación de más de 300,000 unidades habitacionales, cerca del 50% del total de las necesidades y futuras demandas de vivienda de la ciudad, en un área correspondiente al 5% de su territorio; demostrando que los ambientes urbanizados pueden recibir incrementos demográficos, contribuyendo a la reducción de la expansión urbana.

Contribuciones teóricas/metodológicas – La exploración de escenarios posibles, resultantes del método de proyecciones de densificación, tiene un importante aporte a las estrategias de Planificación Urbana para combatir las causas del cambio climático.

Contribuciones sociales y ambientales – El conocimiento sobre el territorio de las ciudades, a través del análisis de la Densidad y de las proyecciones de densificación, puede indicar caminos para la gestión urbana, con instrumentos de Planificación que orienten la atención a las necesidades habitacionales, en los espacios existentes, con mayor igualdad social y preservación ambiental.

PALABRAS CLAVE: Densidad Urbana. Déficit Habitacional. Expansión Urbana.

RESUMO GRÁFICO



1 INTRODUÇÃO

O presente artigo expõe, de modo resumido, os resultados de uma pesquisa de mestrado¹, cujo objetivo principal foi a análise da Densidade Urbana, avaliando a capacidade de atendimento às necessidades habitacionais em áreas urbanizadas, sem expansão, para a preservação de ambientes naturais. Buscou-se contribuir para os debates sobre a Densidade Urbana, como um instrumento de análise, para a orientação do Planejamento Urbano, com foco na cidade do Rio de Janeiro, onde a desigualdade social e as carências por moradia estão estampadas no território.

A Densidade Urbana representa a relação entre um indicador estatístico — população, habitações, empregos, entre outros — e uma superfície delimitada, que pode ser uma quadra, um bairro, uma cidade, uma região, um país etc. (Merlin & Choay, 2015). Não existem medidas padronizadas para a densidade, mas algumas são amplamente usadas, como: a densidade demográfica ou populacional, expressa em habitantes por unidade de superfície; a densidade habitacional, expressa em unidades habitacionais por unidade de superfície; e a densidade construída, que indica a área total construída por unidade de superfície. A unidade de superfície mais comum é o hectare, com 10.000 m² de área. As medidas de Densidade são um importante referencial para a orientação das decisões sobre a extensão da área urbanizada ou intensificação no uso do solo urbano, com influência sobre os custos das infraestruturas e a oferta de serviços públicos e privados (Acioly & Davidson, 1998).

A Densidade Urbana foi, ao longo da história das cidades, algumas vezes usada para indicar problemas, outras para prescrever concentrações ideais. O seu uso consciente, entretanto, como instrumento do planejamento urbano, deu-se a partir da segunda metade do século XIX, como resposta ao crescimento econômico e demográfico nas cidades dos países industrializados, onde a concentração de pessoas era considerada a causa de incêndios, doenças e desordem social (Pont & Haupt, 2009). A partir da década de 1960, no entanto, as críticas ao modelo modernista e aos impactos da expansão urbana de baixa densidade consolidam-se e os possíveis benefícios da concentração de pessoas nas cidades passam a ser divulgados.

Jane Jacobs, em seu livro “Morte e vida de grandes cidades”, publicado em 1961, definiu a alta densidade habitacional como uma das condições necessárias ao florescimento da vida urbana. Outros autores como Jacobs, destacaram a vitalidade e diversidade alcançadas em ambientes urbanos densos, além da necessidade de adensamento de áreas já urbanizadas, para redução da expansão das cidades (Jacobs, 2000; Rogers, 2001; Acioly & Davidson, 1998; CHENG, 2010; CHAKRABARTI, 2013). A alta e a baixa densidades mencionadas não têm uma definição exata, o que varia de acordo com os contextos culturais e sociais, além de fatores como a forma e o uso do espaço urbano (Acioly & Davidson, 1998; Cheng, 2010).

As discussões sobre a Densidade, no âmbito do Planejamento Urbano, têm mais de um século, mas os debates sobre a intensificação no uso de áreas urbanizadas, objetivando a redução da expansão urbana e das emissões de gases de efeito estufa (GEE), ganharam força nas últimas décadas com a urgência da crise climática. A expansão sobre o entorno natural representa um risco ambiental, tendo em vista que as mudanças climáticas e o aumento da

¹ CORRÊA, Lina Motta. **Densidade Urbana: avaliação do estoque construído e seus potenciais**. 2023. 185 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2023.

temperatura terrestre estão fortemente relacionados à perda de biodiversidade, observada em quase todos os ecossistemas e causada principalmente pelas mudanças de uso do solo, impulsionadas em grande parte pela agricultura e a urbanização (IPBES, 2019). De acordo com o IPCC (sigla em inglês para Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas), para garantir, no futuro, ambientes habitáveis para todos, é imprescindível limitar o aquecimento global. É necessário, portanto, conservar e restaurar florestas naturais, além de reduzir as emissões de gás carbônico (CO₂) (IPCC, 2022).

Atualmente, as cidades concentram mais da metade da crescente população mundial e até 2050, de acordo com relatório da Organização Mundial das Nações Unidas (ONU, 2019), espera-se que abriguem 68% da população, com cerca de 6,7 bilhões de habitantes, absorvendo todo o crescimento populacional do mundo. De modo geral, as cidades estão se expandindo duas vezes mais rápido do que suas taxas de crescimento populacional. Maiores extensões de terra em uso urbano resultam em emissões de maiores quantidades de CO₂, contribuindo para o agravamento do efeito estufa (Angel et al., 2011).

No Brasil, 85% da população vive em áreas urbanas (IBGE/ PNAD, 2015), onde o déficit habitacional e a inadequação de moradias somam aproximadamente 30 milhões de domicílios (FJP, 2020, 2021). Os cálculos das carências habitacionais não consideram a futura demanda habitacional, baseada em projeções demográficas, na oferta de moradias e na economia. Estima-se, para o país, no período entre 2023 e 2040, a demanda por aproximadamente 13 milhões de novas moradias urbanas (UFF, 2018).

O déficit habitacional e a inadequação de moradias atingem, predominantemente, as populações mais pobres, cujo rendimento mensal limita-se a três salários mínimos, a faixa de renda menos atendida pelos programas habitacionais públicos e ignorada pelo mercado imobiliário privado. Sem alternativas, esta numerosa parcela da população, é obrigada a autoconstruir seu local de moradia, em locais sem infraestrutura, distantes dos centros urbanos ou preservados pela legislação de proteção ambiental, como as encostas dos morros, em áreas de risco (Maricato, 2017). A cidade se estende, as distâncias aumentam, tornando quase inviável o fornecimento de serviços urbanos de qualidade para os inúmeros habitantes dispersos no território, com consequências negativas para o meio ambiente urbano e natural. Neste contexto, o adensamento das áreas urbanizadas pode contribuir para a melhoria das condições socioambientais da cidade, se permitir a diversidade de renda, com atendimento à parcela da população à qual está associada a maior parte das necessidades habitacionais, caso contrário, a expansão urbana causada pela exclusão social seguirá seu curso.

Para garantir a efetividade de políticas de adensamento é imprescindível a avaliação das diversas medidas da densidade urbana, levando em conta os usos do solo (Angel et al., 2021). O adensamento construtivo pode não corresponder ao aumento das densidades populacionais, se as novas construções abrigarem apenas unidades habitacionais demasiadamente amplas, ocupadas por poucos moradores. É possível, também, ter altas densidades populacionais, durante um determinado período do dia ou da semana, são as densidades flutuantes, consequência de usos e atividades concentrados no tempo, em espaços urbanos que ficam ociosos nas horas vagas.

O adensamento de ambientes urbanos não é capaz, por si só, de resolver problemas como o déficit habitacional ou a expansão urbana. No entanto, a análise da Densidade, pode indicar caminhos para a gestão das cidades, com instrumentos do Planejamento Urbano que direcionem o atendimento às necessidades habitacionais, nos espaços existentes, contribuindo

para o uso eficiente da terra e infraestruturas disponíveis, com maior igualdade social, enquanto ficam preservados ambientes naturais.

2 OBJETIVOS

A avaliação da capacidade de atendimento às necessidades habitacionais, em áreas urbanizadas da cidade do Rio de Janeiro, foi o objetivo principal deste trabalho. O Rio de Janeiro é o lugar de interesse, considerando sua história de expansão urbana e a dimensão do seu território, que traz dificuldades para a provisão de infraestrutura em toda a sua extensão e gera longas viagens para seus habitantes no dia a dia, principalmente nos percursos casa-trabalho-casa. A cidade representa uma centralidade tanto na escala metropolitana quanto nacional. Além de ser a segunda mais populosa do país, foi capital da colônia no período da exploração do Ouro em Minas Gerais, sede do Império, após a independência do Brasil, e capital da República, após sua proclamação. As análises concentraram-se sobre uma Área de Estudo, correspondente a 12% do território urbanizado da cidade, com caráter central, contendo 26 bairros com boa oferta de empregos, serviços e infraestrutura, incluindo redes de transporte de massas.

Dois objetivos complementares foram definidos, em busca de atingir o principal. O primeiro, a partir da análise da Área de Estudo, teve como propósito a avaliação do equilíbrio entre densidades populacionais e construídas, verificando em que medida os espaços urbanos estão sendo aproveitados. Esta verificação foi feita de acordo com pesquisas sobre a relação entre densidade e custos de urbanização, cujos resultados apontaram uma forte relação entre o aumento da densidade urbana e a redução no custo de construção e manutenção das redes e serviços urbanos, por usuário (Mascaró, 1979; Rodrigues da Silva, 1990; Pushkarev e Zupan, 1980).

O segundo objetivou a estimativa da capacidade de absorção de novos habitantes, em determinadas regiões, delimitadas dentro da Área de Estudo, a partir de sua análise. Estas regiões foram nomeadas como Subáreas de Estudo e têm extensão total correspondente a 5% da superfície urbanizada da cidade. Foram feitas projeções de adensamento em duas etapas: a primeira calculando quantas unidades habitacionais poderiam ser implantadas no estoque construído existente e a segunda, presumindo a renovação parcial do parque construído, considerando as limitações da legislação local e os potenciais construtivos previstos Projeto de Lei Complementar 44/2021², em tramitação na Câmara Municipal do Rio de Janeiro, na época da pesquisa.

As projeções resultaram em capacidade para alocação de 300.000 unidades residenciais adicionais, aproximadamente 50% do conjunto total do déficit habitacional, somado à inadequação de moradias (FJP, 2013) e futura demanda por domicílios do município (UFF, 2018); demonstrando que ambientes urbanizados e, muitas vezes, densamente construídos, podem receber incrementos demográficos. Isto pode ser bom, não só para suprir as carências e futuras demandas, mas, também, para trazer vitalidade e diversidade para ambientes esvaziados ou cujo uso é flutuante, preservando o entorno natural das cidades, como dito anteriormente.

² RIO DE JANEIRO. **Projeto de lei complementar n.º 44/2021**. Dispõe sobre a política urbana e ambiental do município, institui a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Rio de Janeiro, RJ: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, [2021]. Disponível em: <https://planodiretor-pcrj.hub.arcgis.com/documents/projeto-de-lei-complementar-n%C2%BA-44-2021-revis%C3%A3o-do-plano-diretor/explore>. Acesso em: 13 out. 2022.

3 METODOLOGIA

O método principal da pesquisa incluiu o mapeamento dos dados populacionais do Censo de 2010 (IBGE), usando a base da área urbanizada do Rio de Janeiro de 2015 (IBGE), informações sobre as edificações (Data Rio/IPP), obtidas em arquivo resultante da restituição de imagens de satélite de 2013, além do zoneamento proposto no PLC 44/2021. Na época do desenvolvimento da pesquisa, estes eram os dados mais recentes, no entanto, após a defesa da dissertação, foi publicado o Censo de 2022 e a Revisão do Plano Diretor (Lei Complementar Nº 270 de 16 de janeiro de 2024³). Ainda assim, deve-se considerar a relevância desta publicação, pela expressividade dos resultados encontrados, a partir da definição de uma metodologia, que permitirá seu emprego e atualização em outras pesquisas, sendo referência para a produção científica na área de Arquitetura e Urbanismo.

A Área de Estudo (Mapa 01) desta pesquisa foi delimitada com referência em dois trabalhos. Um deles foi produzido pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro e fez uma análise sobre o território municipal, mapeando as densidades construídas e populacionais (Rio de Janeiro, SMU, 2016). O outro é o Projeto “Acesso a Oportunidades”, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), gerando estimativas sobre o acesso a empregos, escolas, serviços de saúde e centros de referência da assistência social (CRAS), nos vinte maiores centros urbanos do Brasil (PEREIRA Et al., 2020).

Mapa 01 – Delimitação da área de estudo sobre limite do Município, subdividido nas Áreas de Planejamento (RIO DE JANEIRO, IPP, 2018) e imagem de Satélite do Google.



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do Data Rio/ IPP (2018) e de imagem do Google.

A Área de Estudo é composta por partes das Áreas de Planejamento 1, 2 e 3 — unidades territoriais previstas no Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro (Lei Complementar

³ Rio de Janeiro. **Lei Complementar Nº 270 de 16 de janeiro de 2024**. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. Rio de Janeiro: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, [2024].

111/2011⁴) — contendo bairros da região central e da Zona Norte da cidade. Regiões com a maior quantidade de serviços e empregos, boa oferta de infraestrutura e elevadas densidades construídas, quando comparadas ao conjunto da cidade, portanto, onde o potencial do estoque construído merece atenção.

As medidas de densidade populacional e construída foram espacializadas, com a produção de mapas em software livre de geoprocessamento, *QGIS*. Este software é uma das plataformas de Sistema de Informação Geográfica (SIG), ferramentas computacionais que criam bancos de dados georreferenciados e estruturados em camadas (Francisco, 2014). Nesta etapa, dividiu-se a grande Área de Estudo, equivalente a 7158 ha e 26 bairros, em duas partes, Áreas 001 e 002, para redução da quantidade de dados sendo geoprocessados simultaneamente.

Mapa 02 – Delimitação das Áreas 001 e 002 sobre Imagem de Satélite do Google.



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados da malha de setores censitários do IBGE (2010) e de imagem do Google.

3.1 Densidade por matriz de célula

⁴ RIO DE JANEIRO. **Lei complementar nº 111, de 1º de fevereiro de 2011.** Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor no Rio de Janeiro e dá outras providências. Rio de Janeiro, RJ: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, [2011].

O método empregado para a análise da Densidade Urbana na Área de Estudo, dividida nas Áreas 001 e 002, usou uma malha retangular, com células de 100 (cem) metros por 100 (cem) metros, equivalente a 1 (um) hectare (ha). Os dados das áreas totais construídas das edificações e do número de habitantes dos setores censitários foram agregados à malha retangular, gerando malhas de densidade por matriz de célula.

Cada mapa de densidade foi feito com três classes, cujos valores foram estabelecidos com referência em pesquisas sobre o uso eficiente e econômico das infraestruturas urbanas. Entre estas: a tese de livre docência de Mascaró (1979), onde o autor constatou uma drástica redução no custo médio das redes urbanas⁵, por habitação, na medida em que aumentava a densidade, e a dissertação de Rodrigues da Silva (1990), que analisou a influência da densidade populacional sobre o transporte coletivo motorizado de passageiros (ônibus), em cidades médias fictícias. Este último autor concluiu que a elevação das densidades a valores próximos de 300 hab/ha reduziria significativamente o custo do transporte coletivo.

Além destas, a pesquisa de Chakrabarti (2013) indica, com base em Pushkarev e Zupan (1980), a necessidade de uma densidade habitacional mínima de 75 habitações/ha, para o sustento econômico de um transporte de massas rápido, como o metrô. O trabalho de Pushkarev e Zupan abordou algumas modalidades de transporte sobre trilhos, considerando suas performances operacionais. De acordo com os autores, como a maior parte dos custos de uma via sobre trilhos é fixo, quando o volume das viagens é baixo, o custo por unidade de serviço tende a aumentar, levando em conta aspectos como o tempo de espera do passageiro, a mão de obra empregada, o consumo de energia, o terreno ou o capital investido (PUSHKAREV e ZUPAN, 1980).

De acordo com as pesquisas, 300 hab/ha é um valor de densidade populacional bruta, acima do qual as infraestruturas urbanas viabilizam-se a menores custos por habitante. Com esta referência, foram definidas faixas de valores para a baixa, média e alta densidades populacionais, as quais foram convertidas em faixas de valores de densidade construída (Quadro 01).

Quadro 01 – Classes de densidade. Faixas de valores de densidade populacional e construída conceituados pela pesquisa.

Densidade populacional	Densidade construída	Conceito	Justificativa
Até 100 hab/ha	Até 2800 m ² /ha	Baixa densidade	infraestrutura onerosa
Acima de 100 hab/ha até 300	Acima de 2800 m ² /ha até 9300 m ² /ha	Média densidade	Infraestrutura não econômica; maior dificuldade para viabilizar o transporte de massa.
Acima de 300 hab/ha	Acima de 9300 m ² /ha	Alta densidade	Infraestrutura econômica; viabilização do transporte público de massa

Fonte: Elaboração própria.

A conversão das densidades populacionais em construídas seguiu critérios relacionados à eficiência da planta baixa⁶ e ao tamanho médio das unidades habitacionais, determinados com base na análise de cinco projetos de arquitetura de habitações

⁵ Pavimentação, drenagem pluvial, abastecimento de água, esgoto sanitário, abastecimento de gás encanado e abastecimento de energia elétrica.

⁶ Relação entre as áreas privativas brutas (área habitável) e a área residencial construída bruta, com referência no método de Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021).

multifamiliares⁷ e indicações sobre áreas mínimas úteis de unidades residenciais e áreas padrão de empreendimentos imobiliários, disponíveis em regulamentações municipais e nacionais⁸.

Foram feitas duas tabelas para estimar o tamanho médio das unidades habitacionais, uma com referência nos projetos de arquitetura e a outra nas normas. Neste artigo, o Quadro 02 é exibido como exemplo. Nele, a estimativa do tamanho médio da unidade habitacional baseou-se na quantidade de unidades de cada tamanho nos projetos levantados, estabelecendo-se uma parcela de 30% para habitação de interesse social ou unidades com área reduzida.

Quadro 02 – Tamanho médio da Unidade Habitacional. Estimativa de tamanho médio de unidade habitacional.

	Parcela (%)	Área bruta Unidade Habitacional (m²)
Habitação de Interesse Social ou com área reduzida (30%)	5	31,00
	13	46,00
	12	55,00
Unidades residenciais com tamanhos variados	20	65,00
	22	75,00
	20	85,00
	6	105,00
	1	135,00
	1	165,00
Tamanho médio da Unidade Habitacional		68,80 m²

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com os valores estabelecidos para as classes, foram geradas malhas de densidade populacional e construída. As malhas geradas foram combinadas em uma única malha, denominada bivariada, agregando os dados das duas variáveis (população e área construída), tendo como referência o método de Joshua Stevens (2015). O objetivo da produção destes mapas foi visualizar e dimensionar os locais com as mais altas densidades construídas e mais baixas densidades populacionais, portanto, onde o estoque construído poderia abrigar altas densidades populacionais, mas abriga baixas densidades, por situações relacionadas ao uso do solo ou ao tamanho das unidades habitacionais, a serem comentadas nos resultados.

Kazuo Nakano examina, também, a desconexão entre densidade construída e densidade demográfica, em lançamentos imobiliários residenciais, no município de São Paulo, entre 1998 e 2008. O autor verificou que o aumento da densidade construída e do número de andares não foi acompanhado pelo adensamento demográfico. A expansão da área construída residencial, sem incremento demográfico, não promove o uso otimizado da terra e a criação de moradias bem localizadas para uma população maior, levando à “cidade oca”⁹ e não à “cidade compacta” (Nakano, 2018).

As etapas descritas para a produção dos mapas foram igualmente cumpridas para as Áreas 001 e 002, gerando mapas com resultados similares, cuja descrição não caberá neste artigo, síntese de uma pesquisa de mestrado, como mencionado. Neste texto, será apresentada apenas a análise da Área 001, suficiente para ilustrar os resultados.

⁷ Os projetos têm diversos tamanhos, alturas e localizam-se em diferentes zonas da cidade. Dois deles são habitações de interesse social e seus desenhos foram fornecidos pelos escritórios dos autores (INSITE arquitetos e LZD arquitetos). Os demais foram obtidos nos sites do escritório Cité Arquitetura e da Revista Projeto.

⁸ Código de Obras e Edificações Simplificado do Município do Rio de Janeiro (Lei Complementar nº 198 de 14 de janeiro de 2019), Portaria nº 959 de 18 de maio de 2021 e Norma Brasileira 12.721 de 9 de abril de 2007.

⁹ De acordo com Nakano, a expressão “cidade oca” foi ouvida por ele, pela primeira vez, quando participava de uma mesa de discussões com o arquiteto Nabil Bonduki, que a usou para caracterizar o adensamento construtivo, promovido na cidade de São Paulo pela disseminação de edifícios de apartamentos, sem adensamento demográfico.

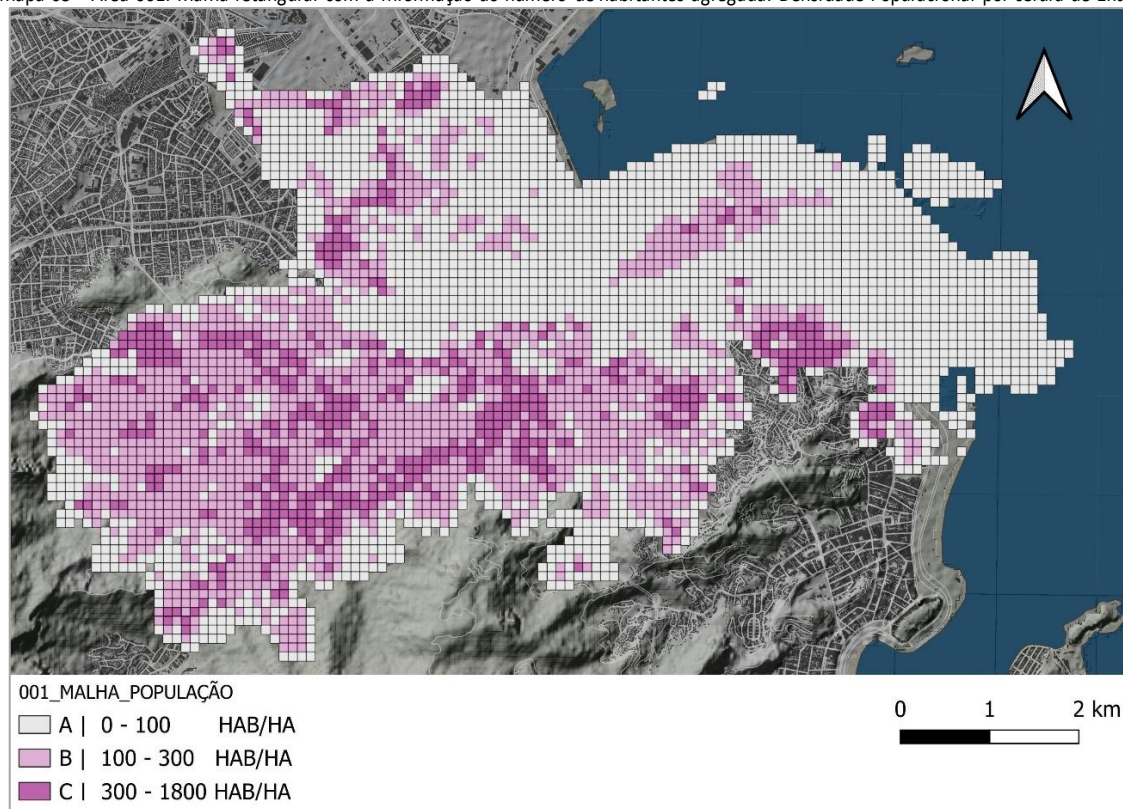
Os mapeamentos sobre as Áreas 001 e 002, subsidiaram a escolha de quatro Subáreas de Estudo, para uma avaliação da Densidade Urbana em escala ampliada, com o levantamento e cálculo de métricas variadas. Esta etapa teve como principal referência o método de análise dos fatores constituintes da Densidade, desenvolvido por Angel, Lamson-Hall e Blanco (2021). Os resultados desta análise também não caberão neste artigo, entretanto, a partir deles foram feitas as projeções de adensamento, no estoque construído existente e no Potencial Adicional de Construção (PAC), tendo como referência o Coeficiente de Aproveitamento Máximo (CAM), proposto no PLC 44/2021. As análises levaram em consideração a legislação urbana, respeitando as áreas de preservação definidas na cidade, por diferentes órgãos do poder público.

4 RESULTADOS

4.1 Mapas de Densidade por matriz de célula

Os mapas de densidade por matriz de célula foram produzidos através da agregação da informação do número de habitantes e da área construída à malha retangular. Na Área 001, como pode ser visto no Mapa 03, 87% do território tem densidades populacionais médias ou baixas, portanto, sem capacidade para garantir a manutenção econômica das redes de infraestrutura e transporte de massas.

Mapa 03 – Área 001. Malha retangular com a informação do número de habitantes agregada. Densidade Populacional por célula de 1ha.



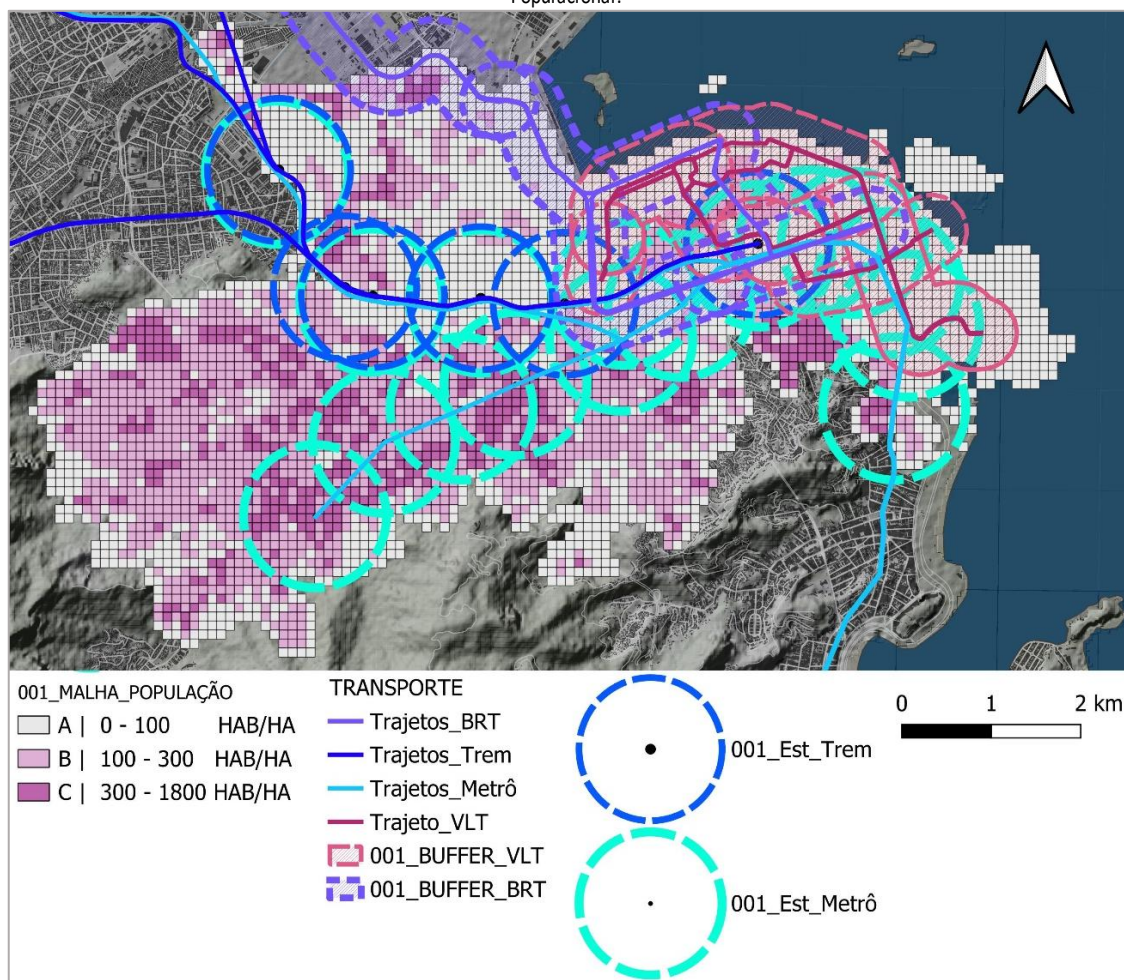
Fonte: Elaboração própria, a partir de informações do IBGE (2010) e do Data Rio/IPP (2022).

No Mapa 04, tendo como referência as recomendações sobre as áreas de influência das linhas de transporte definidas pelo Instituto de Políticas de Transporte (ITDP, 2017) e pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID, 2021), foi feita a sobreposição das linhas de

Trem, Metrô, BRT e VLT à malha de densidade populacional. Um raio de 800 (oitocentos) metros foi demarcado para cada Estação de Trem e Metrô. Não foram encontradas informações sobre as estações de BRT e VLT, o que levou a demarcação das áreas de influência destas redes com um *Buffer* de 400 m, tendo como referência mapeamento produzido pelo ITDP (2017) para as estações de BRT do Rio de Janeiro.

A sobreposição das áreas de influência à malha da Área 001 demonstra que os serviços de transporte estão sendo, em grande medida, ofertados a ambientes com baixa e média densidades populacionais, onde a manutenção da infraestrutura é onerosa ou, pelo menos, não econômica.

Mapa 04 – Área 001. Linhas de Transporte extraídas do Data Rio (RIO DE JANEIRO, IPP, 2015) sobrepostas à malha de Densidade Populacional.



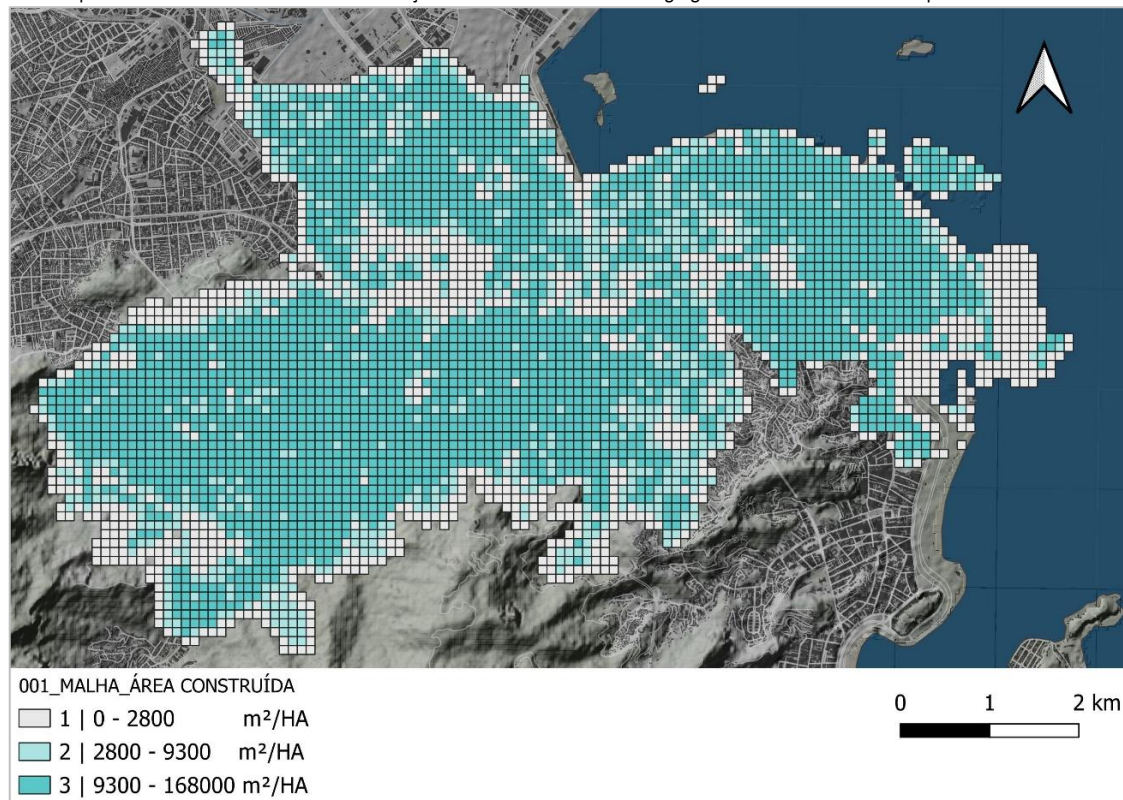
Fonte: Elaboração própria, a partir de informações do IBGE (2010) e do Data Rio/IPP (2015).

Os locais com baixa e média densidades populacionais não são, necessariamente, locais com baixas densidades construídas, como pode ser visto no Mapa 05 (densidade construída por matriz de célula).

Este mapa demonstra que as densidades construídas são, em grande parte da Área 001, capazes de comportar altas densidades populacionais e oferecer suporte à manutenção econômica das redes de infraestrutura. Entretanto, a existência de lugares com predominância de usos não residenciais, tem como consequência espaços pouco densos, do ponto de vista populacional, impedindo o aproveitamento da capacidade total das infraestruturas.

Dependendo do uso destes ambientes, as densidades podem ser elevadas em determinado período do dia ou da semana, mas, por serem flutuantes, deixam as infraestruturas ociosas nos horários de baixo uso.

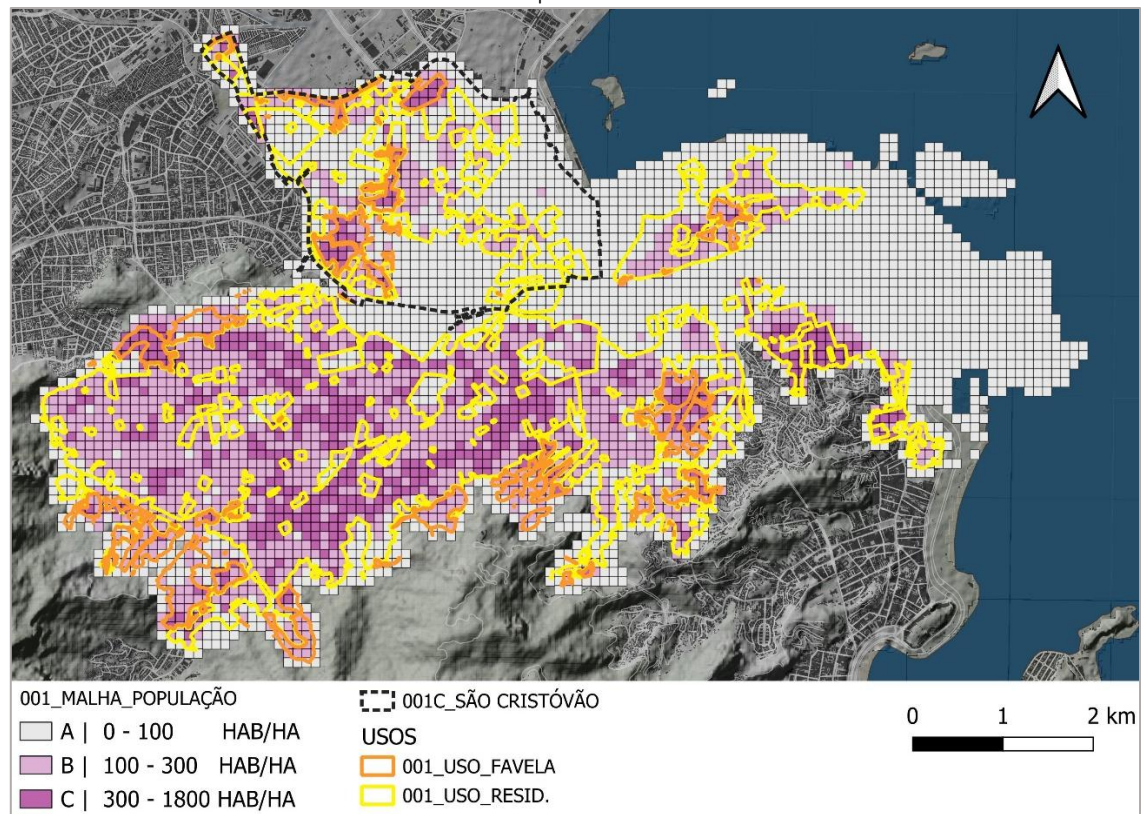
Mapa 05 – Área 001. Malha com a informação da Área Total Construída agregada. Densidade Construída por célula de 1ha.



Fonte: Elaboração própria, a partir de informações do Data Rio/IPP (2022).

No Mapa 06, foi feita a sobreposição das áreas residenciais e de favelas à malha de densidade populacional, exibindo a baixa densidade populacional das zonas não residenciais, onde a manutenção das infraestruturas torna-se onerosa.

Mapa 06 – Área 001. Usos Residencial e Favela extraídos do Data Rio (RIO DE JANEIRO, IPP, 2021) sobrepostos a malha de Densidade Populacional.



Fonte: Elaboração própria, a partir de informações do IBGE (2010) e do Data Rio/IPP (2021).

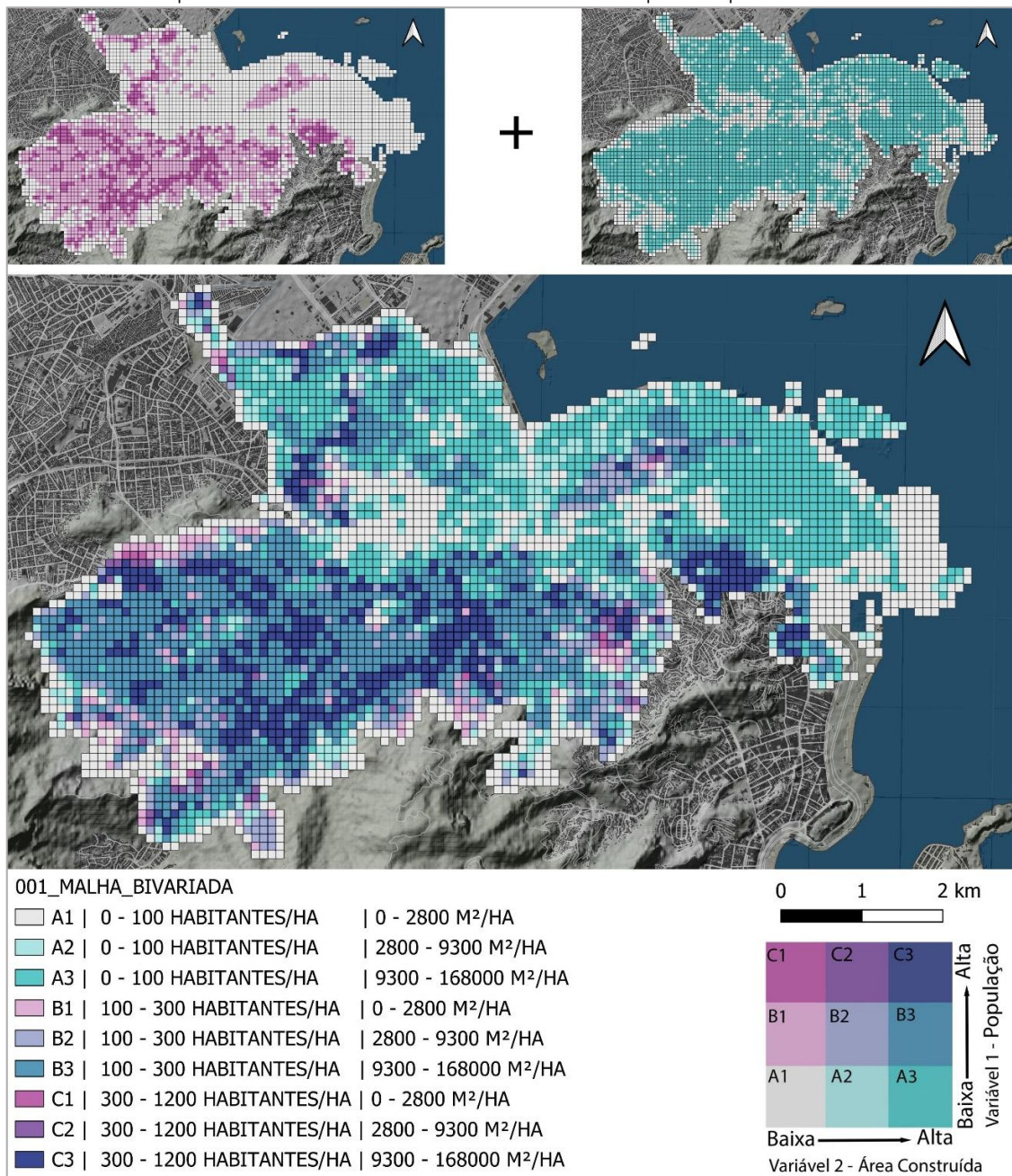
Mesmo nas zonas residenciais, as baixas densidades representam uma parcela significativa do território, equivalente a 34% da área; as médias correspondem a 48% e as altas a 18%. No subdistrito de São Cristóvão, assinalado no Mapa 06, as altas densidades só foram encontradas nas áreas classificadas pela Prefeitura como favela, onde a autoconstrução foi a opção para os que desejavam morar na região, evidenciando as carências habitacionais do subdistrito.

Na Área 001, um território com cerca de 4223 hectares, composto por 19 bairros, apenas 548 hectares (13% da área) têm altas densidades populacionais, portanto, capazes de garantir a manutenção econômica das infraestruturas. No entanto, cerca de 60% do estoque edificado existente tem altas densidades construídas, que poderiam abrigar altas densidades populacionais, mas não o fazem, em grande parte pela baixa parcela do uso residencial em algumas regiões ou por motivos como a existência de unidades habitacionais grandes, abrigando poucos moradores, encontrados na análise da densidade urbana nas Subáreas.

4.2 Mapas Bivariados

Os mapas bivariados permitiram relacionar as variáveis, visualizando suas concordâncias — altas densidades populacionais coincidindo com altas densidades construídas — assinaladas pela cor da célula C3, ou discordâncias — altas densidades construídas coincidindo com baixas densidades populacionais — destacadas pela cor da célula A3.

Mapa 07 – Área 001. Malha Bivariada. Densidade Construída e Populacional por célula de 1 ha.

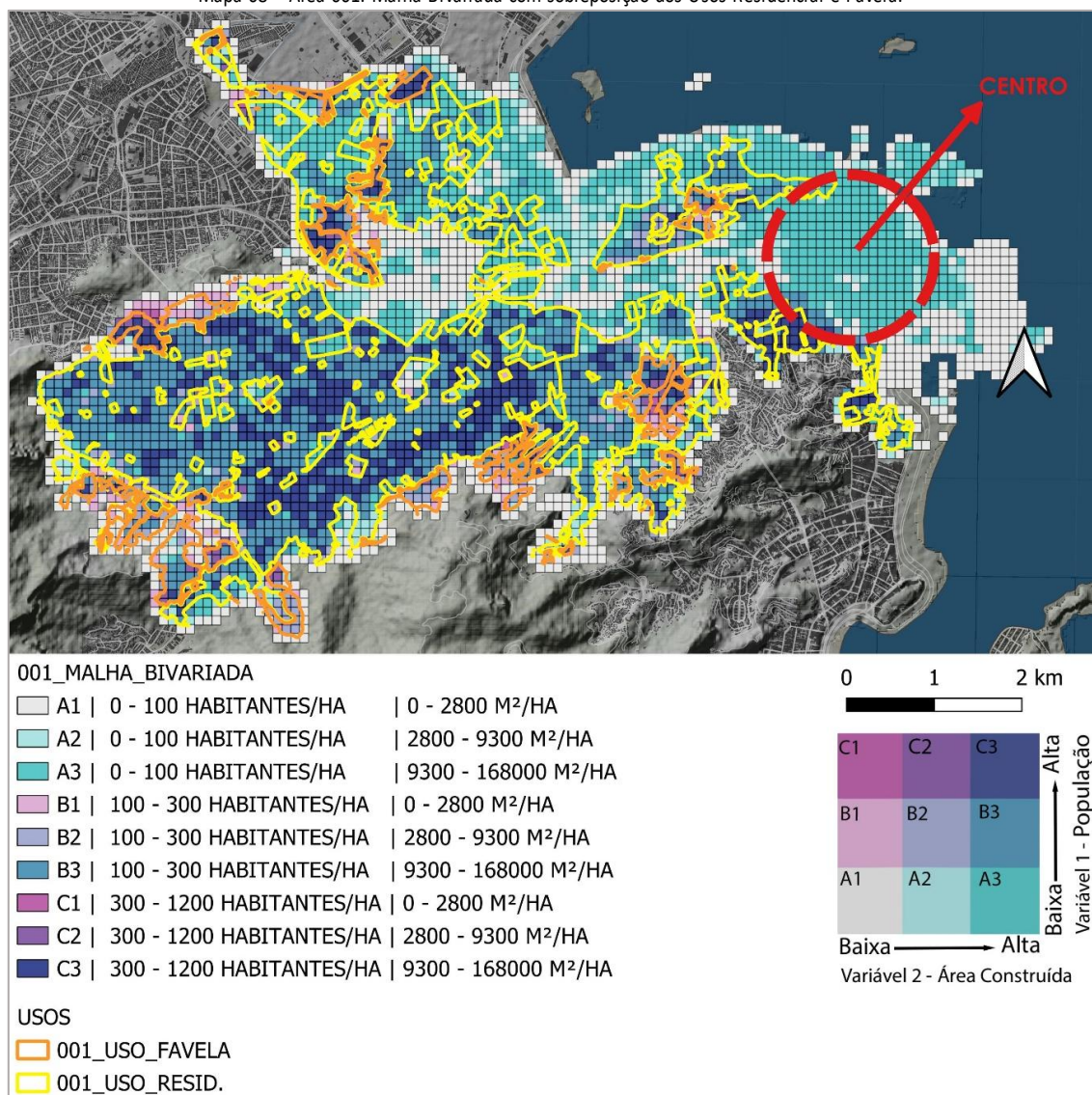


Fonte dos mapas: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE (2010) e do Data Rio/IPP (2022).

É importante mencionar que, na malha bivariada, as mais baixas densidades populacionais combinadas às mais altas densidades construídas — discordâncias — exibem as regiões de baixa densidade populacional, que poderiam abrigar mais habitantes em altas densidades, se houvesse um incremento do uso residencial no estoque construído existente.

As áreas com maior parcela de concordância, estão nas áreas residenciais e de favelas. O bairro do Centro da Cidade, assinalado em vermelho no Mapa 08, é o principal exemplo de discordância na Área de Estudo, que engloba Áreas 001 e 002. Um local com altas densidades construídas e baixas densidades populacionais, em razão da predominância dos usos comercial e de serviços. A pouca oferta de habitações resulta em um uso flutuante das infraestruturas, que permanecem ociosas fora dos períodos das jornadas de trabalho, à noite e nos finais de semana.

Mapa 08 – Área 001. Malha Bivariada com sobreposição dos Usos Residencial e Favela.

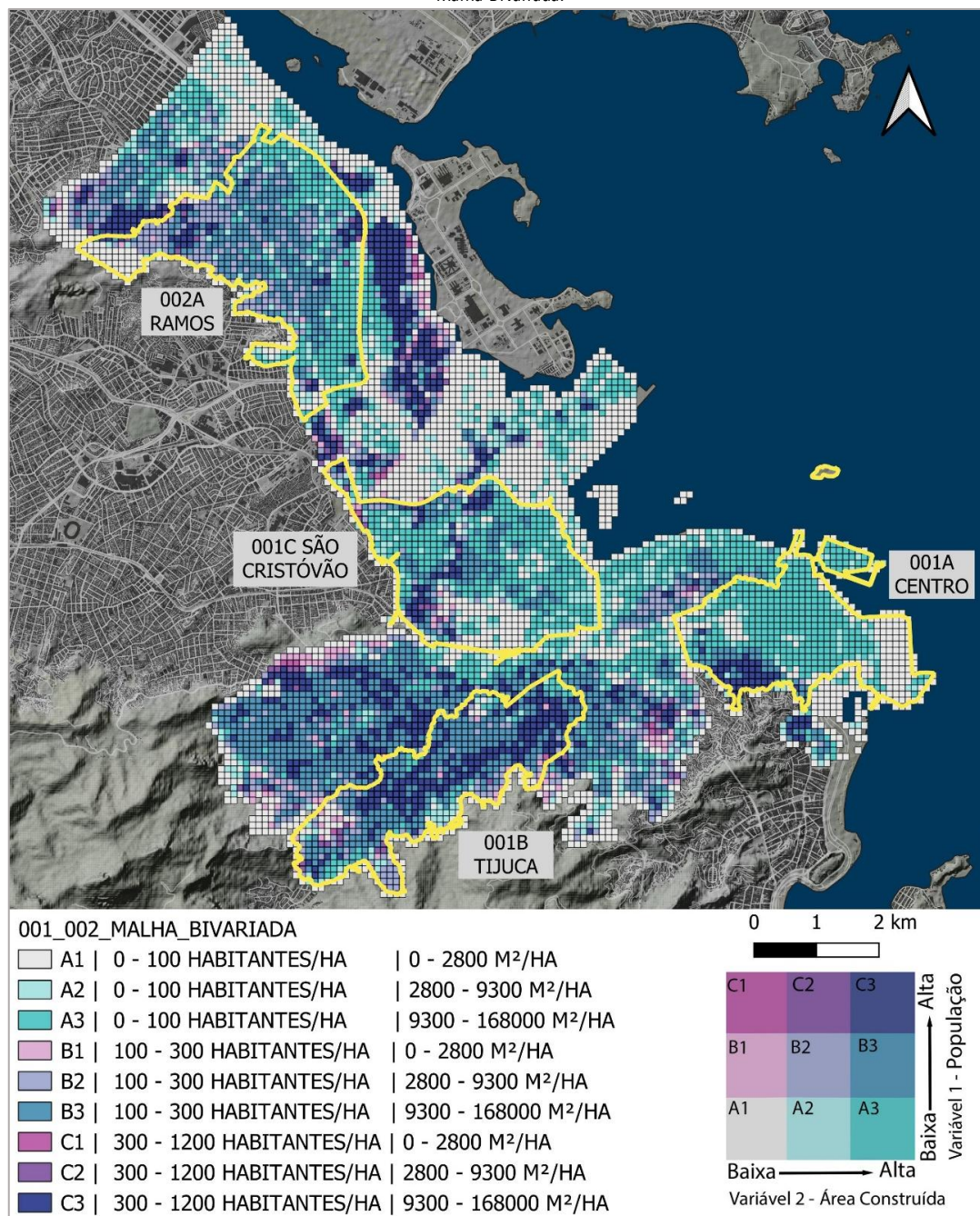


Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE (2010) e do Data Rio/IPP (2021).

4.3 Subáreas de Estudo

As Subáreas, delimitadas após a análise das Área 001 e 002, têm boa oferta de redes de infraestrutura, incluindo transporte de massas. Três das quatro Subáreas – 001A, 001B e 001C – estão localizadas na Área 001. A Subárea 002A foi assim nomeada por estar inserida na Área 002.

Mapa 09 – Área de Estudo — Conjunto das Áreas 001 e 002 – com as Subáreas de Estudo, selecionadas em amarelo, sobrepostas à Malha Bivariada.



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do IBGE (2010) e do Data Rio/IPP (2022).

As Subáreas têm a escala do bairro ou do subdistrito, uma aproximação feita para o desenvolvimento das projeções de adensamento, compatível com o propósito desta pesquisa de criação de uma ordem de grandeza da capacidade do estoque construído. Verificações futuras, ampliando ainda mais a escala de trabalho, para uma avaliação dos impactos do aumento da densidade em cada localidade e abordando outras condições dos ambientes urbanos, serão importantes, com considerações sobre os contextos sociais, culturais e a história de cada lugar. Estudos sobre a performance dos ambientes urbanos na sua relação com as densidades construídas, com outros métodos, como o *Spacematrix* de Pont & Per Haupt (2009), também serão bem-vindos.

Na Subárea 001A, que contempla o bairro do Centro, foram levantadas as mais altas densidades construídas e mais baixas densidades populacionais, em consequência de sua reduzida parcela residencial. A Subárea 001B contempla o bairro da Tijuca e foi selecionada por ter, em parte de seu território classificado como “formal”, altas densidades populacionais, coincidindo com altas densidades construídas. A Subárea 001C corresponde aos bairros de Benfica, Mangueira, São Cristóvão e Vasco da Gama, que compõem o subdistrito de São Cristóvão. O lugar, assim como a Tijuca, apresenta diversidade de usos, mas com uma parcela residencial mais baixa, resultando, de modo similar ao Centro, em vastas áreas com altas densidades construídas, mas abrigando baixas densidades populacionais. A Subárea 002A (Ramos) é composta pelos bairros de Olaria, Ramos e Bonsucesso, parte do subdistrito de Ramos, onde se localizaram muitas instalações industriais (Abreu, 2008). Com o processo de fechamento das indústrias, imóveis tornaram-se subutilizados, resultando em altas densidades construídas combinadas a baixas densidades populacionais.

Foi feita uma análise sobre a densidade urbana e seus fatores nas Subáreas, com referência no método de Angel et al. (2021). Cabe aqui destacar a avaliação sobre o tamanho médio das unidades habitacionais. Com a exceção do Centro (001A), o tamanho médio das unidades habitacionais nas Subáreas é muito superior ao tamanho médio (70,00 m²) estimado por esta pesquisa, com referência na análise dos projetos de arquitetura e nas regulamentações municipais e nacionais.

Unidades habitacionais com áreas muito amplas poderão não ser adequadas, quando se considera a futura demanda por moradias no Brasil. Um trabalho publicado no livro “Demanda futura por moradias: demografia, habitação e mercado” (UFF, 2018), estimou uma redução no tamanho médio dos domicílios de 3,4 pessoas em 2010 para 2,6 em 2040. Mudanças no comportamento entre as gerações, como diminuição no número de filhos, aumento de divórcios e autonomia financeira dos jovens, podem contribuir para esta redução, afetando diretamente a demanda por domicílios. Será necessário um número maior de unidades habitacionais para acomodar a população desagregada em domicílios compostos por famílias menores. A diminuição do tamanho médio dos domicílios é uma tendência mundial e foi verificada nas estimativas feitas para todas as regiões brasileiras, no período analisado pelo trabalho referenciado (UFF, 2018).

A partir da análise das Subáreas foram feitas as projeções de adensamento.

4.4 Projeções de adensamento nas Subáreas – 1ª etapa

A primeira etapa das projeções de adensamento, contemplou o estoque edificado existente, tendo como premissa alguns mecanismos de adensamento: o aumento da parcela residencial, pela conversão de usos; a ocupação de imóveis não utilizados ou subutilizados e a subdivisão de residências unifamiliares ou de unidades habitacionais, ressaltando que para esta última as dificuldades relacionadas à infraestrutura predial podem ser maiores. Estas premissas têm como referência diretrizes da política urbana brasileira — Estatuto da Cidade, Lei 10.257 de 10 de julho de 2001 — incluídas na legislação municipal, além de pesquisas sobre instrumentos

e mecanismos de adensamento implementados em alguns lugares do mundo, como o *Soft Density* (Adensamento Suave), definido por Anastasia Touati (2016)¹⁰.

O arquivo de Edificações, usado como base, é do ano de 2013. As projeções, portanto, acontecem sobre uma base antiga, considerada válida para este estudo, pela sua comparação com a imagem de satélite do Google, que demonstrou não haver mudanças capazes de prejudicar a ordem de grandeza pretendida. Além disso, a metodologia desenvolvida pode ser aplicada sobre novas bases, atualizando o estudo.

A elevação da parcela residencial foi determinada pela criação de um Índice de Usos Residenciais (IUR) médio, calculado para cada área com base nos Índices de Comércio e Serviços (ICS) determinados no PLC 44/2021. Este índice ressalta a importância da intensidade do uso habitacional na cidade. A partir dos Índices de Usos Residenciais foram determinadas as parcelas residenciais potenciais para cada Subárea.

As projeções de adensamento contaram com o levantamento das áreas urbanizadas, áreas totais construídas, área de projeção horizontal dos edifícios e altura dos edifícios, com referência no método de Angel et al. (2021). A partir das parcelas residenciais, eficiência da planta baixa e tamanho médio das unidades habitacionais estimados, foram calculadas as projeções do número potencial de unidades habitacionais no estoque existente e as densidades populacionais e habitacionais potenciais.

De acordo com os cálculos, a parcela residencial determinada para o estoque construído existente nas quatro Subáreas de estudo poderia abrigar, aproximadamente, mais 127.700 unidades habitacionais, além das 123.837 presentes, resultando em um total de cerca de 251.540 unidades, mais do que duplicando o número de habitações nestas áreas. No entanto, o aumento nas densidades habitacionais e populacionais, proporcionado pelo melhor aproveitamento do estoque construído, não ultrapassaria, nos casos dos subdistritos de São Cristóvão e Ramos (001C e 002A), o limite de 300 hab/ha, que permitiria a economia na construção e manutenção das infraestruturas.

4.5 Projeções de adensamento nas Subáreas – 2ª etapa

A segunda etapa das projeções de adensamento consistiu num estudo sobre a capacidade do Potencial Adicional de Construção (PAC), mensurando o número de unidades habitacionais possível de ser implantado nele, tendo como referência o Coeficiente de Aproveitamento Máximo (CAM), proposto no PLC 44/2021.

Para cada Subárea foi calculado o CAM médio, assim como feito para o IUR médio, usando os dados do zoneamento proposto no PLC 44/2021. Foram selecionados os lotes com

¹⁰ O adensamento suave é um modelo de menor impacto sobre a forma urbana, que foi implementado em subúrbios de residências unifamiliares da França e do Canadá, pelos proprietários das residências, através da subdivisão ou extensão de suas casas para a criação de uma unidade habitacional para venda ou aluguel. O adensamento suave difere de grandes projetos de intervenção urbana, que promovem o adensamento em grande escala (*hard densification* – densificação pesada), alterando a forma urbana mais significativamente. A autora constatou o papel central dos proprietários no processo, enquanto as municipalidades exercem sua influência com instrumentos da política urbana (TOUATI, 2016).

área superior ao lote mínimo da região ou com possibilidade de remembramento, quando com área inferior. Os lotes com edificações tombadas ou preservadas foram excluídos¹¹.

O PAC foi estimado pelo cálculo da Área Total Edificável (ATE) nos lotes selecionados, com referência no CAM, subtraindo-se a Área Total Construída existente, considerada na primeira etapa das projeções de adensamento. Acrescentou-se 20% à Área Total Edificável, para previsão das áreas não computáveis na determinação da Área Total Construída.

As densidades habitacionais e populacionais resultantes desta última projeção ultrapassaram o limite de 300 hab/ha, necessário à construção e manutenção econômica das redes de infraestrutura. De acordo com os cálculos, seria possível ter aproximadamente 187.290 (cento e oitenta e sete mil duzentas e noventa) unidades habitacionais no PAC das quatro Subáreas de Estudo. Somando-se os resultados obtidos nas duas etapas, estima-se que estas áreas têm potencial para alocar mais 314.990 (trezentas e quatorze mil novecentas e noventa) unidades habitacionais, além das 123.837 existentes, resultando em um total de 438.830 habitações, mais do que triplicando o número existente.

Considerando o potencial de alocação de mais 314.990 unidades habitacionais e admitindo-se uma taxa de vacância residencial, entre 3 e 5%, necessária ao funcionamento equilibrado do mercado imobiliário, de acordo com artigo de Shlomo Angel e Patrick Lamson-Hall (2020), estima-se uma redução de cerca de 15.000 unidades no potencial de alocação, resultando em 300.000 unidades residenciais. Número equivalente a 84% do déficit habitacional urbano, estimado pela Fundação João Pinheiro (2021), para a Região metropolitana do Rio de Janeiro, em 355.000 (trezentos e cinquenta e cinco mil) domicílios. As projeções de adensamento superam o déficit habitacional municipal, estimado em 220.000 (duzentas e vinte mil) unidades habitacionais (FJP, 2013). É importante lembrar que as quatro Subáreas, para as quais foram feitas as projeções de adensamento, correspondem a uma parcela de toda a Área de Estudo e a apenas 5% de todo o território urbanizado da cidade do Rio de Janeiro.

No município, além dos domicílios contabilizados como déficit, há mais 229 mil Domicílios particulares permanentes urbanos inadequados (FJP, 2013) e uma demanda futura por moradias¹², estimada em 150 mil unidades para o horizonte de tempo de 2023 a 2030 (UFF, 2018). Enquanto o resultado do conjunto total das necessidades atuais e futuras demandas habitacionais municipais é de cerca de 600 mil unidades, os estudos feitos demonstraram que 5% da área urbanizada da cidade, com seu estoque existente otimizado e ampliado, poderia receber um número de unidades habitacionais, correspondente a 50% deste conjunto. Ressalta-se, entretanto, que estas áreas, se adensadas, não o seriam exclusivamente para habitações direcionadas à baixa renda, maior parte do déficit e mais afetada pela inadequação de moradias, mas a ordem de grandeza oferecida pelos cálculos confirma a importância do tema.

¹¹ O Município do Rio de Janeiro tem Áreas de Preservação Ambiental e Cultural (APACs). Os lotes com estas edificações são passíveis de adensamento pela implementação da Readequação do Potencial Construtivo no Lote, previsto no Plano Diretor (LC 111/2011), entretanto, na escala trabalhada, optou-se pela exclusão destes lotes.

¹² Esta demanda pode ser verificada no aplicativo desenvolvido pela pesquisa publicada no livro "Demanda futura por moradias: demografia, habitação e mercado" (UFF, 2018).

Universidade Federal Fluminense – UFF. *Aplicativo "Demanda futura por moradias"*. Versão 1.0. Software desenvolvido por Eduardo Martins. Niterói: UFF/ Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação.

5 CONCLUSÃO

A Expansão urbana, o risco ambiental associado a ela, o déficit habitacional e a inadequação de moradias foram problemas motivadores desta pesquisa, abordados por sua relevância para o tema Densidade Urbana. A gestão da Densidade Urbana não é capaz, por si só, de impedir a expansão sobre o entorno natural das cidades, encostas de morros, áreas de risco ou a perda de terras agriculturáveis. Os instrumentos da política urbana, que agem diretamente para esta contenção, são outros, como as classificações de uso do solo, a delimitação do perímetro urbano e o estabelecimento de cinturões verdes. Entretanto, o direcionamento do crescimento das cidades para as áreas já urbanizadas, pode desfavorecer a expansão.

O adensamento de espaços urbanos não reduzirá automaticamente o déficit habitacional, mas pode indicar mecanismos para isso. No Rio de Janeiro, cidade sobre a qual concentrou-se esta pesquisa, a exclusão social das camadas mais pobres da população é visível no território. Neste contexto, a intensificação do uso dos espaços urbanos existentes, poderá desfavorecer a expansão urbana influenciada pela exclusão, se o aproveitamento de parte do seu estoque construído for reservado às populações de baixa renda, critério que deve orientar políticas de adensamento urbano.

Os mapas de densidade por matriz de célula produzidos oferecem um diagnóstico do estado atual das densidades populacionais e construídas, mostrando que a população residente na maior parte do território não permite a economia na construção e manutenção das redes de infraestrutura, apesar das densidades construídas serem altas em grande parte do território.

Zonas industriais esvaziadas, centros de comércio e serviços com baixa densidade habitacional, áreas residenciais onde o tamanho médio das unidades habitacionais é excessivamente grande para o tamanho médio dos domicílios atual, indicam a necessidade do estabelecimento de múltiplas políticas de adensamento urbano, para o uso eficiente das infraestruturas. Ao longo da história das cidades o estoque construído existente foi sendo modificado por interesses diversos, processos de verticalização e expansão mudaram a forma urbana. As análises sobre a Densidade Urbana oferecem uma poderosa ferramenta para a orientação das futuras mudanças, buscando, na medida do possível, aproveitar os espaços subutilizados, sem, obrigatoriamente, alterar a forma ou expandir o território, mudando apenas o seu conteúdo.

Os resultados das projeções de adensamento demonstraram que um território correspondente a 5% da área urbanizada da cidade, com seu estoque existente otimizado e ampliado, poderia receber um número de unidades habitacionais, correspondente a 50% do conjunto total das necessidades habitacionais da cidade, atuais e futuras. Construir conjuntos habitacionais para as famílias de baixa renda em áreas distantes da cidade, com carência de serviços urbanos e oportunidades, é um contrassenso diante do conhecimento sobre centralidades consolidadas, onde extensas áreas com baixas densidades populacionais tornam onerosa a manutenção das redes de infraestrutura e não oferecem o suporte necessário para possíveis melhorias.

Locais com boa oferta de infraestrutura, incluindo o transporte de massas, espaços públicos e equipamentos urbanos, podem suportar incrementos populacionais, mas, ao mesmo tempo, são os incrementos populacionais que permitem alcançar as densidades necessárias à sustentação econômica das infraestruturas. No Rio de Janeiro, há pessoas precisando de lugar para morar e há lugares precisando de pessoas.

6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABREU, Maurício de Almeida. **A evolução urbana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IPP, 2008.

ACIOLY, Claudio; DAVIDSON, Forbes. **Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. Tradução: Claudio Acioly. Rio de Janeiro: Mauad, 1998. Título original: Density in urban development.

ANGEL, Shlomo; PARENT, Jason; CIVCO, Daniel L.; BLEI, Alexander; POTERE, David. The dimensions of global urban expansion: Estimates and projections for all countries, 2000-2050. **Progress in Planning**, vol. 75, p. 53-107, 2011.

ANGEL, Shlomo; LAMSON-HALL, Patrick. **Anatomy of Density II: A Comprehensive Strategy for Making Room for City Densification**. New York: NYU, 2020. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3744466>. Acesso em: 15 nov. 2022.

ANGEL, Shlomo; LAMSON-HALL, Patrick; BLANCO, Zeltia Gonzalez. Anatomy of Density: measurable factors that constitute urban density. **Buildings and Cities**, Vol. 2(1), p. 264-282, 2021. Disponível em: <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.91>. Acesso em: 20 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.721: Avaliação dos custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2007.

BID. **Desenvolvimento orientado ao transporte: como criar cidades mais compactas, conectadas e coordenadas: recomendações para os municípios brasileiros**. Jason Hobbs, Carolina Baima, Mario R. Durán Ortiz, Dalve Alves, Karisa Ribeiro, Renata Seabra (editores). BID, 2021. Disponível em: <https://publications.iadb.org/pt/desenvolvimento-orientado-ao-transporte-como-criar-cidades-mais-compactas-conectadas-e-coordenadas>. Acesso em: 17 fev. 2023.

BRASIL. **Estatuto da Cidade**. Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2001]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 12 jan. 2022.

BRASIL. Portaria nº 959, de 18 de maio de 2021. Dispõe sobre os requisitos para a implementação de empreendimentos habitacionais no âmbito da linha de atendimento Aquisição subsidiada de imóveis novos em áreas urbanas, integrante do Programa Casa Verde e Amarela. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, ed. 93, p. 155, 19 mai. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-959-de-18-de-maio-de-2021-320687425>. Acesso em: 25 jan. 2023.

CHAKRABARTI, Vishaan. Building Hyperdensity and Civic Delight. **Places Journal**, June 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.22269/130613>. Acesso em: 18 abr. 2025.

CHENG, Vicky. Understanding Density and High Density. In: NG, Edward (org.). **Designing high-density cities for social and environmental sustainability**. London, UK: Earthscan, 2010. p. 3-16.

FRANCISCO, Cristiane Nunes. Sistemas de Informações Geográficas - Estudo Dirigido em SIG. In: **SIGCidades: Mapeamento de Áreas Protegidas**. Niterói: UFF, Instituto de Geociências, Departamento Análise Geoambiental, 2014.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional Municipal no Brasil – 2010**. Belo Horizonte: FJP, 2013.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Inadequação de domicílios no Brasil 2016 – 2019**. Belo Horizonte: FJP, 2020.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil – 2016-2019**. Belo Horizonte: FJP, 2021.

IBGE. **Censo Populacional 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, s/d.

IBGE. **Áreas Urbanizadas do Brasil 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, s/d.

IBGE/PNAD. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, s/d.

IPBES. **Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services**. New York: United Nations, 2019.

IPCC. Summary for Policymakers. In: PÖRTNER, H.O.; ROBERTS, D.C.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E.S.; MINTENBECK, K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM, A.; RAMA, B. (org.). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022. p. 3–33.

ITDP. **Guia de implementação de políticas e projetos de DOTS**. [S. l.]: ITDP Brasil, dez. 2017.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. Tradução: Carlos S. Mendes Rosa. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

MARICATO, Ermínia. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2017 – Edição digital.

MASCARÓ, Juan Luís. **Custos de infra-estrutura em cidades de porte médio: um ponto de partida para o desenho econômico**. 1979. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

MERLIN, Pierre; CHOAY, Françoise. **Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement**. Paris: Presses Universitaires de France, 2015.

NAKANO, Anderson Kazuo. A produção da “cidade oca” nos padrões recentes de verticalização e adensamento construtivo do município de São Paulo. **Oculum ensaios**, nº 15 (1), p. 33-50, 2018. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/oculum/article/view/3373> . Acesso em 17 abr 2025

ONU. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)**. New York: United Nations, 2019.

PEREIRA, Rafael H. M. et al. Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras – 2019. **Texto para Discussão 2535**. Brasília: IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2020.

PONT, Meta Berghauser; HAUPT, Per. **Space, Density and Urban Form**. Rotterdam: NAI Publishers, 2009.

PUSHKAREV, Boris; ZUPAN, Jeffrey. **Urban Rail in America: An Exploration Criteria for Fixed-Guideway Transit**. Washington, DC: U. S. Department of Transportation, 1980.

RODRIGUES DA SILVA, Antônio Nélon. **Densidades Urbanas econômicas: a influência do transporte público**. 1990. Dissertação (Mestrado em Transportes) — Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

ROGERS, Richards. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, AS, 2001.

RIO DE JANEIRO. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Data Rio/ Instituto Pereira Passos**. Rio de Janeiro: IPP. Disponível em: <https://www.data.rio/>. Acesso em: 10 jan. 2023.

RIO DE JANEIRO. Prefeitura da Cidade do Rio De Janeiro. Secretaria Municipal de Urbanismo. Análise qualitativa das densidades construídas em regiões da cidade do Rio de Janeiro. In: **Evolução da Ocupação e Uso do Solo 2014 – 2015 – 2016**. Rio de Janeiro: SMU, 2016. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4236391/4184113/RELATORIOCOMPLETO.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2021.

RIO DE JANEIRO. **Lei Complementar nº 198 de 14 de janeiro de 2019**. Institui o Código de Obras e Edificações Simplificado do Município do Rio de Janeiro – COES. Rio de Janeiro, RJ: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, [2019]. Disponível em: <http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil>. Acesso em: 14 fev. 2023.

STEVENS, Joshua. Bivariate Choropleth Maps: A How-to Guide. In: Joshua Stevens's Blog. **Joshua Stevens**. S./l.: 18 fev. 2015. Disponível em: www.joshuastevens.net/cartography/make-a-bivariate-choropleth-map/ . Acesso em: 23 nov. 2022.

TOUATI, Anastasia. The "hidden mechanisms" of land use policies: the case of socio-spatial impacts of suburban densification. **Territoire(s)**, nº 5, Jul. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/311301631>. Acesso em: 25 abr. 2023.

UFF. **Demanda futura por moradias: demografia, habitação e mercado**. Gustavo Henrique Naves Givisiez, Elzira Lúcia de Oliveira (org.). Niterói, RJ: UFF, 2018. ISBN: 978-85-94029-11-9. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/21478/1/Livro%20Demanda%20%28HR%29.pdf>. Acesso em: 10 set. 2022.

DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Lina Motta Corrêa: Concepção e Design do Estudo; Curadoria de Dados; Análise Formal; Investigação; desenvolvimento da Metodologia; Redação – Rascunho Inicial e Revisão Crítica; Revisão e Edição Final.

Felix Carriello: Orientação e Supervisão da Pesquisa, auxiliando na Concepção e Design do Estudo, na Análise Formal, no desenvolvimento da Metodologia e Revisão Crítica.

Rubens M. R. Carvalho: Coorientação e Supervisão da Pesquisa, auxiliando na Concepção e Design do Estudo, na Análise Formal, no desenvolvimento da Metodologia e Revisão Crítica.

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, Lina Motta Corrêa, Felix Carriello e Rubens M. R. Carvalho, declaramos que o manuscrito intitulado "**Densidade Urbana: avaliação do estoque construído e seus potenciais**":

1. Não possui ou possuiu vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. Nenhuma instituição ou entidade financiadora esteve envolvida no desenvolvimento deste estudo.
 2. Não possui ou possuiu relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados. Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida.
 3. Não possui ou possuiu conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito.
-