



COBERTURA VEGETAL E IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO EM CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS HORIZONTAIS EM MOSSORÓ, RN

Thays Targino Cavalcanti¹, Jeorgia Milena Alves Tavares¹, Maria Vitória Thanyse Araújo de Medeiros¹, Laysa da Cunha Peixoto¹, Gabriela Salami¹, Emmanoella Costa Guaraná Araujo², Ane Cristine Fortes da Silva¹

Universidade Federal Rural do Semiárido¹, Universidade Federal de Rondônia²
thays.caalcanti@alunos.ufersa.edu.br

RESUMO: Nas últimas décadas, o rápido crescimento urbano no Brasil tem favorecido a proliferação de condomínios horizontais fechados, especialmente em cidades de médio e grande porte. Embora valorizada pelo mercado imobiliário, essa forma de ocupação raramente é acompanhada de um planejamento urbano e ambiental adequado — sendo a escassez de arborização um dos principais problemas. Este estudo teve como objetivo analisar a cobertura vegetal e a impermeabilização do solo de quatro condomínios fechados no município de Mossoró, Rio Grande do Norte. A coleta de dados foi realizada com a plataforma i-Tree Canopy, que utiliza imagens de satélite do Google Earth para estimar a cobertura do solo por meio de pontos aleatórios. Foram analisados mais de 1000 pontos por área de estudo, encerrando-se o processo quando o desvio padrão das classes de cobertura atingiu $\leq 1,5$, conforme os critérios metodológicos recomendados. Constataram-se altos índices de impermeabilização, superiores a 50%, e cobertura arbórea extremamente limitada. O Condomínio B, em particular, não apresentou qualquer ocorrência de vegetação arbórea nas amostragens. O Índice de Área Verde por Pessoa esteve abaixo dos padrões mínimos recomendados, o que compromete a oferta de serviços ecossistêmicos fundamentais como sombreamento, conforto térmico, infiltração hídrica e qualidade do ar. Os resultados reforçam a urgência de políticas públicas mais exigentes, que obriguem a implementação de planos de arborização, incentivem a conservação da vegetação nativa e promovam uma articulação eficaz entre políticas habitacionais e ambientais.

Palavras-chave: cobertura do solo; arborização urbana; áreas impermeáveis; semiárido; planejamento ambiental.

INTRODUÇÃO

A presença de vegetação arbórea contribui para a biodiversidade local e oferece diversos serviços ecossistêmicos, como a regulação microclimática e conforto térmico, redução do consumo de energia, a melhoria da qualidade do ar e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas (Bambalan et al., 2022).

Apesar do potencial ambiental oferecido pelos espaços residenciais privados, observa-se que os projetos urbanísticos de condomínios fechados frequentemente dão prioridade à intensa ocupação do solo e à pavimentação interna, deixando em segundo plano a inclusão significativa de áreas verdes. Essa carência de arborização compromete a oferta de serviços ecossistêmicos e revela falhas tanto no planejamento urbano quanto na aplicação de diretrizes ambientais adequadas.

Diante desse cenário, torna-se essencial analisar a cobertura vegetal existente em condomínios residenciais, não apenas para entender como os espaços verdes estão distribuídos e funcionam, mas também para apoiar o desenvolvimento urbano de forma mais sustentável. Esse tipo de investigação se torna ainda mais relevante quando inserido no contexto do semiárido brasileiro, como em Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, onde as condições climáticas impõem desafios à preservação da qualidade ambiental. Assim, este estudo teve como objetivo analisar a cobertura vegetal e impermeabilização do solo em quatro condomínios residenciais horizontais fechados localizados no município de Mossoró, RN.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no município de Mossoró-RN ($5^{\circ}11'42"S$ $37^{\circ}20'29"W$), caracterizado por um clima tropical semiárido e inserido no bioma da Caatinga. Foram analisados quatro condomínios residenciais horizontais fechados localizados no bairro Alto do Sumaré, contendo exclusivamente construções de

casas. Para resguardar a privacidade dos moradores e a neutralidade da análise, os empreendimentos foram parcialmente anonimizados e identificados como Condomínio A, B, C e D. A ordem de apresentação foi definida aleatoriamente e não corresponde a qualquer hierarquia ou localização específica.

Os dados ambientais coletados referem-se exclusivamente à cobertura do solo das áreas analisadas, sem qualquer juízo de valor sobre a gestão condominial ou a atuação de seus moradores.

Para a coleta e análise dos dados, utilizou-se a plataforma i-Tree Canopy, uma ferramenta online que permite quantificar o uso e a cobertura do solo com base em imagens de satélite de acesso público do Google Earth. Inicialmente, foram utilizadas imagens do Google Earth para auxiliar na delimitação das áreas de estudo. Em seguida, na plataforma i-Tree Canopy, os pontos foram lançados aleatoriamente pelo próprio aplicativo. A plataforma orienta o registro entre 500 a 1000 pontos para garantir a exatidão dos dados. O procedimento foi finalizado quando o desvio padrão atingiu $\leq 1,5$ para as classes de cobertura avaliadas, seguindo as recomendações de Nowark (2021). Neste estudo, o número de amostras foi sempre superior a 1000 pontos.

As classificações de cobertura do solo disponíveis e utilizadas no i-Tree Canopy foram: Gramíneas/Herbáceas; Edifícios impermeáveis; Outro impermeável; Estrada impermeável; Solo/Terreno descoberto; Árvore/Arbusto e Água. Após a classificação do solo, o software i-Tree Canopy forneceu um relatório detalhando a porcentagem de cobertura de cada classe, calculando os serviços ecossistêmicos e o valor monetário atribuído a eles.

A partir dos dados de cobertura do solo, foi calculado o Índice de Área Verde (IAV). Para o cálculo do IAV, considerou-se o somatório das áreas totais dos condomínios, expresso em metro quadrado (m^2), dividido pelo número de moradores, conforme adaptação de Harder, Ribeiro e Tavares (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da cobertura do solo nos quatro condomínios residenciais horizontais de Mossoró-RN revelou um padrão de predominância das edificações sobre todas as demais classes (Figura 1). Em todos os empreendimentos, as áreas construídas superam 50% da superfície total, com destaque para os condomínios B e D, que ultrapassam a marca de 60%, indicando um modelo urbanístico de alta densidade construtiva e baixa permeabilidade ambiental.

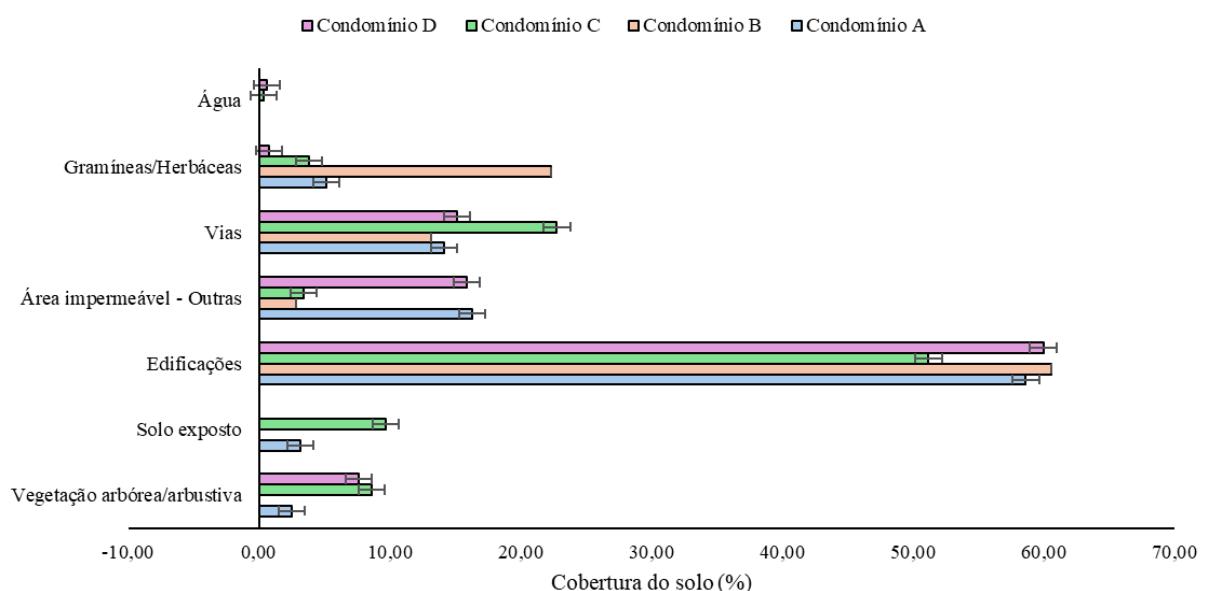


Figura 1. Percentual de cobertura do solo por categoria nos Condomínios avaliados em Mossoró, RN.

Além das edificações, a cobertura por superfícies impermeáveis complementares, como vias e outras áreas pavimentadas (calçadas, pátios, estacionamentos), também foi expressiva. Os condomínios A e D, por exemplo, apresentaram valores elevados tanto para “outras áreas impermeáveis” quanto para vias, enquanto o condomínio B mostrou uma concentração menor nessas categorias, compensada pela forte presença de gramíneas e/ou vegetação herbácea. Esse resultado reforça o contraste entre os condomínios quanto à

distribuição interna dos elementos impermeáveis, todos com impacto direto na drenagem urbana e no conforto térmico.

Em Mossoró, alagamentos são frequentes em diversos bairros durante o período chuvoso. Segundo Bezerra et al. (2024), a deficiência do sistema de drenagem urbana, aliada ao descarte inadequado de resíduos sólidos pela população, acarreta prejuízos materiais e compromete tanto a saúde pública quanto a qualidade ambiental. A arborização surge, nesse contexto, como uma estratégia relevante de mitigação. Durante o ciclo hidrológico, parte da água da chuva é interceptada pelas copas das árvores e posteriormente evaporada devido à ação da temperatura, radiação solar e vento. No bioma Caatinga, essa interceptação pode representar a maior parcela da precipitação bruta (Silva et al., 2018).

A vegetação, por sua vez, mostrou-se residual na maioria dos empreendimentos. A cobertura arbórea/arbustiva foi mais expressiva no condomínio C, que apresentou valores visivelmente superiores aos demais, seguido por D e A. O condomínio B não apresentou qualquer registro de vegetação arbórea nos pontos amostrados. A presença de gramíneas também foi mais significativa no condomínio B, embora esse tipo de cobertura ofereça benefícios ecossistêmicos limitados em comparação às árvores.

Esse conjunto de resultados demonstra a prevalência de modelos de ocupação voltados à maximização das áreas construídas e à pavimentação interna, com baixa integração da vegetação ao planejamento urbano. Em regiões semiáridas como Mossoró, esse padrão compromete a resiliência ambiental dos espaços residenciais, ampliando os efeitos do calor urbano e impermeabilizando o solo.

A análise da cobertura arbórea e do índice de área verde por pessoa (IAVP) nos quatro condomínios horizontais estudados revelou diferenças quanto ao planejamento paisagístico e à provisão de vegetação arbórea/arbustiva nas áreas residenciais fechadas de Mossoró-RN (Tabela 1).

Tabela 1. Cobertura arbórea/arbustiva e Índice de Área Verde por Pessoa (IAVP) nos condomínios analisados em Mossoró-RN.

	Cobertura arbórea arbustiva (m ²)	IAVP (m ² habitante-1)
Condomínio A	66,27	1,38
Condomínio B	0,00	0,00
Condomínio C	3310,25	5,75
Condomínio D	283,94	3,55

O Condomínio C apresentou uma cobertura arbórea cerca de três a cinco vezes maior do que os demais empreendimentos avaliados. Esse resultado sugere um maior atenção com a inserção de vegetação no projeto urbanístico, o que pode estar relacionado à presença de áreas comuns mais arborizadas no interior do local. Como consequência, esse foi o único condomínio com IAVP superior a 5,0 m² por habitante, ainda que abaixo do mínimo recomendado pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (1996), de 15,0 m²/habitante.

Em contrapartida, os condomínios A e D apresentaram cobertura arbórea bastante reduzida, refletindo em índices de área verde por pessoa inferiores a 4,0 m². Embora o Condomínio D tenha superado o A em termos proporcionais, ambos demonstram um padrão de ocupação com baixa inserção de vegetação arbórea, o que indica a prevalência de áreas impermeáveis no projeto urbanístico.

A situação mais crítica, no entanto, foi observada no Condomínio B, onde nenhuma cobertura arbórea foi registrada. Tal ausência de vegetação evidencia a completa desatenção quanto aos aspectos ambientais e paisagísticos, comprometendo diretamente a provisão de serviços ecossistêmicos essenciais, como sombreamento, melhoria microclimática e sequestro de carbono.

Os resultados indicam um cenário preocupante de déficit generalizado de vegetação arbórea nas áreas privadas residenciais avaliadas. Todos os empreendimentos analisados estão abaixo dos valores mínimos de área verde por habitante recomendados nacional e internacionalmente — 15 m² pela Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (1996). Isso aponta para a necessidade urgente de incorporação de diretrizes ambientais mais rígidas nos processos de licenciamento e aprovação de empreendimentos fechados, especialmente em regiões semiáridas onde a arborização urbana desempenha papel fundamental na mitigação do calor e na conservação ambiental. Tal questão deveria ser considerada como diretriz prioritária na revisão da Política Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte, atualmente em debate com participação popular, como oportunidade estratégica para incluir parâmetros mínimos de cobertura vegetal em áreas urbanas consolidadas e novos parcelamentos do solo.

A nova Política Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte não deve apenas estabelecer limites mínimos de cobertura vegetal por habitante, mas também incorporar mecanismos de planejamento urbano sustentável. Entre eles, destaca-se a obrigatoriedade de planos de arborização em novos

empreendimentos, incentivos fiscais voltados à preservação da vegetação nativa em propriedades privadas e a articulação entre políticas ambientais e habitacionais. Essas estratégias ganham ainda mais importância em regiões semiáridas, onde a vegetação cumpre funções ecológicas cruciais, como regular a temperatura, favorecer a infiltração da água no solo e proteger a biodiversidade nas áreas urbanas. Nesse sentido, o processo participativo de revisão das normas representa uma oportunidade valiosa para consolidar a arborização como elemento central do ordenamento territorial, promovendo cidades mais resilientes, saudáveis e ambientalmente equilibradas.

Além dos benefícios estéticos, segundo Nascimento e Chaves (2023), a arborização urbana contribui para a mitigação da poluição do ar, sonora, para a melhoria da saúde pública, da umidade do ar, e para as diminuições das altas temperaturas. Assim, a ausência ou escassez de cobertura vegetal nas áreas analisadas compromete não apenas a qualidade de vida dos moradores, mas também o desempenho ambiental desses empreendimentos em um contexto de crescente urbanização e mudança climática.

CONCLUSÕES

A predominância de áreas impermeáveis nos condomínios analisados revela um padrão urbano que dificulta a infiltração da água, agrava a drenagem e reduz a resiliência ambiental. Aumentar a cobertura vegetal é fundamental para amenizar impactos hidrológicos e microclimáticos, especialmente na região semiárida.

Os Índices de Área Verde por Pessoa estão abaixo dos padrões recomendados, o que reforça a necessidade de políticas públicas que exijam ou incentivem áreas verdes nos empreendimentos.

REFERÊNCIAS

- BAMBALAN, J. M.; PALAPAL, I. K. S.; GULENG, R. V.; CORACERO, E. E.; GALLEGOS, R. B. J.; SUNIEGA, M. J. A. Tree diversity and carbon stock in North Poblacion and South Poblacion (Dipaculao, Aurora, Philippines). **Theoretical and Applied Ecology**, [S.I.], n. 2, p. 198-208, 2022. O-Kratkoe Ltd.
- BEZERRA, Letícia Gabriele da Silva; GRIGIO, Alfredo Marcelo; PESSOA, Zoraide Souza; DAMASIO, Wesley Misael Bezerra. Qualidade ambiental como suporte ao planejamento e a gestão: estudo aplicado à cidade de Mossoró/RN. **DRd - Desenvolvimento Regional em Debate**, [S.I.], v. 14, p. 643–668, 2024.
- BRASIL. Presidência da República. Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Legislativo, Brasília, DF, 19 dez. 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm> Acesso em: 25 mar. 2025.
- DO NASCIMENTO, Maria da Conceição Dias; CHAVES, Sammya Vanessa Vieira. Perfil dos estudos sobre arborização urbana e planejamento: revisão da literatura. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [S.I.], v. 18, n. 1, p. 01-18, 2023.
- HARDER, Isabel Cristina Fialho; RIBEIRO, Roberval de Cássia Salvador; TAVARES, Armando Reis. Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do município de Vinhedo, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2006.
- NOWAK, David J. **Compreendendo o i-Tree: resumo de programas e métodos de 2021**. Madison, WI: Departamento de Agricultura dos EUA, Serviço Florestal, Estação de Pesquisa do Norte, 2021. 100 p. (Relatório Técnico Geral NRS-200-2021).
- SILVA, A. C. F.; SOUTO, J. S.; SANTANA, J. A. da S.; SOUTO, P. C.; NASCIMENTO, J. A. M. Distribution of rainwater by species of caatinga vegetation. **African Journal of Agricultural Research**, [S.I.], v. 13, n. 41, p. 2239-2248, 11 out. 2018.