



Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPR

QUALIDADE AMBIENTAL URBANA COM BASE NA COBERTURA DA TERRA: ESTUDO DE CASO EM SÃO BORJA – RS

URBAN ENVIRONMENTAL QUALITY BASED ON LAND COVER: CASE STUDY OF SÃO BORJA – BRAZIL

(Recebido em 21-02-2024; Aceito em: 26-12-2024)

Anderson Luiz Godinho Belem

Mestre Universidade Federal do Paraná – Curitiba, Brasil
Doutorando Universidade Federal do Paraná – Curitiba, Brasil
andebelem@gmail.com

João Carlos Nucci

Doutor Universidade de São Paulo – São Paulo, Brasil
Docente Universidade Federal do Paraná – Curitiba, Brasil
jcnucci@gmail.com

Resumo

Qualidade ambiental urbana é um tema fundamental em um mundo cada vez mais urbanizado. Uma das formas de avaliar a qualidade ambiental ocorre por meio do levantamento da cobertura da terra uma vez que esta fornece importantes informações sobre a estrutura da paisagem, o que permite realizar inferências sobre a sua dinâmica, informações fundamentais para compreensão da qualidade ambiental. Neste estudo buscou-se avaliar a qualidade ambiental urbana do município de São Borja (RS) com base no levantamento e análise da cobertura da terra e subseqüentes inferências sobre a dinâmica da paisagem. Para tanto, foram utilizadas imagens de satélite do ano de 2022 disponibilizadas pelo Google Satellites diretamente no software QGis. O mapeamento ocorreu de forma não automática e em escala 1:3.500. Com base no levantamento da cobertura da terra foi possível identificar que a qualidade ambiental em cerca de 85% da área urbana de São Borja (RS) pode ser considerada alta. Tal qualidade está associada à cobertura de vegetação (herbácea, arbustiva e arbórea), bem como, a edificações de até quatro pavimentos com adjacências vegetadas. Há, porém, áreas, como o centro da cidade, o sul e o leste, que concentram coberturas que induzem a redução da qualidade ambiental, como edificações de até quatro pavimentos com o entorno impermeabilizado, edificações acima de quatro pavimentos ou mesmo grandes edificações permeadas ou não por vegetação. Conclui-se que a qualidade ambiental urbana de São Borja para o ano de 2022 com base na cobertura da terra pode ser considerada alta.

Palavras-chave: Planejamento da Paisagem; Ecologia Urbana; Paisagem Urbana

Abstract

Urban environmental quality is a fundamental issue in an increasingly urbanized world. One of the ways to assess environmental quality is by surveying land cover, as this provides important information about

the structure of the landscape, which allows inferences to be made about its dynamics, fundamental information for understanding environmental quality. This study sought to evaluate the urban environmental quality of the municipality of São Borja (Brazil) based on the survey and analysis of land cover and subsequent inferences about the dynamics of the landscape. Therefore, satellite images from the year 2022 made available by Google Satellites directly in the QGIS software were used. Mapping occurred non-automatically and at a scale of 1:3,500. Based on the land cover survey, it is possible to identify that the environmental quality in around 85% of the urban area of São Borja (Brazil) can be considered high. This quality is associated with vegetation coverage (herbaceous, shrubby and arboreal), as well as buildings of up to four floors with vegetated surroundings. There are, however, areas, such as the downtown, the south and the east, that concentrate coverage that leads to a reduction in environmental quality, such as buildings with up to four floors with waterproof surroundings, buildings above four floors or even large permeable buildings, or not by vegetation. It is concluded that the urban environmental quality of São Borja for the year 2022 based on land cover can be considered high.

Key words: *Landscape Planning; Urban Ecology; Urban Landscape*

Introdução

A Organização das Nações Unidas (ONU) afirma que até 2030 em torno de 60% da humanidade viverá em cidades e que, sendo assim, as cidades precisam se desenvolver de modo a proporcionar segurança, resiliência e sustentabilidade (ONU, 2018).

No entanto, ao contrário de segurança, resiliência e sustentabilidade, nas cidades o que se constata são inundações, deslizamentos, ilhas de calor, desertos florísticos, falta de saneamento básico, dentre outros, ou seja, problemas que atingem aspectos físicos, químicos, biológicos e sociais (LOMBARDO, 1985; SUKOPP; WERNER, 1991; HOUGH, 1998; FORMAN, 2014; BERTO; NUCCI, 2022), sobretudo se no planejamento houver a predominância de uma lógica atrelada ao consumo, ao crescimento econômico, à dependência de tecnologias, à interesses de curto prazo que desconsideram os limites e aptidões da paisagem (MCHARG, 1971, FRANCO, 2001; NUCCI, 2008; CAVALHEIRO, 2009; BERTO; NUCCI, 2022).

Uma proposta que se adequa à necessidade de considerar as questões ambientais é o Planejamento da Paisagem que inserido no contexto da Ecologia da Paisagem, configura-se como uma teoria e instrumento técnico-científico que objetiva tornar viável a ocupação da terra conservando os recursos naturais e mantendo a qualidade ambiental, sendo fundamental a participação popular nesse processo (HAAREN; GALLER; OTT, 2008; NUCCI, 2021).

No âmbito do Planejamento da Paisagem, Nucci (1996; 2008) desenvolveu um método para avaliação da qualidade ambiental urbana, no qual ressalta a importância de escalas de detalhe. Como indicadores Nucci (1996; 2008) utiliza: uso do solo, verticalidade das edificações, poluição, densidade demográfica, cobertura vegetal, enchentes e espaços livres de edificação.

Valaski (2013) contribuiu para o método ao considerar possibilidades de se inferir a dinâmica da paisagem com base em sua estrutura. Para tanto, elaborou uma chave de classificação e interpretação que pode ser utilizada como uma ferramenta em estudos de qualidade ambiental urbana. Posteriormente, Nucci, Ferreira e Valaski (2014) avançam nas pesquisas e elaboram uma legenda para espacializar a cobertura da terra e, deste modo, inferir a qualidade ambiental urbana.

Os estudos sobre qualidade ambiental, segundo o método desenvolvido por Nucci (1996; 2008), em sua maioria, foram aplicados em cidades médias e grandes (BARBOZA, 2014; ASSIS; MIRANDA, 2013; COSTA; NUCCI; VALASKI, 2015; SOUZA; AMORIM, 2016; MARTINS *et al.*, 2022) entretanto, como o levantamento de dados conforme o método necessita começar por escalas de detalhe, o que demanda tempo e recursos humanos, esses estudos foram realizados apenas em partes dos municípios (bairros, distritos, bacias hidrográficas). Exceção é o estudo de Ferreira (2015) que mapeou a qualidade ambiental com base na cobertura da terra para o município de Curitiba-PR.

Nas grandes cidades os problemas ambientais diagnosticados pelo método são de difíceis soluções uma vez que o próprio tamanho dos municípios é uma das causas dos problemas. Nesse interim, municípios menores, além de possibilitarem o estudo de sua área urbana como um todo, considerando as limitações de tempo e de recursos humanos da pesquisa, podem apresentar também maiores possibilidades para as soluções.

Nesse contexto, se enquadra o município de São Borja, área de estudo da pesquisa, localizado no Rio Grande do Sul, possuindo cerca de 19 km² de área urbana. São Borja vem passando, nos últimos 20 anos, por um adensamento de suas edificações e redução da cobertura vegetal, conforme observações preliminares realizadas pelos autores via imagens de satélites disponíveis no Google Earth, e esse processo pode estar conduzindo a uma diminuição em sua qualidade ambiental.

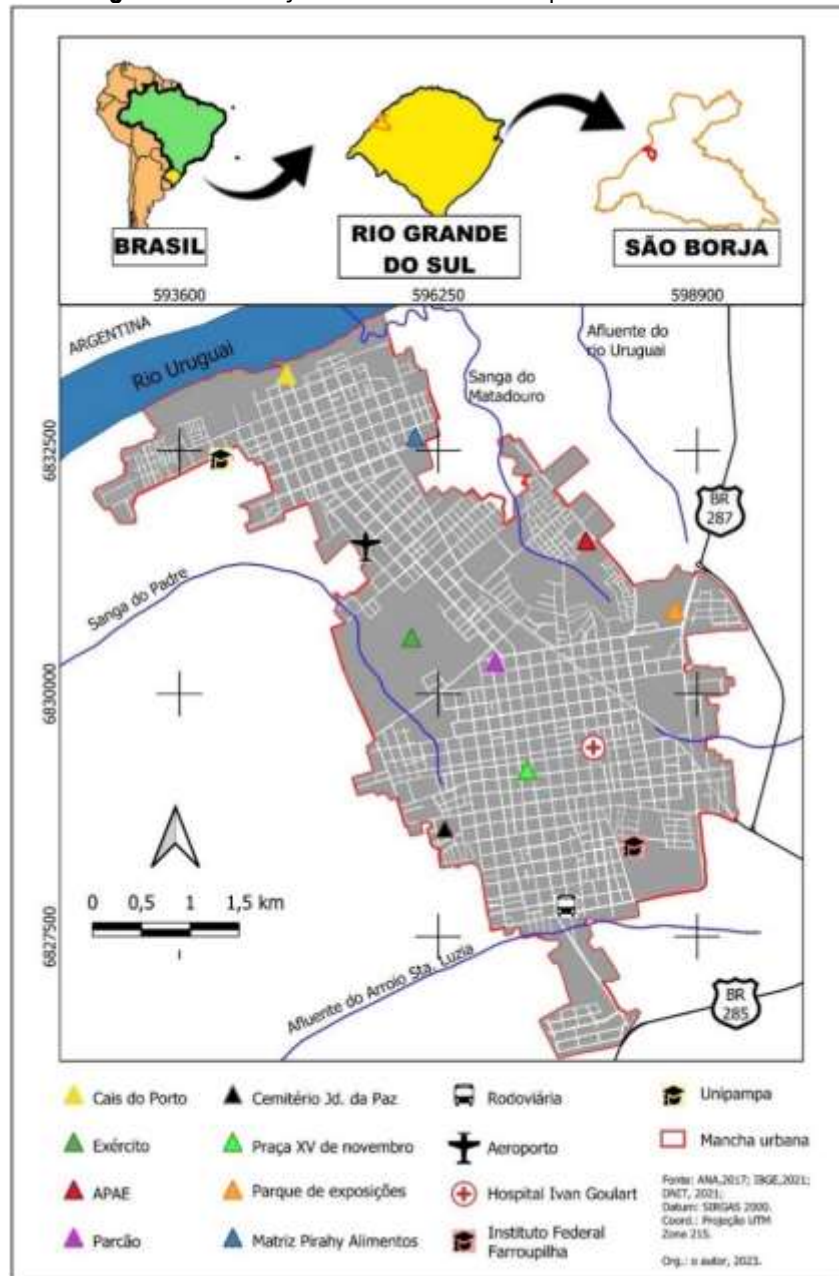
Deste modo, a pesquisa tem por objetivo realizar o mapeamento da cobertura da terra do município de São Borja-RS visando identificar a qualidade ambiental de sua área urbana, conforme a proposta de legenda adaptada por Nucci, Ferreira e Valaski (2014). Os resultados indicam que São Borja possui de modo geral boa qualidade ambiental, evidenciada pela presença constante de espaços não edificados e com presença de vegetação, bem como, espaços edificados cujo entorno é coberto por vegetação.

Método

São Borja está localizada no extremo oeste do Estado do Rio Grande do Sul, às margens do rio Uruguai, na fronteira entre Brasil e Argentina a, aproximadamente, 590 km de Porto Alegre, capital

do Estado (Figura 1). É o 10º maior município do Estado em área e possui em torno de 59 mil habitantes (IBGE, 2022).

Figura 1: Localização da área de estudo e pontos de referência.



Fonte: O autor (2023).

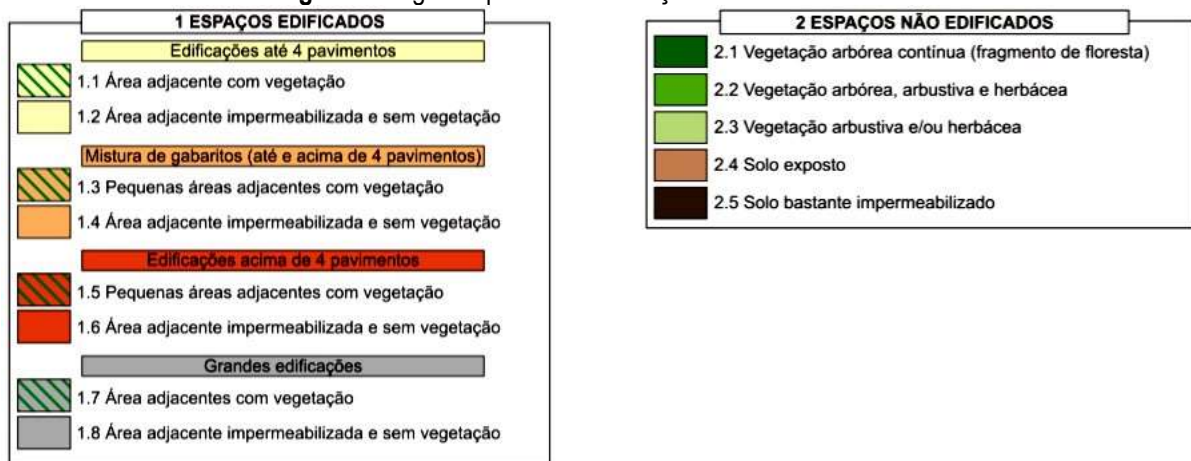
Para organização da base cartográfica e interpretação das imagens empregou-se o software QGis 3.28.4 Firenze, no qual, foi utilizado o *plug-in* Quick Map Service para ter acesso às imagens do Google Satellite para o ano de 2022. A base cartográfica (limites, estradas, hidrografia, arruamento e mancha urbana) foi elaborada com base nos dados do IBGE e do projeto OpenStreetMap.

O mapeamento da cobertura da terra foi realizado na escala de 1:3.500 de forma não automática e apenas na área urbana construída continuamente (Figura 1) o que confere um total em

torno de 19 km². Tal medida foi necessária uma vez que cerca de metade da área oficialmente considerada urbana pelo Município é composta de terras cultivadas e sem qualquer estrutura que caracterize uso e ocupação urbanos.

Para avaliar a qualidade ambiental urbana com base na cobertura da terra foi empregado o método desenvolvido por Nucci (1996; 2008), discutido por Valaski (2013) e adaptado por Nucci, Ferreira e Valaski (2014). Esse considera as características da paisagem, inferindo sua dinâmica por meio da sua estrutura, sendo a presença de vegetação em diferentes composições, altura e porte das edificações, solos permeáveis ou impermeabilizados os principais elementos considerados, como mostra a figura 2.


Figura 2: Legenda para a classificação da cobertura da terra.



Fonte: Nucci, Ferreira e Valaski (2014).

Com base na classificação da cobertura da terra, o método propõe a relação entre as diferentes classes fazendo inferências sobre a dinâmica da paisagem e posteriormente sobre a qualidade ambiental urbana (VALASKI, 2013; NUCCI; FERREIRA; VALASKI, 2014). O processo de classificação da qualidade ambiental urbana ocorre, então, conforme explicitado no Quadro 1.

Quadro 1: Qualidade ambiental com base na classificação da cobertura da terra.

QUALIDADE AMBIENTAL	MELHOR		2.1+2.2 – áreas cobertas por vegetação arbórea, arbustiva e herbácea.
			2.3+2.4 – áreas cobertas por vegetação arbustiva e/ou herbácea; solo exposto.
			1.1 – edificações de até 4 pavimentos e áreas adjacentes com vegetação.
			1.2+1.3 – edificações de até 4 pavimentos, com áreas adjacentes impermeabilizadas e sem vegetação ou mistura de gabaritos com edificações acima de 4 pavimentos e pequenas áreas adjacentes com vegetação.
			2.5 – áreas com solos bastante impermeabilizados.
			1.4 – edificações até ou acima de 4 pavimentos e com área adjacente impermeabilizada e sem vegetação.
			1.5 – edificações acima de 4 pavimentos com áreas adjacentes com vegetação.
			1.6 – edificações acima de 4 pavimentos com áreas adjacentes impermeabilizadas e sem vegetação.
			1.7 – grandes edificações com vegetação nas áreas adjacentes.
PIOR		1.8 – grandes edificações com áreas adjacentes impermeabilizadas e sem vegetação.	

Fonte: Nucci, Ferreira e Valaski (2014).

Resultados e Discussão

Estudar a cobertura da terra nas paisagens urbanas implica em encontrar padrões espaciais. Estes, por sua vez, podem influenciar na alteração de diferentes processos físicos e biológicos das paisagens, conforme explica Alberti:

Mudanças na cobertura da terra afetam a diversidade biológica, a produtividade primária, qualidade do solo, escoamento superficial e a erosão. Assim, alterando a disponibilidade de nutrientes e água; as atividades urbanas também afetam a população, as comunidades e a dinâmica dos ecossistemas. (ALBERTI, 2005, p.174).

A cobertura da terra proporciona, ainda, a compreensão da estrutura da paisagem que possibilita inferir sua dinâmica e deste modo a qualidade ambiental (PAULEIT; DUHME, 2000; VALASKI, 2013; NUCCI *et al.* 2019). As mudanças na cobertura da terra são o motivo de intensas alterações ambientais tanto em escala global como em escalas regionais e locais. Deste modo, compreender os processos que levam a alterações e monitorar as mudanças é fundamental para os estudos ambientais (ALBERTI, 2005; GREKOUSIS *et al.*, 2015; PANDEY *et al.*, 2021).

Com base nos pressupostos apresentados, São Borja, em sua paisagem urbana, possui todas as classes de cobertura da terra propostas por Nucci, Ferreira e Valaski (2014) como base para inferir a qualidade ambiental urbana (Figura 2).

Constata-se o predomínio da classe 1.1, composta por espaços edificados de até quatro pavimentos e com áreas adjacentes vegetadas. Sua distribuição ocorre por toda área urbana do município (Figura 3) compondo 36% ou 5,7 km² do todo (Tabela 1).

Tabela 1: Principais classes de cobertura da terra em São Borja, 2022.

Classe	Cobertura da terra*	Porcentagem (%)	Área (km ²)
1.1	Espaços com edificações até 4 pavimentos e área adjacente com vegetação.	36	5,7
2,3	Espaços não edificados compostos de vegetação arbustiva e/ou herbáceas.	21	3,3
2,2	Espaços não edificados compostos de vegetação arbórea, arbustiva e herbácea.	11	1,7
1,2	Espaços com edificações até 4 pavimentos e área adjacente impermeabilizada e sem vegetação.	9	1,4
2,4	Espaços não edificados com solo exposto.	9	1,3
2,1	Espaços não edificados compostos de vegetação arbórea contínua (fragmento de floresta).	7	1,1
outras	Ver figura 2.	7	1,0
	Total	100	15,5

Nota: Não foram incluídos os espaços de integração viária (avenidas, ferrovias, etc) no cômputo geral.

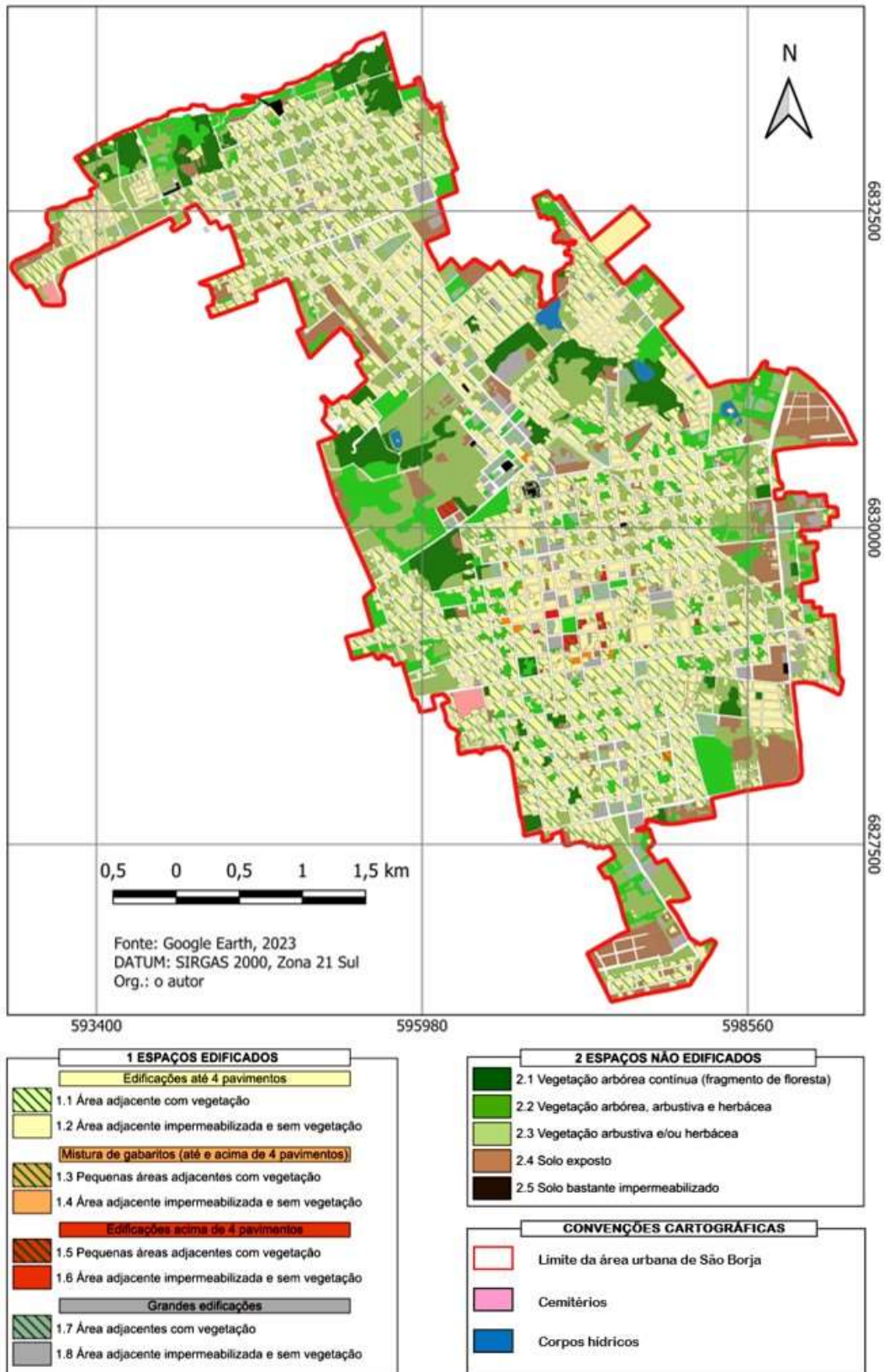
Fonte: os autores (2023).

Assim, entre os espaços edificados, a classe 1.1 é a que apresenta melhores condições de qualidade ambiental, pois, sua dinâmica implica em alguma infiltração de águas pluviais, bem como presença de fauna, baixa emissão de poluentes na atmosfera, e apesar de apresentar aumento na amplitude térmica e escoamento superficial em relação às classes de espaços não edificados, tais problemas ambientais são menores quando comparados às demais classes de espaços edificados (SUKOPP; WERNER, 1991; VALASKI, 2013; GOUVEA; NUCCI; LIBERTI, 2021).

Com cerca de 9%, a classe 1.2 (espaços edificados de até quatro pavimentos com áreas adjacentes impermeabilizadas) é a segunda que mais aparece dentre os espaços edificados (Tabela 1), sendo encontrada na área central, nas proximidades da APAE e do Instituto Federal Farroupilha (Figura 1). Considerando a classe 1.2 em relação à classe 1.1, tem-se o escoamento superficial mais intenso, amplitude térmica maior, a presença e variedade de fauna e flora são menores (Figuras 4 e 5), portanto, ocorrendo uma redução na qualidade ambiental (SUKOPP; WERNER, 1991; VALASKI, 2013; NUCCI; FERREIRA; VALASKI, 2014).

A comparação entre as classes 1.1 e a 1.2 (Figuras 4 e 5) demonstra como a dinâmica da paisagem pode ser alterada quando os solos são impermeabilizados de modo excessivo. Nesse sentido, Mota (1999) expõe que em áreas com impermeabilização do solo entre 70% e 100%, o que caracteriza a classe 1.2 (Figura 5), o *runoff* chega a 55%, enquanto a evapotranspiração a 30%. Em áreas entre 10 e 50% impermeáveis, típica da classe 1.1 (Figura 4), o *runoff* varia entre 20 e 30% da água que chega ao sistema, enquanto a evapotranspiração varia entre 35 e 38%. Tais valores demonstram alteração do ciclo hidrológico natural, influenciando na qualidade ambiental.

Figura 3: Cobertura da terra, São Borja, 2022.



Fonte: os autores (2023).

Figura 4: Inferência da dinâmica com base na estrutura da paisagem na classe 1.1



Fonte: Valaski (2013); Google Earth Pro (2023); Freepik (2023).

Figura 5. Inferência da dinâmica com base na estrutura da paisagem na classe 1.2



Fonte: Valaski (2013); Google Earth Pro (2023); Freepik (2023).

Considerando a presença maior ou menor de vegetação arbórea, Mascaró (1996) aponta que até 80% da radiação solar é obstruída em áreas com variedade de espécies, presença de estratos e o porte das árvores. Deste modo, além do bem estar associado à presença de vegetação (MASCARÓ, 1996; LEE; MAHESWARAN, 2011; CUNHA *et al.*, 2022), a amplitude térmica e qualidade do ar também são afetadas (MASCARÓ, 1996; ALBERTI, 2005; NUCCI, 2008).

Em uma condição de qualidade ambiental urbana menor encontra-se o conjunto da área central de São Borja, como esquematizado no quadro 2. Apesar de representar menos de 7%, as classes que envolvem edificações acima de quatro pavimentos (classe 1.5: com vegetação nas adjacências; classe 1.6: com áreas adjacentes sem vegetação e impermeabilizadas) aparecem na área central do município sem conexão direta entre si, porém cercadas por áreas de edificações com menos de quatro pavimentos com adjacência impermeabilizada (classe 1.2), bem como, as classes 1.7 e 1.8 compostas por grandes edificações com áreas adjacentes vegetadas ou impermeabilizadas, respectivamente.

A quadro 2 detalha como se dá a cobertura da terra na área central e adjacências próximas de forma contínua. Não há no município uma área com edificações acima de quatro pavimentos em sequência, porém esse tipo de edificação aparece no centro permeada ou por edificações de grande porte, ou por edificações com menos de quatro pavimentos, sendo comum a alta impermeabilização dos lotes. A presença de vegetação é mínima ocorrendo em pequenos quintais ou em terrenos isolados não ocupados (Quadro 2).

Portanto, pode-se afirmar que a qualidade ambiental na área central e arredores (Figura 3 e Quadro 2) é relativamente pior que em outras áreas do espaço urbano de São Borja, pois, há pouca e desconectada presença de vegetação, bem como, diminuta ou nenhuma área com solos permeáveis. A condição é agravada pela presença de edificações com mais de quatro pavimentos o que acarreta problemas relativos à circulação e qualidade do ar, amplitude térmica, ampliação dos ruídos devido a quantidade de pessoas circulando, dentre outras (SUKOPP; WERNER, 1991; NUCCI, 2008; LOMBARDO, 2009; FORMAN, 2014; VILELA *et al.*, 2017).










É importante ressaltar que no contexto urbano muitos serviços ecossistêmicos como filtragem do ar, regulação microclimática, redução de ruídos, drenagem pluvial, produção de alimentos, valores culturais/recreacionais (MASCARÓ, 1996; HOUGH, 1998; COSTANZA *et al.*, 1998; BOLUND; HUNHAMMAR, 1999; ZHAO; LIU; WU, 2020) podem ser perdidos por uma urbanização sem controle e/ou sem a devida preocupação com o ambiente.

Nesse contexto, soluções baseadas na natureza (*Nature-Based Solutions* - NBS) são propostas como uma maneira de se evitar o uso demasiado de tecnologia e energia. Uma das formas de viabilizar tais propostas é a utilização da vegetação em espaços livres de edificação tanto em áreas públicas quanto em áreas privadas (CADENASSO *et al.*, 2007; GUERRY *et al.*, 2023; NUCCI; MEZZOMO, 2023).

Nesse contexto, São Borja apresenta espaços não edificados compostos por diferentes coberturas, como: diferentes tipos de vegetação (herbáceas, arbustivas e arbóreas), solo exposto ou solo impermeabilizado. Dentre estas, destacam-se as áreas vegetadas com cerca de 38% do total da área urbana, o que corresponde a 6,1 km² (Tabela 1).

Diferenciar a cobertura vegetal se torna importante uma vez que influenciam na dinâmica da distribuição da fauna, da matéria e energia no ambiente urbano (CADENASSO *et al.*, 2007). A distinção é importante, ainda, em função do que cada tipo de cobertura vegetal tem a oferecer no que tange aos serviços ecossistêmicos (DRILLET *et al.*, 2020; ZHAO; LIU; WU, 2020).

Quadro 2: Representação da área central de São Borja-RS, 2022.

Cobertura da terra	Espaços edificados acima de 4 pavimentos		Espaços com grandes edificações	
	1.5 - Adjacência com vegetação	1.6 - Áreas adjacentes impermeabilizadas	1.8 - Adjacência com vegetação	1.7 - Áreas adjacentes impermeabilizadas
ESTRUTURA DA PAISAGEM				
	Edificações altas ocupando a maior parte do lote, alguma presença de vegetação e solos permeáveis	Edificações altas ocupando a maior parte do lote, área muito impermeável e ausência de vegetação	Grandes galpões, solo impermeável, raros casos de áreas vegetadas	Grandes galpões, predomínio de herbáceas, indivíduos arbustivos e arbóreos isolados
DINÂMICA DA PAISAGEM				
				
	Pouca infiltração, runoff baixo, diminuição da amplitude térmica, alta emissão de poluentes em função do tráfego, pouca variedade de espécies, alta dependência energética das estruturas.	Infiltração ausente, runoff altíssimo, emissão de poluentes altíssima, tráfego de veículos intenso, quase inexistência de espécies, alta dependência energética das estruturas.	Infiltração ausente, runoff alto, alta emissão de poluentes, tráfego de veículos intenso, quase inexistência de espécies, alta dependência energética das estruturas.	Infiltração mediana da água, runoff baixo, amplitude térmica considerável, alta emissão de poluentes, tráfego de veículos intenso, pouca variedade de espécies, alta dependência energética das estruturas.

Fonte: Valaski (2013); Google Earth Pro (2023); Freepik (2023).

Em São Borja, a classe 2.3, composta por espaços não edificados com vegetação arbustiva e/ou herbácea, predomina com 21% ou 3,3 km² de área (Tabela 1) e está presente por toda a área

urbana do município (Figura 2) desde grandes áreas contínuas até o interior dos quarteirões. Sua dinâmica (Figura 6) é importante principalmente no que tange a baixa emissão de poluentes, a capacidade de infiltração da água, mesmo que menor em relação às outras categorias de vegetação e também para o lazer.

Figura 6: Inferência da dinâmica com base na estrutura da paisagem na classe 2.3.



Fonte: Valaski (2013); Google Earth Pro (2023); Freepik (2023).

Especificamente sobre áreas compostas predominantemente de herbáceas é possível constatar sua importância para a riqueza de espécies, conectividade entre áreas verdes, qualidade dos solos, eficácia no armazenamento de carbono e nitrogênio, dentre outros e, assim, importantes serviços ecossistêmicos podem ser constatados, como controle de pragas, lazer ativo, benefícios psicológicos, infiltração e armazenamento da água, entre outros (COPPEL; WÜSTEMANN, 2017; SUNDQUIST; FRANK; SUNDQUIST, 2004; ZHAO; LIU; WU, 2020; CHEN *et al.*, 2023).

Entretanto a constante manutenção de praças, jardins e quintais minimiza essas condições gerando prejuízos ao fornecimento dos serviços ecossistêmicos (MOLLASHAHI; SZYMURA; SZYMURA, 2020) e, ainda na lógica da estética, pode-se afirmar que a vegetação arbustiva é muito mais associada à ornamentação nas cidades, do que aos seus serviços ecossistêmicos (DRILLET *et al.*, 2020).

No município de São Borja são encontradas áreas públicas e privadas com vegetação herbácea e arbustiva. Em ambos os casos a manutenção por cortes, recolhimento de matéria orgânica, uso de agrotóxicos, entre outros é uma constante. Entretanto em áreas próximas aos açudes, ao rio Uruguai, ou mesmo lotes não ocupados a vegetação se desenvolve sem intervenção humana direta.

Considerando as classes 2.1 (espaços não edificados com vegetação arbórea contínua) e 2.2 (espaços não edificados com vegetação arbórea, arbustiva e herbácea) observa-se 7 e 11% respectivamente (Tabela 1). Entretanto, são áreas preferencialmente concentradas tanto ao norte, à margem do rio Uruguai, quanto em áreas particulares (proximidades da APAE) e área militar (Figuras 1 e 2).

Essas duas classes (2.1 e 2.2) são as que apresentam a melhor qualidade ambiental, sua existência no ambiente urbano é desejável uma vez que fornecem serviços ecossistêmicos muitas vezes perdidos no processo de urbanização. É possível constatar efeitos sobre a qualidade e a circulação do ar, a amplitude térmica, aos solos, aos ciclos da natureza (água, nitrogênio, carbono), influenciam em questões psicológicas, no lazer, na estética, entre outros (Figuras 7 e 8).

Figura 7: Inferência da dinâmica com base na estrutura da paisagem na classe 2.1.

2.1 – Espaços não edificados com vegetação arbórea contínua		
		
Estrutura: Terreno sem edificações, permeável, com predominio de vegetação arbórea. Fragmentos florestais.	Dinâmica: Alta infiltração da água da chuva, alta taxa de evapotranspiração, escoamento superficial muito baixo, baixa amplitude térmica, baixa emissão de poluentes na atmosfera, grande variedade de espécies.	

Fonte: Valaski (2013); Google Earth Pro (2023); Freepik (2023).

Figura 8: Inferência da dinâmica com base na estrutura da paisagem na classe 2.2.

2.2 – Espaços não edificados com vegetação arbórea, arbustiva e herbácea.		
		
Estrutura: Terreno sem edificações, permeável, com vegetação nos três estratos. A vegetação arbórea é mais esparsa, não formando fragmentos densos.	Dinâmica: Redução do escoamento superficial em relação à classe 2.1, escoamento superficial baixo, baixa emissão de poluentes na atmosfera, redução na variedade de espécies da flora e da fauna, diminuição da evapotranspiração.	

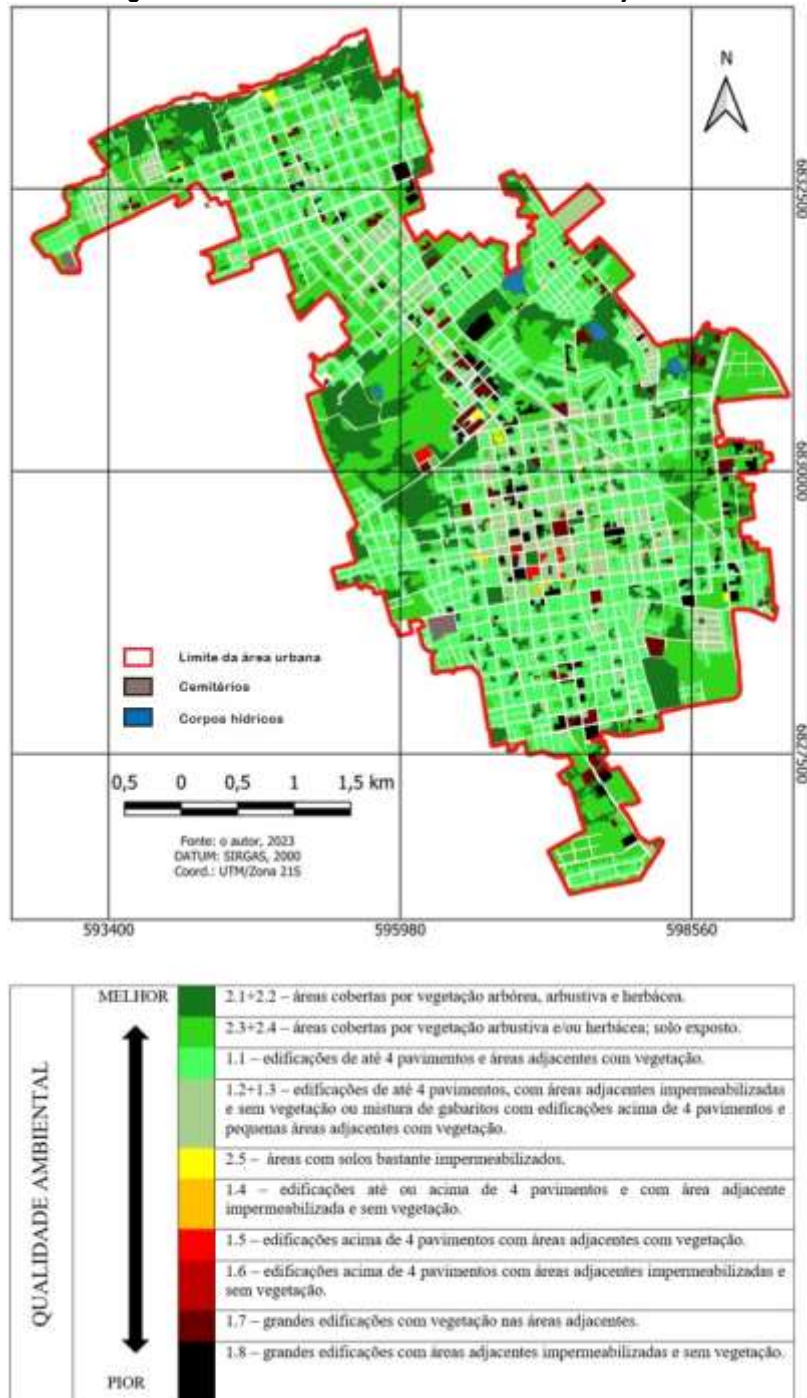
Fonte: Valaski (2013); Google Earth Pro (2023); Freepik (2023).

Na paisagem urbana de São Borja, a classe 2.2 é muito presente na porção sul e mesmo ao redor das áreas centrais (Figura 3). Tratam-se de terrenos privados que preservam ainda pequenos fragmentos de vegetação, ou mesmo, espaços públicos geralmente de acesso também público.

Outra classe de espaços não edificados que se destaca com cerca de 9% da mancha urbana é a de solo exposto. Apesar de ser uma classe que em conjunto com a 2.3 (espaços não edificados compostos por vegetação arbustiva e/ou herbácea) apresenta qualidade ambiental relativamente maior do que áreas edificadas, em São Borja, tratam-se de áreas dentro do contexto urbano predominantemente destinadas aos loteamentos. Portanto, em um futuro próximo pode haver uma redução na qualidade ambiental pelo aumento de áreas impermeáveis, tamanho e porte das

edificações, redução da flora e fauna, aumento da dependência tecnológica e energética da paisagem urbana reduzindo sua sustentabilidade (FRANCO, 2001; DRILLET *et al.*, 2020; BERTO e NUCCI, 2022).

Figura 9: Qualidade Ambiental Urbana, São Borja, 2022.



Fonte: os autores (2023)

Deste modo, com base na cobertura da terra, apresenta-se a Carta de Qualidade Ambiental Urbana de São Borja no ano de 2022 como uma síntese das condições ambientais espacializada no tecido urbano do município (Figura 9).

A qualidade ambiental no município de São Borja com base a cobertura da terra no ano de 2022 é boa para a maior parte da área urbana (Figura 9); são mais de 85% da área com qualidade ambiental entre as quatro melhores classes. As classes de cobertura da terra predominantes envolvem edificações de até quatro pavimentos com presença de vegetação no entorno, isso em função da grande maioria dos quarteirões acomodarem algum tipo de vegetação. Destaca-se, ainda, grandes áreas compostas por vegetação distribuídas por todo o município (Figura 9).

As áreas de melhor qualidade ambiental, ou seja, as com grande concentração de espaços não edificadas cobertos por vegetação, são a mata ciliar do rio Uruguai ao norte, as áreas privadas como clubes, agroindústria e, ainda uma área militar na faixa central.

A leste há muitos terrenos à venda ou em processo de especulação imobiliária configurando a área como de expansão urbana, porém, a cobertura da terra mantida na forma como está propicia bons índices de qualidade ambiental (Figura 9).

Existem, no entanto, áreas que concentram coberturas da terra associadas a baixa qualidade ambiental. Na região do centro da cidade e em seu entorno direto (Quadro 2 e Figura 9) há edificações de até quatro pavimentos com entorno impermeabilizado, edificações acima de quatro pavimentos, além de áreas com edificações de grande porte. Trata-se de uma área que concentra diversas atividades, como a comercial, de serviços públicos, hospital, áreas residenciais do município em edificações adensadas, sem vegetação ou apenas com pequenos quintais. Nas proximidades do Parcão e da rodoviária (figura 1 e 9) há edificações de grande porte, essencialmente galpões agroindustriais, circundados por vegetação.

A qualidade ambiental está presente na paisagem urbana de São Borja, porém a maior parte da cobertura da terra associada à boa qualidade ambiental é promovida por meio de áreas privadas o que pode, sem uma legislação e consequente fiscalização gerar adensamento, impermeabilização, redução de áreas verdes, entre outras. Desta maneira, soluções no âmbito público, ou promovidas pelo setor público, devem ser tomadas de modo a garantir tal qualidade. Assim, soluções baseadas na natureza como criação de novos parques, melhorar e planejar a arborização de ruas, realizar a identificação e proteção de nascentes, incentivar e facilitar a utilização de telhados verdes, bem como, a manutenção das áreas não edificadas no interior dos lotes seriam fundamentais para manter e promover a qualidade ambiental urbana no município.

Considerações finais

Após caracterização da cobertura da terra e avaliação da qualidade ambiental, é possível afirmar que São Borja possui a maior parte de sua área urbana com boas condições de qualidade

ambiental. As áreas com maior qualidade ambiental são compostas por coberturas associadas a espaços não edificados com presença de vegetação (herbácea, arbustiva ou arbórea) e solos expostos. Nas áreas edificadas, também, é possível verificar coberturas da terra como edificações de até quatro pavimentos com presença de vegetação o que é desejável à qualidade ambiental. Essas coberturas são importantes pois ajudam na manutenção de solos permeáveis, qualidade do ar, ciclagem de nutrientes, promovem áreas de lazer dentre outras funções.

Todavia, algumas áreas, como o centro e seu entorno direto, apresentam adensamento de espaços não edificados e sem a presença de vegetação que, em conjunto, tornam a região a de pior qualidade ambiental no município. Soluções baseadas na natureza poderiam ser propostas de modo que não houvesse a necessidade de implementar grandes alterações na estrutura já estabelecida de edificações.

Referências bibliográficas

- ALBERTI, M. The Effects of Urban Patterns on Ecosystem Function. *International Regional Science Review*, v. 28, n. 2, 2005, p. 168–192.
- ASSIS, S. S. de; MIRANDA, H. C. D. O. Qualidade ambiental urbana: avaliação da área central da cidade de Ituiutaba (MG). *Geografia em Atos*, v. 2, n. 13, 2013, p. 26–41.
- BARBOZA, J. Z. L. Qualidade ambiental urbana do Distrito do Brás, município de São Paulo (SP). 2014. 175p. *Dissertação* (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas São Paulo, 2014.
- BERTO, V. Z.; NUCCI, J. C. Hemerobia: evolução do conceito e sua aplicabilidade na avaliação das paisagens do bairro Cachoeira, Curitiba, Paraná, Brasil. *Geografar*, v. 17, 2022, p. 274-298.
- BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, v. 29, n. 2, 1 maio 1999, p. 293–301.
- CADENASSO, M.; PICKETT, S.; SCHWARZ, K. Spatial heterogeneity in urban ecosystems: reconceptualizing land cover and a framework for classification. *Frontiers in Ecology and Environment*, v. 5, n. 2, 2007.
- CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais. In: SANTOS, D. G. dos; NUCCI, J. C. (orgs) *Paisagens Geográficas: um tributo a Felisberto Cavalheiro*. Campo Mourão, Editora da FECILCAM, 2009.
- CHEN, T-H. K.; HORSDAL, H. T.; SAMUELSSON, K.; CLOSTER, A. M. DAVIES, M.; BARTHEL, S.; PEDERSEN, C. B.; PRISHCHEPOV, A. V.; SABEL, C. E. Higher depression risks in medium- than in high-density urban form across Denmark. *Science Advances*, v. 9, n. 21, 24 maio 2023.
- COPPEL, G.; WÜSTEMANN, H. The impact of urban green space on health in Berlin, Germany: Empirical findings and implications for urban planning. *Landscape and Urban Planning*, v. 167, 1 nov. 2017, p. 410–418.
- COSTA, P. H.; NUCCI, J. C.; VALASKI, S. A cobertura da terra e a qualidade ambiental urbana do Bairro Alto (Curitiba-PR). *Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes*, v. 3, n. 8, 31 ago. 2015, p. 121–137.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R. de.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; S, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, v. 25, n. 1, 1 abr. 1998, p. 3–15.

- CUNHA, A. de A.; RODRIGUES, C. G. de O.; SANCHO-PIVOTO, A.; CASALS, F. R. A conexão com a natureza em parques urbanos brasileiros e sua contribuição para o bem-estar da população e para o desenvolvimento infantil. *Sociedade & Natureza*, v. 34, n. 1, 2022.
- DRILLET, Z.; FUNG, T. K.; LEONG, R. A. T.; SACHIDHANANDAM, U.; EDWARDS, P.; RICHARDS, D. Urban Vegetation Types are Not Perceived Equally in Providing Ecosystem Services and Disservices. *Sustainability*. v. 12, n. 5, 8 mar. 2020.
- FERREIRA, M. B. P. Cobertura da terra como indicador de qualidade ambiental urbana: estudo aplicado ao município de Curitiba-PR. 2015. 80p. *Dissertação* (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.
- FORMAN, R. *Urban Ecology. The Science of Cities*. New York: Cambridge, 2014.
- FRANCO, M. de A. R. *Planejamento Ambiental para a cidade sustentável*. 2ª Ed. São Paulo: AnnaBlume, 2001.
- GOOGLE EARTH PRO. Estados Unidos: Google LLC, 2023.
- FREEPIK COMPANY/FREEPIK. Málaga, 2023. Disponível em: <<https://www.freepik.com/illustrations>>. Acesso em: 10 nov 2023.
- GOUVEA, G. M.; NUCCI, J. C.; LIBERTI, E. Cobertura da terra e qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Vila Pinheiros, Curitiba-PR. *Caminhos de Geografia*, v. 22, n. 80, 2021, p. 153–168.
- GREKOUSIS, G.; MOUNTRAKIS, G.; KAVOURAS, M. An overview of 21 global and 43 regional land-cover mapping products. *International Journal of Remote Sensing*, v. 36, n. 21, 2 nov. 2015, p. 5309–5335.
- HAAREN, C. von; GALLER, C.; OTT, S. *Landscape Planning: The Basis of Sustainable Landscape Development*. Leipzig: Federal Agency for Nature Conservation (Bundesamt für Naturschutz), 2008. Disponível em: <<http://www.bfn.de>>. Acesso em: 1º ago. 2023.
- HOUGH, M. *Natureza y ciudad: planificación urbana y procesos ecologicos*. Barcelona: G. Gilli, 1998.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Portal Cidades*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sao-borja/panorama>> Acesso em: 25 fev 2022.
- LEE, A. C. K.; MAHESWARAN, R. The health benefits of urban green spaces: a review of the evidence. *Journal of Public Health*, v. 33, n. 2, 1 jun. 2011, p. 212–222.
- MARTINS, Y. I. A.; SANTOS, F. M. de M.; CAMARGO, A. C. C. B. de. Análise da qualidade ambiental em área de intervenção urbana em Cuiabá – MT. *Engineering and Science*, v. 10, n. 4, 29 mar. 2022, p. 30–50.
- LIBERTI, E.; NUCCI, J. C. Uso e cobertura da terra: avaliação da qualidade ambiental do bairro Parolin, Curitiba-PR. *Revista Espaço e Geografia*, v. 20, n. 1, 2022, p. 179–200.
- LOMBARDO, M.A. *Ilhas de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: HUCITEC, 1985. 244 p.
- LOMBARDO, M. A. *Análise das mudanças climáticas nas metrôpoles: o exemplo de São Paulo e Lisboa*. In: ORTIGOZA, A. G. S. CORTEZ, A. T. C. (orgs). *Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.
- MASCARÓ, L. *Ambiência urbana*. Porto Alegre: Ed. Sagra, 1996.
- MCHARG, I. *Design With Nature*. New York: Back Edition, 1971, 198p.
- GUERRY, A. D.; LONSDORF, E. V.; NOOTNBOOM, C.; REMME, R. P.; GRIFFIN, R.; WATERS, H.; POLASKI, S.; HAN, B.; WU, T. JANKE, B. J.; MEACHAM, M.; HAMEL, P.; WANG, X. Mapping, measuring, and valuing the benefits of nature-based solutions in cities. In: MCPHEARSON, T. KABISCH, N.; FRANTZESKAKI, N. (Ed.) *Nature-Based Solutions for Cities*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2023.

- MOLLASHAHI, H.; SZYMURA, M.; SZYMURA, T. H. Connectivity assessment and prioritization of urban grasslands as a helpful tool for effective management of urban ecosystem services. *Plos One*, v. 15, n. 12 1 dez. 2020, p. e0244452,
- MOTA, S. *Urbanização e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
- NUCCI, J. C. Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 1996. Tese (Doutorado em Geografia Física). – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- NUCCI, J. C. *Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. Curitiba: Ed. do autor, 2008. Disponível em: < <https://tgpusp.files.wordpress.com/2018/05/qualidade-ambiental-e-adensamento-urbano-nucci-2008.pdf> >. Acesso em: 15 dez. 2022.
- NUCCI, J. C. Aspectos teóricos do Planejamento da Paisagem. In. NUCCI, J.C. *Planejamento da paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano: Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade*. Porto Alegre: Editora Fi, 2021.
- NUCCI, J. C.; FERREIRA, M. B. P.; VALASKI, S. (2014). Cobertura do solo e qualidade ambiental urbana como subsídios ao planejamento da paisagem. Congreso iberoamericano de estudios territoriales y ambientales, VI, 2014, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Estudos Territoriales, 2014. p. 2886-2902.
- NUCCI, J. C.; MEZZOMO, M. D. M. Espaços verdes públicos e privados em cidades do estado do Paraná, Brasil. *Caminhos de Geografia*, v. 24, n. 91, 2023, p. 99–110.
- NUCCI, J. C.; VALASKI, S.; ESTEVEZ, L. F.; TONETTI, E. L. Uso da terra e qualidade ambiental urbana: uma proposta de legenda para mapeamento. *GEOgraphia*, v. 21, 2019, p. 73-90.
- ONU – Organização das Nações Unidas. Divisão de População do Departamento dos Assuntos Econômicos e Sociais. *World urbanization Prospects 2018*. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/>>. Acesso em: 1º ago 2022.
- OPENSTREETMAP FOUNDATION. Data Base. Disponível em:< <https://www.openstreetmap.org/#map=14/-28.6591/-56.0012>> Acesso em: 02 set 2022
- PANDEY, P. C.; KOUTSIAS, N.; PETROPOULOS, G.; SRIVASTAVA, P.; BEN DOR, E. Land use/land cover in view of earth observation: data sources, input dimensions, and classifiers—a review of the state of the art. *Geocarto International*, v. 36, n. 9, 2021, p. 957–988.
- PAULEIT, S.; DUHME, F. Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning. *Landscape and Urban Planning*, v. 52, n. 1, 2000. p. 1-20.
- SOUZA, M. C. C.; AMORIM, M. C. C. T. Qualidade ambiental em áreas verdes públicas na periferia de Presidente Prudente (SP): os exemplos dos bairros Humberto Salvador e Morada do Sol. *Caminhos da Geografia*, v. 17, 2016, p. 59-73.
- SUKOPP, H.; WERNER, P. *Naturaleza en las ciudades*. Madri: MOPT, 1991.
- SUNDQUIST, K.; FRANK, G.; SUNDQUIST, J. Urbanisation and incidence of psychosis and depression: Follow-up study of 4.4 million women and men in Sweden. *British Journal of Psychiatry*, v. 184, 2004. p. 293–298.
- VALASKI, S. Estrutura e dinâmica da paisagem subsídios para a participação popular no desenvolvimento urbano do município de Curitiba-PR. 145p. Tese (Doutorado em Geografia) –Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2013.
- VILELA, J. C.; DURANTE, L. C.; AMORIM, A. E. B.; CALLEJAS, I. J. A.; ROSETTI, K. de A. C. Morfologia urbana e propagação do ruído: influência do gabarito e de elementos arquitetônicos. In Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, XIV, 2017, Balneário Camboriú. *Anais...* Balneário Camboriú: ANTAC, 2017. pp. 1750-1759.
- ZHAO, Y.; LIU, Z.; WU, J. Grassland ecosystem services: a systematic review of research advances and future directions. *Landscape Ecology*, v. 35, n. 4, p. 793–814, 1 abr. 2020.