

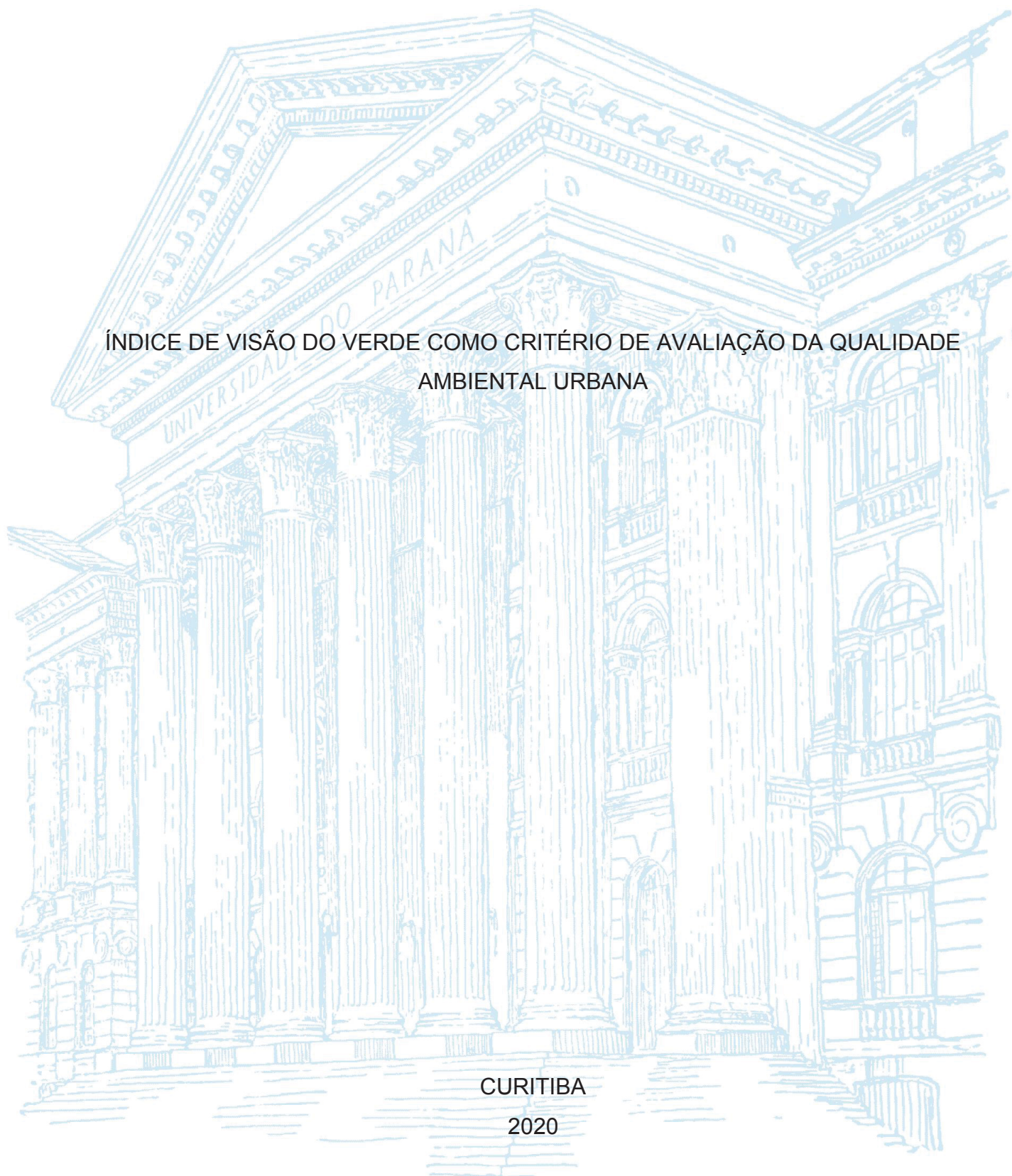
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GLEICI PEROLA DE OLIVEIRA DOS SANTOS

ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE COMO CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE  
AMBIENTAL URBANA

CURITIBA

2020



GLEICI PEROLA DE OLIVEIRA DOS SANTOS

ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE COMO CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE  
AMBIENTAL URBANA

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Geografia, no  
Curso de Pós-Graduação em Geografia, Setor de  
Ciências da Terra, da Universidade Federal do  
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Nucci

CURITIBA

2020

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR  
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

S237i

Santos, Gleici Perola de Oliveira dos

Índice de visão do verde como critério de avaliação da qualidade ambiental urbana [recurso eletrônico] / Gleici Perola de Oliveira dos Santos. – Curitiba, 2020.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2020.

Orientador: João Carlos Nucci .

1. Qualidade ambiental. 2. Ecologia urbana. 3. Vegetação – Mapeamento.  
I. Universidade Federal do Paraná. II. Nucci, João Carlos. III. Título.

CDD: 333.7

Bibliotecário: Elias Barbosa da Silva CRB-9/1894

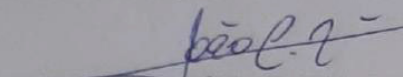


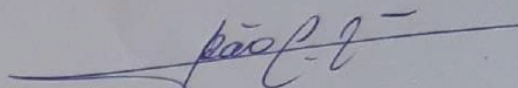
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO GEOGRAFIA -  
40001016035P1

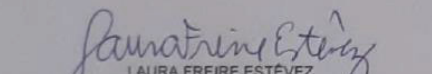
## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **GLEICI PEROLA DE OLIVEIRA DOS SANTOS**, intitulada: **ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL URBANA.**, sob orientação do Prof. Dr. JOÃO CARLOS NUCCI, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa. A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 12 de Março de 2020.

  
JOÃO CARLOS NUCCI  
Presidente da Banca Examinadora

  
MARISTELA DENISE MORESCO MEZZOMO  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

  
LAURA FREIRE ESTÉVEZ  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO GEOGRAFIA -  
40001016035P1

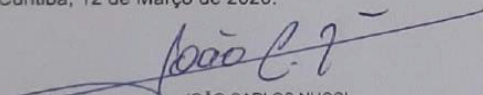
ATA Nº 565

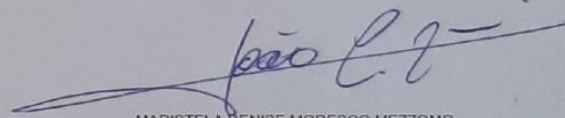
### ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM GEOGRAFIA.

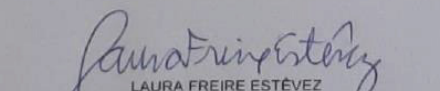
No dia doze de março de dois mil e vinte às 14:00 horas, na sala 109, Edifício João José Bigarella, Centro Politécnico - Jardim das Américas do Setor de CIÊNCIAS DA TERRA da Universidade Federal do Paraná, foram instaladas as atividades pertinentes ao rito de defesa da dissertação da mestranda **GLEICI PEROLA DE OLIVEIRA DOS SANTOS**, intitulada: **ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL URBANA**, sob orientação do Prof. Dr. JOÃO CARLOS NUCCI. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná em GEOGRAFIA foi constituída pelos seguintes membros: JOÃO CARLOS NUCCI (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), MARISTELA DENISE MORESCO MEZZOMO (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ), LAURA FREIRE ESTÉVEZ (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ). A presidência iniciou os ritos definidos pelo Colegiado do Programa e, após exarados os pareceres dos membros do comitê examinador e da respectiva contra argumentação, ocorreu a leitura do parecer final da banca examinadora, que decidiu pela aprovação. Este resultado deverá ser homologado pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais definidos pelo programa. A outorga do título de mestre está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, JOÃO CARLOS NUCCI, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais membros da Comissão Examinadora.

Observações: Professora Maristela participou por video conferência  
Mudança de título seguida pela banca: "Índice de visão do verde  
como critério de avaliação da qualidade ambiental urbana?"

Curitiba, 12 de Março de 2020.

  
JOÃO CARLOS NUCCI  
Presidente da Banca Examinadora

  
MARISTELA DENISE MORESCO MEZZOMO  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ)

  
LAURA FREIRE ESTÉVEZ  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. João Carlos Nucci, orientador da pesquisa, pelos conhecimentos compartilhados, oportunidades concedidas e boa disposição durante toda a realização do mestrado. Foi uma honra!

Agradeço a CAPES pelo financiamento desta pesquisa de mestrado, e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR.

Agradeço as Profas. Dras. Maristela Mezzomo e Laura Estêvez pelas contribuições essenciais como banca de avaliação e por todas as dicas extras sobre a vida acadêmica.

Agradeço a meus amigos de Curitiba que estiveram comigo durante os dois anos em que estive na cidade. Uma família e um presente que levarei por toda a vida. Larissa Scramin e todas as amigas da célula Awaken, amigos da Comunidade Alcance de Curitiba, amigos do Jesus na UFPR, amigos de dança. Meu coração é profundamente grato por este encontro.

Agradeço a minha família por todo apoio de sempre, por sempre me dedicarem palavras de bençãos e esperança.

Agradeço aos colegas de mestrado, Eduardo Liberti, Janaina Campos e José Marques, por toda ajuda e dicas durante o mestrado e pelos lembretes de datas importantes da pós-graduação.

Sobretudo, agradeço de todo o meu coração a Deus, que cuidou de mim e de cada detalhe neste período, me deu forças para cada situação e me ensinou muito mais do que eu poderia imaginar aprender. A Ele toda a glória.

## RESUMO

A vegetação no contexto ambiental-urbano é um elemento de relevância tendo em conta sua participação nos processos naturais e importância na melhoria da qualidade ambiental urbana. Nos estudos que abrangem a espacialização da qualidade ambiental urbana, com base na sobreposição de cartas temáticas, a análise da vegetação se dá, usualmente, por meio da carta de cobertura vegetal, ou seja, uma avaliação baseada na perspectiva aérea (horizontal) da vegetação. Entretanto, a vegetação compreende ainda uma perspectiva vertical, relacionada à sua disposição estrutural, com diferentes formatos e estratos, e que também influencia os aspectos ecológicos, sociais e de saúde no ambiente urbano. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo propor uma abordagem para integrar a perspectiva vertical da vegetação aos estudos espacializados de qualidade ambiental urbana. Para isso, foi utilizado um índice denominado de Índice de Visão do Verde (IVV), que expressa o verde percebido a nível do solo ao quantificar a porcentagem de verde em imagens capturadas via *Google Street View*. Para compatibilizar o IVV aos estudos de qualidade ambiental urbana, o método de obtenção foi adaptado e sua relevância para estes estudos foi verificada por meio da análise das relações do IVV com a cobertura vegetal. Como resultado, obteve-se um método simples e de reprodução viável para obtenção de IVV, buscando-se a acessibilidade no que se refere ao entendimento pela comunidade. Para entender as relações do IVV com a cobertura vegetal, ambos foram observados, primeiramente em diferentes pontos da cidade de Curitiba/PR e, então, de forma espacializada, foram aplicados ao Bairro Alto da Rua XV, Curitiba/PR. Desta análise, foram obtidos resultados que revelaram o potencial do IVV de complementar a avaliação proporcionada pela cobertura vegetal. Foram observadas situações de baixo Índice de Cobertura Vegetal (ICV) relacionados a alto IVV; baixo ICV a baixo IVV; alto ICV a alto IVV; Alto ICV à baixo IVV. Observou-se a diversidade de efeitos visuais do verde que não são expressos pela cobertura vegetal, podendo-se afirmar que a perspectiva aérea deveria ser complementada pela perspectiva vertical dada pelo IVV. Assim, concluiu-se que o IVV é um critério de avaliação que traz aspectos importantes para os estudos de qualidade ambiental urbana, sendo a sua inclusão em análises da paisagem uma contribuição positiva, relevante e complementar.

Palavras-chave: Vegetação. Cobertura Vegetal. *Green View Index*. Planejamento da Paisagem. Ecologia Urbana.

## ABSTRACT

Vegetation in the environmental-urban context is an element of relevance considering its participation in natural processes and its importance in improving urban environmental quality. In studies that includes the spatialization of urban environmental quality, based on the overlay of thematic maps, the analysis of vegetation usually takes place through the vegetation cover map, therefore an assessment based on the aerial (horizontal) perspective of the vegetation. However, vegetation also comprises a vertical perspective, related to its structural layout, with different formats and strata, and which also influences ecological, health and social aspects in the urban environment. Thus, the research aimed to propose an approach to integrate the vertical perspective of vegetation with spatial studies of urban environmental quality. For this, an index, called Green View Index (IVV), was used, which expresses the perceived green at ground level, when quantifying the percentage of green in images captured via Google Street View. In order to make IVV compatible with urban environmental quality studies, its method of obtaining was adapted and its relevance for these studies was verified by analyzing the relationship between IVV and vegetation cover. As a result, a simple and viable reproduction method was obtained to obtain IVV, seeking accessibility with regard to its understanding by the community. To understand the relationship between the IVV and the vegetation cover, both were observed, firstly in different points of the city of Curitiba/PR and, then, in a spatial way, they were applied to Bairro Alto da Rua XV, Curitiba/PR. From this analysis, results were obtained that revealed the potential of IVV to complement the assessment provided by the vegetation cover. Situations of low Vegetation Coverage Index (ICV) related to high IVV were observed; low ICV to low IVV; high ICV to high IVV; high ICV to low IVV. It was observed the diversity of visual effects of green that are not expressed by the vegetation cover, being able to affirm that the aerial perspective should be complemented by the vertical perspective given by the IVV. Thus, it was concluded that the IVV is an evaluation criterion that brings important aspects to the studies of urban environmental quality, and its inclusion in landscape analysis is a positive and relevant contribution.

Keywords: Vegetation. Vegetal cover. Green View Index. Landscape Planning. Urban Ecology.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DOS PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DA PESQUISA.....	17
FIGURA 2 - CLASSES DE CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DA COBERTURA VEGETAL PROPOSTAS POR JIM (1989).....	28
FIGURA 3 – ESQUEMA COMPARATIVO ENTRE A PERSPECTIVA AÉREA (HORIZONTAL) E A VERTICAL. OS FRAGMENTOS ARBÓREOS A E B SÃO SIMILARES EM PERSPECTIVA AÉREA, ENTRETANTO, HÁ EXPRESSIVA DIFERENÇA ENTRE ELES COM RELAÇÃO A PERSPECTIVA VERTICAL. ....	29
FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO DA ÁREA EQUIVALENTE AO ALCANCE DA IMAGEM GSV, COM CAMPO DE VISÃO DE 90°, CONFORME SEIFERLING ET AL. (2017).....	36
FIGURA 5 – EXEMPLO DE CLASSIFICAÇÃO DO VERDE VISÍVEL REALIZADO COM USO DO SOFTWARE GIMP 2.10.4.....	37
FIGURA 6 - PAINEL DE HISTOGRAMA DO SOFTWARE GIMP, COM CONTAGEM DE PIXELS VERDES SELECIONADOS COM A FERRAMENTA VARINHA MÁGICA E COLORIDOS. ....	38
FIGURA 7 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS PARA TESTE NO MUNICÍPIO DE CURITIBA - PARANÁ/BRASIL.....	40
FIGURA 8 – LOCALIZAÇÃO DO BAIRRO ALTO DA RUA XV, NO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ, BRASIL. ....	42
FIGURA 9 – REPRESENTAÇÃO DOS PONTOS ANALISADOS: AS IMAGENS FORAM COLETADAS EM PONTOS DISTRIBUÍDOS DE FORMA EQUIDISTANTE A CADA 35 METROS AO LONGO DO SISTEMA VIÁRIO, CONSIDERANDO A	

ÁREA DE ABRANGÊNCIA ESPACIAL DAS IMAGENS GSV (TRIÂNGULOS VERMELHOS) (SEIFERLING ET AL., 2017). .....	43
FIGURA 10 – EXEMPLO DE IMAGEM EXCLUÍDA DA ANÁLISE: IMAGENS ABRANGENDO RUAS ADJACENTES. ....	44
FIGURA 11 – EXEMPLO ILUSTRATIVO DE COMO A ÁREA DE ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL FOI DELIMITADA.....	45
FIGURA 12 - RELAÇÃO ENTRE DIFERENTES ICV E IVV.....	48
FIGURA 13 - ESPACIALIZAÇÃO DO ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE NO BAIRRO ALTO DA RUA XV, NO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ .....	51
FIGURA 14 - VALORES DE IVV ENCONTRADOS NO BAIRRO ALTO DA RUA XV .....	52
FIGURA 15 - CARTA DE ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE, COM MÉDIA POR TRECHO DE VIA, DO BAIRRO ALTO DA RUA XV, CURITIBA, PARANÁ.....	53
FIGURA 16 - CARTAS DE IVV, EM PONTOS (ESQUERDA) E POR TRECHOS DE VIA (DIREITA), EVIDENCIANDO-SE TRECHOS DE IVV ACIMA DE 30%. ....	54
FIGURA 17 - CARTA DE COBERTURA VEGETAL DO BAIRRO ALTO DA RUA XV, NO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ.....	54
FIGURA 18 – GRÁFICO DA RELAÇÃO ENTRE COBERTURA VEGETAL E IVV NO BAIRRO ALTO DA RUA XV, COM QUATRO PONTOS SELECIONADOS PARA AVALIAÇÃO REPRESENTANDO: BAIXO IVV - BAIXO ICV (1); ALTO IVV-ALTO ICV (2); BAIXO IVV-ALTO ICV (3); ALTO IVV-BAIXO ICV (4).....	56
FIGURA 19 - SITUAÇÕES DE RELAÇÕES DISTINTAS ENTRE IVV E COBERTURA VEGETAL, CONFORME SELEÇÃO A FIGURA 18. ....	57

FIGURA 20 – TC-1. RUA MARECHAL DEODORO, BAIRRO ALTO DA RUA XV, CURITIBA, PR.....	58
FIGURA 21 – TC-2. RUA FERNANDO AMARO, BAIRRO ALTO DA RUA XV, CURITIBA, PR.....	58
FIGURA 22 – TC-3. RUA FLÁVIO DALLEGRAVE, BAIRRO ALTO DA RUA XV, CURITIBA, PR.....	59
FIGURA 23 – TC-4. RUA MARECHAL DEODORO, BAIRRO ALTO DA RUA XV, CURITIBA, PR.....	60

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.2	OBJETIVOS .....	16
1.2.1	Objetivo Geral.....	16
1.2.2	Objetivos Específicos.....	16
1.3	FLUXOGRAMA DE PROCEDIMENTOS .....	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>18</b>
2.1	ECOLOGIA DA PAISAGEM, ECOLOGIA URBANA E PLANEJAMENTO DA PAISAGEM .....	18
2.2	QUALIDADE AMBIENTAL URBANA.....	21
2.2.1	Método de avaliação da qualidade ambiental urbana.....	21
2.2.2	Vegetação na avaliação da Qualidade Ambiental Urbana: Perspectiva Horizontal <i>versus</i> Perspectiva Vertical.....	24
2.2.3	Índice de Visão do Verde .....	32
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	<b>35</b>
3.1	PERSPECTIVA VERTICAL DA VEGETAÇÃO: ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE .....	35
3.2	PERSPECTIVA HORIZONTAL DA VEGETAÇÃO: COBERTURA VEGETAL .....	39
3.3	RELAÇÃO ENTRE ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE E COBERTURA VEGETAL .....	39
3.3.1	Análise pontual .....	39
3.3.2	Análise espacial .....	41
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>47</b>
4.1	ANÁLISE PONTUAL: RELAÇÃO ENTRE VISÃO DO VERDE E COBERTURA VEGETAL.....	47
4.2	CARTA DE ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE .....	50
4.3	CARTA DE COBERTURA VEGETAL.....	54
4.4	ANÁLISE ESPACIAL: RELAÇÕES ENTRE AS CARTAS.....	55
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>62</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a integração da questão ambiental como pauta de agendas locais de planejamento urbano, sobretudo a partir da Conferência Rio-92, intensificou-se a preocupação com a arborização. Esta, sendo fortemente relacionada a biodiversidade também no contexto ambiental urbano, tem a função de valorizar o potencial ecológico dos territórios urbanizados, proporcionando harmonia entre cidade e natureza (SCHUTZER, 2012).

Conforme Schutzer (2012), os processos urbanos ocorrem mediante uma base físico-natural que, embora alterada em suas características morfológicas locais e de cobertura vegetal, não deixa de abarcar os processos naturais que se desenvolvem sobre o território. Portanto, a vegetação no contexto ambiental-urbano se configura em um fator de relevância tendo em conta sua interação na dinâmica dos processos naturais e importância na melhoria dos indicadores ambientais urbanos.

No Brasil, entretanto, ainda são poucos os instrumentos efetivos que visam obter resultados práticos de conservação da natureza nas cidades. Assim, instrumentos internacionais como o Planejamento da Paisagem (KIEMSTEDT et al. 1998), desenvolvido e aplicado na Alemanha, servem como base para estudos que buscam subsidiar um planejamento urbano voltado a priorizar as questões ecológicas, ao projetar com a natureza e buscar tirar o máximo proveito dos recursos naturais, diminuindo o consumo de energia.

Entre estes estudos, pode-se destacar os desenvolvidos por Nucci (1996; 2008), onde o autor desenvolve um método de avaliação da qualidade ambiental urbana, com base nos trabalhos de McHarg (1971), Monteiro (1987) e Kiemstedt e Gustedt (1990). Nucci (1996; 2008) leva em conta os pressupostos teórico-metodológicos do Planejamento da Paisagem que, conforme apresentado por Nucci (1998), tem como bases principais: Respeito ao potencial do meio ambiente; Valorização das relações da natureza; Atingir uma melhor integração homem/natureza; Respeito às condições culturais (sociais, econômicas, etnográficas, etc.); Participação da comunidade nas decisões.

Sobre este último, Valaski (2013) ressalta que muitas informações, principalmente técnicas e científicas, são de difícil compreensão por parte dos leigos, sendo necessário que se crie uma ponte, transformando informações complexas em uma forma mais acessível. Assim, o método desenvolvido por Nucci (1996; 2008)

apresenta uma abordagem orientada pela simplificação a fim de proporcionar a participação popular e a reprodução do método proposto nos diversos níveis de debate acerca do desenvolvimento urbano.

De forma geral, o método desenvolvido por Nucci (1996; 2008) propõe a avaliação da qualidade ambiental urbana por meio de uma carta síntese desenvolvida com a sobreposição de cartas temáticas de atributos ambientais especializados. Para isso, Nucci (1996; 2008) considerou, por meio de inferências, atributos que colaboram com a diminuição da qualidade ambiental, originando um produto cartográfico que permite observar diferentes graus da interferência de aspectos que contribuem negativamente para a qualidade ambiental urbana. Segundo o autor, o método é uma contribuição para o planejamento do espaço e busca a regulamentação dos usos do solo e dos recursos ambientais, colaborando com a preservação da capacidade dos ecossistemas e do potencial recreativo da paisagem, e para o máximo aproveitamento do que a vegetação pode fornecer para a melhoria da qualidade ambiental. De fato, dentro da linha metodológica do Planejamento da Paisagem, a vegetação é um dos principais aspectos que reflete a busca em planejar com a natureza.

Assim, um dos critérios considerados por Nucci (1996; 2008) é a vegetação, avaliada por meio da cobertura vegetal, apontando áreas sem vegetação ou em proporção menor que 5% (desertos florísticos) para a avaliação da qualidade ambiental. Neste estudo, a vegetação é avaliada por meio de fotografias aéreas ou imagens de satélite, fazendo uso, portanto, de uma perspectiva horizontal da vegetação, observando a projeção do verde em cartas planimétricas, conforme a definição de cobertura vegetal apresentada por Cavalheiro et al. (1999).

Segundo Nucci (1996; 2008), a perspectiva aérea (horizontal) que norteia a análise da cobertura vegetal é parte fundamental e um dos principais aspectos da avaliação da qualidade ambiental urbana. Porém, esta perspectiva de análise não abrange a configuração estrutural da vegetação, o que poderia ser complementado pela inclusão da perspectiva vertical da vegetação. Para Moura e Nucci (2010), a estrutura vertical é fator chave para muitos processos ambientais, como os hidrológicos, atmosféricos e de manutenção da biodiversidade. Além disso, a perspectiva vertical retrata a configuração da vegetação observada ao nível do solo, e, portanto, representa a vegetação visivelmente disponível ao pedestre, a qual compõe a paisagem em que este se encontra inserido e diretamente exposto. Conforme Kardan et al. (2015), diversos estudos mostram que a exposição a espaços

verdes pode ter efeito psicológico e fisiologicamente restaurador, promovendo benefícios a saúde e bem-estar.

Recentemente, muitos estudos têm sido desenvolvidos com a intenção de avaliar a vegetação considerando a perspectiva do pedestre, como Yang et al. (2009), Li et al. (2015b) e Seiferling et al. (2017), criando precedentes e subsídios para outros estudos. Os referidos métodos realizam a análise da paisagem com base em fotografias, quantificando a vegetação visível e obtendo um índice denominado 'Índice de Visão do Verde' (*Green View Index*). Li et al. (2015b), em especial, elaboram uma adaptação ao método de Yang et al. (2009), primeiros a publicar o método, com base em imagens Google *Street View* (GSV), ferramenta com alto potencial de subsidiar análises voltadas ao ambiente urbano (RUNDLE et al., 2011). Seiferling et al. (2017), por sua vez, exploram as imagens GSV por meio de análises estatísticas a fim contribuir com o mapeamento do verde visto pelos pedestres, propondo, por exemplo, medidas para representar espacialmente o campo de visão das imagens GSV.

Estes estudos representam grande contribuição metodológica aos estudos da vegetação urbana. Entre essas contribuições, pode-se destacar a utilização de imagens GSV para análise, simplificando o processo de obtenção de imagens até então obtidas através de fotografias *in loco*. Ainda, a incorporação de ferramentas computacionais dos métodos de Li et al. (2015) e Seiferling et al. (2017) fornecem automaticidade e agilidade por ser baseada em algoritmos de programação. Por outro lado, isso confere certa complexidade à análise e inflexibilidade para aplicação nos diversos contextos de cidades, sobretudo quanto a disponibilidade de dados e ferramentas.

Deste contexto, surgiu o problema de pesquisa: Como considerar a perspectiva vertical da vegetação nos estudos de Qualidade Ambiental Urbana?

No processo de obter respostas para esta questão, observou-se que a compatibilidade entre o método desenvolvido por Nucci (1996; 2008) e o Índice de Visão do Verde é condicionada à simplificação do método desenvolvido por Yang et al. (2009) e adaptado por Li et al. (2015b) e Seiferling et al. (2017). Assim, as modificações do método devem ser realizadas no sentido de torná-lo reproduzível nos diversos contextos, fazendo uso das descobertas provenientes dos trabalhos desenvolvidos pelos autores, e desenvolvendo adaptações que aumentem seu potencial de reprodução, possibilitando a participação popular que forma as bases do Planejamento da Paisagem.

Aliar o Índice de Visão do Verde aos estudos de qualidade ambiental urbana de Nucci (1996; 2008) implica, ainda, observar como este indicador poderia auxiliar nos diagnósticos para o planejamento urbano, tendo em conta as contribuições amplamente conhecidas da análise da cobertura vegetal que já constitui o método de avaliação da qualidade ambiental. Assim, é importante observar as relações entre os indicadores, a fim de apontar e verificar a importância de mais um método ser adicionado à análise da vegetação urbana e, portanto, aos estudos de qualidade ambiental urbana. Além disso, a espacialização do Índice de Visão do Verde é outro fator a ser observado, visto que é um indicador que não tem uma área geográfica correspondente, mas sim um ponto referente à captura da imagem GSV, enquanto o método de Nucci (1996; 2008) parte da espacialização dos atributos analisados para que possam ser posteriormente sobrepostos.

Assim, a pesquisa teve como objetivo propor uma abordagem para integrar o 'Índice de Visão do Verde' aos estudos de Qualidade Ambiental Urbana baseados no método desenvolvido por Nucci (1996). A proposta é motivada pela possibilidade de aprimorar o método atualmente utilizado para avaliação da qualidade ambiental urbana, adicionando-se à avaliação de Nucci (1996) a perspectiva vertical da vegetação, tendo como base o método desenvolvido por Yang et al. (2009) e as contribuições de Li et al. (2015b) e Seiferling et al. (2017).

Para tanto, foi desenvolvido nesta pesquisa, um método para obtenção do Índice de Visão do Verde, tendo como base dos trabalhos já citados. Com isso, as relações entre o Índice de Visão do Verde e a Cobertura Vegetal observadas. Primeiramente, de forma pontual, partindo de situações específicas de contrastes e similitudes entre perspectiva vertical e horizontal na cidade de Curitiba/PR, possibilitando concluir sobre as diferentes respostas que análises partindo de perspectiva horizontal e vertical podem oferecer. Posteriormente, de forma espacializada, o método criado foi aplicado ao bairro Alto da Rua XV, também em Curitiba, permitindo considerações acerca da aplicabilidade do Índice de Visão do Verde aos estudos de qualidade ambiental urbana.

Assim, com esta pesquisa, espera-se fornecer contribuição de relevância científica para o aprimoramento metodológico dos estudos de qualidade ambiental urbana que vêm sendo feitos no Departamento de Geografia da UFPR (DGEOG) e em outras cidades do país por vários pesquisadores, desde meados de 1990.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Propor um método para integrar o Índice de Visão do Verde aos estudos de Qualidade Ambiental Urbana desenvolvidos por Nucci (1996).

### 1.2.2 Objetivos Específicos

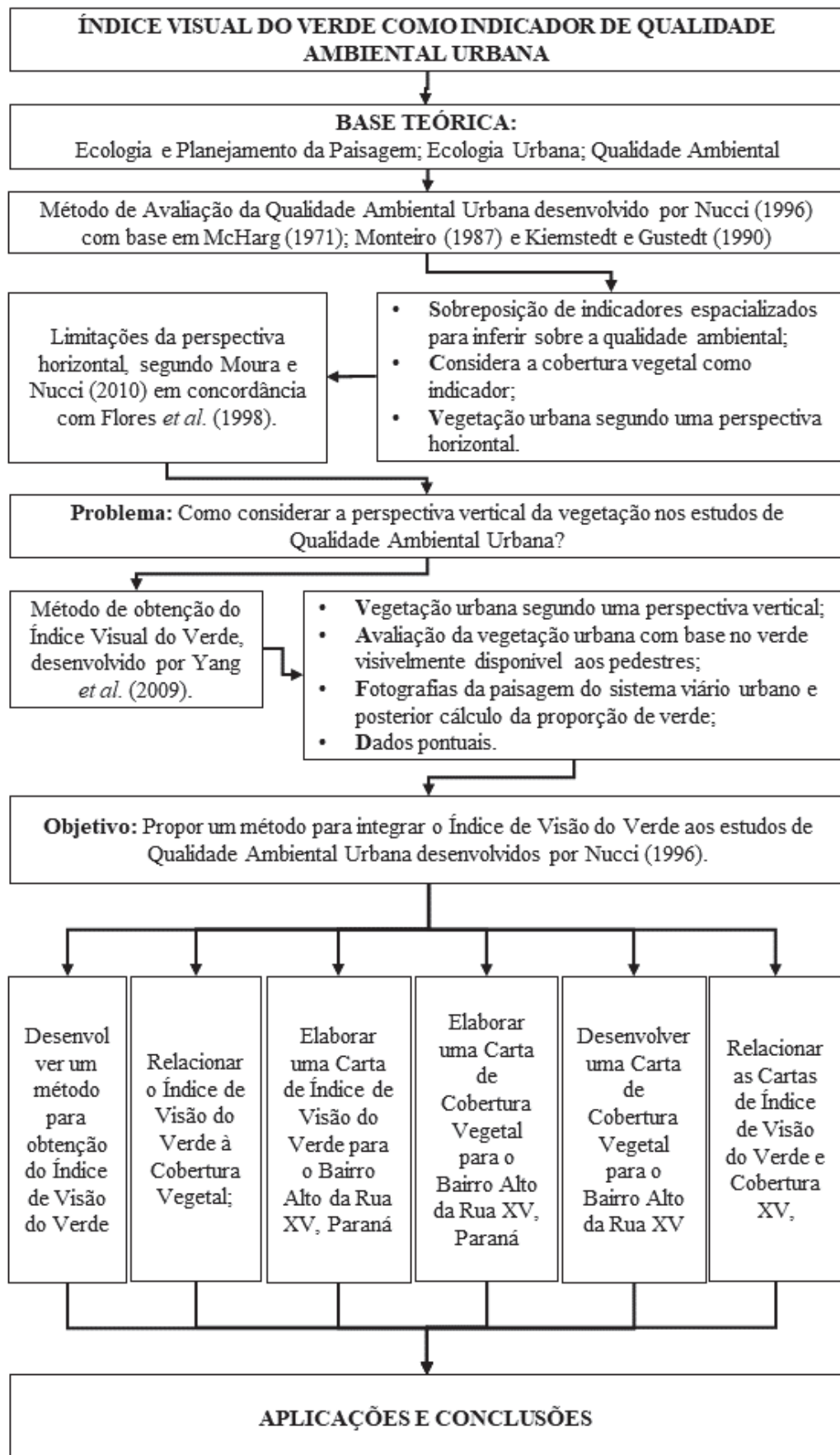
A fim de alcançar o objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um método para obtenção do Índice de Visão do Verde com base nos trabalhos desenvolvidos por Yang *et al.* (2009), Li *et al.* (2015) e Seiferling *et al.* (2017);
- Relacionar o Índice de Visão do Verde à Cobertura Vegetal;
- Elaborar uma Carta de Índice de Visão do Verde para o Bairro Alto da Rua XV, Paraná;
- Elaborar uma Carta de Cobertura Vegetal para o Bairro Alto da Rua XV, Paraná;
- Relacionar as Cartas de Índice de Visão do Verde e Cobertura Vegetal do Bairro Alto da Rua XV, Curitiba, Paraná.

## 1.3 FLUXOGRAMA DE PROCEDIMENTOS

O Fluxograma de Procedimentos na FIGURA 1, sintetiza as etapas de trabalho que conduziram a pesquisa desde a sua base teórica e problema de pesquisa, até os objetivos geral e específicos estabelecidos.

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DOS PROCEDIMENTOS PARA ELABORAÇÃO DA PESQUISA



FONTE: A autora (2020)

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conceito de qualidade ambiental urbana abordado neste trabalho parte da base teórica do Planejamento da Paisagem, que tem a Ecologia da Paisagem e a Ecologia Urbana como ciências que fornecem suporte a essa teoria.

### 2.1 ECOLOGIA DA PAISAGEM, ECOLOGIA URBANA E PLANEJAMENTO DA PAISAGEM

O conceito de paisagem que regeu esta pesquisa tem suas origens marcadas pela influência das observações registradas em viagens por Alexander von Humboldt no século XIX, nas quais ele descrevia a natureza, estabelecendo relações entre as informações que observava nos diferentes ambientes. Assim, a base do conceito foi concebida de uma análise integradora dos elementos que compõem o meio.

No século seguinte às expedições de Humboldt, o conceito de Ecologia da Paisagem foi criado por Troll em 1939, ao estudar questões relacionadas ao uso da terra por meio de fotografias aéreas e interpretação das paisagens (NUCCI, 2007), sendo descrito por Zonneveld (1990) como uma tentativa de unir Geografia (paisagem) e Biologia (Ecologia). Naveh e Lieberman (1984) explicam esta união afirmando que, com este termo, Troll intencionou combinar a perspectiva horizontal do geógrafo, que envolve a interação espacial dos fenômenos, com a perspectiva vertical dos ecólogos, que estuda as interações funcionais de um dado lugar. Ainda que receba críticas por não abarcar a totalidade da complexidade que envolve a interação homem-meio, a Ecologia da Paisagem possibilitou maior integração entre as diferentes formas de conhecimento científico (Nucci, 2007).

Em 1950, com a concepção da Teoria Geral do Sistemas, desenvolvida por Ludwig von Bertalanffy houve um importante avanço científico de cunho metodológico em várias ciências, inclusive na Geografia, com reflexos no conceito atribuído ao termo paisagem, o qual passou a ser relacionado ao conceito de geossistema. Para Mezzomo (2010), a aplicação da Teoria Geral dos Sistemas, idealizada por Bertalanffy, no conceito de paisagem se deu pelo fato de os pesquisadores entenderem que o modelo sistêmico permite conhecer e analisar os elementos da paisagem (rocha, solo, relevo, hidrografia, vegetação, clima e ação antrópica) de

forma separada e, ao mesmo tempo, inter-relacionada. Assim, é possível perceber comportamentos que mudam quando são analisados de forma isolada ou em conjunto (MEZZOMO, 2010).

Desta visão, destaca-se o conceito de geossistema resgatado de outros estudos e desenvolvido por Bertrand (1972), da escola francesa. Para o autor, paisagem é

“em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução” (Bertrand, 1972, p. 141).

Dessa forma, o conceito de geossistema corresponde à aplicação do conceito de sistema à paisagem ou definição sistêmica da paisagem.

No Brasil, o conceito de geossistema ganhou repercussão por intermédio dos estudos do professor Carlos Augusto Figueiredo Monteiro. Para Monteiro, a paisagem é definida como uma entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do pesquisador de acordo com os objetivos centrais da análise. A paisagem é entendida como o

“resultado de integração dinâmica dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), sendo expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas por meio das relações entre elas, que organizam um complexo (sistema) conjunto em perpétua evolução” (MONTEIRO, 2000, p. 39).

Com o desenvolvimento das cidades, o conceito de paisagem se tornou ainda mais importante devido a importância de se entender a dinâmica entre os elementos que se adicionam com o avolumar de estruturas que compõem a paisagem urbana, assim como o impacto que exercem sobre a dinâmica natural do ambiente.

Na Alemanha, a paisagem como sistema foi um conceito substancial para a preservação da natureza frente um país destruído após a Segunda Guerra e preocupado com as questões emergentes provenientes de um desenvolvimento caótico das cidades e crescimento da destruição da natureza que acompanharam a Revolução Industrial. A paisagem foi, a partir deste contexto, tratada por meio do Planejamento da Paisagem, um instrumento para organização do espaço, até então difundido principalmente na Alemanha, lugar onde foi estabelecido mediante Lei Federal e Leis estadual regulamentadoras, criadas em 1976 e nomeadas Leis de Proteção da Natureza.

De acordo com Kiemstedt e Gustedt (1990) e Kiemstedt et al. (1998), essas leis orientam os principais objetivos do Planejamento da Paisagem: Proteção e Manejo da Natureza e da Paisagem em áreas urbanizadas ou não. Para Nucci (2010), esse objetivo envolve salvaguardar a capacidade dos ecossistemas e o potencial recreativo da paisagem como partes fundamentais para a vida humana. Assim, esta ferramenta tem reflexos, também, em aspectos voltados a qualidade de vida, considerando a interação homem-natureza. Neste aspecto, pode-se ressaltar o artigo segundo da lei alemã, que trata dos princípios da conservação da natureza e gestão da paisagem, e destaca que a diversidade, as feições características e a beleza das paisagens deveriam ser preservadas também em vista da significância da paisagem para as experiências fundamentais humanas, bem como para o prazer e recreação. Desta visão, o texto da lei sugere que estruturas importantes para os ecossistemas sejam conservadas ou restauradas (NUCCI, 2010).

De acordo com Kiemstedt e Gustedt (1990) e Kiemstedt et al. (1998), as metas do Planejamento da Paisagem na Alemanha abrangem:

- ✓ Salvaguardar a diversidade animal e vegetal e suas biocenoses por meio do desenvolvimento de uma rede interligada de áreas protegidas, renaturalização de cursos d'água, revegetação, reflorestamento, etc;
- ✓ salvaguardar as paisagens, seus elementos e os espaços livres em áreas urbanas para fornecer a oportunidade de contato contemplativo e recreativo na natureza em contraste com as atividades recreativas comerciais, sendo que essas áreas precisam ser designadas e protegidas do impacto visual, dos ruídos e da poluição;
- ✓ salvaguardar o solo, a água e o clima por meio da regulamentação de seus usos e regeneração dos recursos, controle do escoamento superficial, da permeabilidade dos solos, dos aquíferos e da poluição utilizando a vegetação como forma de controle e;
- ✓ definir recomendações sobre a qualidade da natureza e das paisagens, e metas de qualidade ambiental como subsídio à Avaliação de Impactos Ambientais.

No Brasil, entre os estudos de Planejamento da Paisagem, é possível destacar o desenvolvido por Nucci (1996; 2008) que se propõe a espacializar os componentes do ambiente de forma integrada com o objetivo de diagnosticar e propor melhorias, considerando escalas maiores que 1:10.000. Quanto às propostas metodológicas que

se enquadram no campo do Planejamento da Paisagem, pode-se citar a proposta do americano McHarg (1971) que realiza o mapeamento dos fatores intrínsecos do meio natural, como clima, hidrologia e geologia e posterior combinação dos mapas para observar a susceptibilidade intrínseca da terra para vários usos. Dessa maneira, o autor buscou incorporar fatores do meio físico ao planejamento.

Em áreas urbanas, o conceito de Ecologia da Paisagem e Planejamento da Paisagem se integram e se inter-relacionam com a Ecologia Urbana, dando base para novos métodos de análise que considerem o desequilíbrio inerente ao ambiente antropizado. Tonetti (2011) coloca que, na perspectiva da Ecologia Urbana, os ambientes antropizados também abrigam interações entre componentes vivos e não vivos, porém em desequilíbrio, devido aos impactos das atividades humanas sobre os mecanismos de autorregulação. Assim, faz-se importante considerar questões relacionadas com a matéria e a energia nos processos e no equilíbrio ecológico.

Ainda segundo Tonetti (2011), as linhas de estratégia fundamentais de planejamento e gestão dos meios antropizados, a fim de atingir maior equilíbrio ecológico, se constituem por: Minimizar a produção de resíduos; maximizar a reutilização e reciclagem de materiais; e maximizar o uso da energia. Tais aspectos estão fortemente relacionados ao uso da terra e enfatizam a importância da análise da paisagem de forma estruturada e espacializada.

Valaski (2013) explica que várias são as abordagens das ciências naturais utilizadas na atualidade para os estudos do meio urbano. Segundo a autora, as disciplinas que abordam a Ecologia Urbana ainda são recentes e por isso ainda demandam uma sólida base teórica e específica para aplicação ao meio urbano.

## 2.2 QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

### 2.2.1 Método de avaliação da qualidade ambiental urbana

A qualidade ambiental é objeto de diversos estudos que buscam oferecer diagnósticos e prognósticos para subsidiar a gestão do ambiente urbano (GOMES; SOARES, 2004; MINAKI; AMORIM, 2007). No Brasil, segundo Tonetti (2011), o método desenvolvido por Nucci (1996, 2008), foi um marco importante para o avanço

de trabalhos sobre qualidade ambiental de cidades, utilizando-se de indicadores baseados nos princípios do Planejamento da Paisagem (KIEMSTEDT et al., 1998).

Nucci (1996, 2008) propõe a avaliação da qualidade ambiental urbana com base em indicadores, que representam os parâmetros de análise, e dos princípios do Planejamento da Paisagem. Os indicadores potenciais levantados pelo autor incluem: clima e poluição atmosférica, enchentes, abastecimento, resíduos líquidos e sólidos, poluição sonora e visual, cobertura vegetal, espaços livres, áreas verdes, recreação, verticalização e densidade demográfica. Dentre eles, destaca-se a cobertura vegetal, a qual tem grande influência sobre a qualidade do ambiente e condições biológicas do ser humano.

Tonetti (2011) apresenta de forma detalhada as principais características e considerações do método proposto por Nucci (1996, 2008) da seguinte forma:

- A qualidade do ambiente atende à condição biológica do ser humano, que para suprir suas necessidades básicas, precisa de água, ar, alimento, espaço para interagir e energia, entre outras condições do ambiente;
- Os aspectos culturais, sociais e econômicos não são abordados nessa delimitação de conceito;
- A qualidade implica na existência de uma amplitude de condições dos fatores ambientais para suprir as necessidades do ser humano biológico, que podem ser valores ou variações qualitativas com mínimos e máximos;
- O ambiente é constituído pelos aspectos físicos, químicos e biológicos do local estudado;
- Questões ambientais, sociais, econômicas, culturais e existenciais não podem ser analisadas cientificamente em conjunto, pelo menos no momento atual do desenvolvimento científico, devido à falta de uma base teórica científica que abranja todas essas questões ao mesmo tempo. O que geralmente ocorre são estudos científicos individualizados para cada um desses aspectos, que poderão ser utilizados para uma síntese final, no âmbito da política, e não da ciência;
- O estudo da qualidade ambiental é feito pelo lado da “oferta”, ou seja, o que o ambiente tem para oferecer para o ser humano e não o que o homem quer ou faz no ambiente em que vive e/ou trabalha. Dessa maneira, buscam-se os

limites e aptidões do ambiente para suprir as necessidades biológicas do ser humano;

- Os estudos de qualidade ambiental urbana buscam informações na literatura que indiquem quais seriam esses limites físicos, químicos e biológicos do ambiente que estariam dentro das condições adequadas à condição biológica do ser humano, ou seja, buscam-se parâmetros dentro de critérios selecionados para a avaliação do ambiente de vida do ser humano;
- Essas informações, dentre outras formas, são inferidas principalmente com base nos dados do uso e ocupação do solo, conforme orientações da Ecologia da Paisagem em áreas urbanizadas, juntamente com a literatura que fornece o suporte para serem inferidas informações sobre a poluição (visual, sonora, do ar, da água, do solo), a quantidade mínima de cobertura vegetal, a densidade demográfica e o limite das edificações, entre outros critérios utilizados para a construção da carta da qualidade ambiental do local estudado, portanto, as informações devem, preferencialmente, ser passíveis de mapeamento;
- A composição das condições desfavoráveis ou dos parâmetros negativos dos critérios ambientais, caracteriza menor qualidade ambiental. Da ausência das condições desfavoráveis até a sobreposição do maior número de parâmetros negativos, tem-se uma perda potencial da qualidade ambiental;
- A ausência de parâmetros negativos não significa que o local analisado apresente boa qualidade ambiental, mas que ele não apresenta nenhuma das condições desfavoráveis estudadas, podendo apresentar outras condições que não foram analisadas na pesquisa realizada.

Outras recomendações acerca do método desenvolvido por Nucci (1996, 2008) propõem que não sejam utilizados números rígidos como parâmetros de avaliação, visto que as paisagens são diferentes e podem variar com as características biofísicas do local e a cultura da sociedade em que esta paisagem está inserida. Pelo mesmo motivo, os parâmetros devem ser considerados como uma base de informação para a avaliação da qualidade ambiental urbana e não como resultados finais. Além disso, a tentativa de manter o método simples também se estende à adequação do método aos diversos contextos urbanos. Assim, busca-se que o mínimo de instrumentos de mensuração seja necessário, a fim de garantir a possibilidade de reprodução do método e o entendimento dos resultados por parte da população (ESTÊVEZ; NUCCI, 2015).

Desde a publicação do trabalho de Nucci (1996; 2008), diversas contribuições foram desenvolvidas, como é o caso do trabalho de Valaski (2013) que, para facilitar o entendimento do ecossistema urbano e contribuir para a visão sistêmica, se propôs a elaborar uma chave de classificação e interpretação das paisagens para o mapeamento urbano.

De um modo resumido, o método desenvolvido por Nucci (1996, 2008) pode ser caracterizado, conforme Estêvez e Nucci (2015), por:

Utilização da visão sistêmica; definição de critérios pertinentes, óbvios e simples, para a avaliação da qualidade ambiental com base nos princípios da Ecologia e do Planejamento da Paisagem; identificação de parâmetros que sirvam como indicação para a população e os gestores urbanos, no sentido de instrumentalizá-los para discutir as questões relacionadas às informações locais; inferências que definem a qualidade ambiental urbana por intermédio de tais critérios e parâmetros; mapeamento das informações (ESTÊVEZ; NUCCI, 2015, p.35).

A importância da avaliação da qualidade ambiental está relacionada ao fato de estes estudos atuarem como base para entender as alterações na dinâmica ambiental urbana. Para Valaski (2008), a avaliação da qualidade ambiental proporciona o conhecimento dos limites e aptidões do ambiente, proporcionando o conhecimento necessário para um planejamento que minimize impactos negativos no ambiente urbano. Neste mesmo sentido, McHarg (2000) enfatiza a importância de se reconhecer o caráter interativo da natureza como um sistema composto de oportunidades e limitações em relação aos diferentes tipos de uso. Para Estêvez (2014), se estas abordagens fossem a base de pensamento para o planejamento e de gestão, certamente haveria melhora na qualidade ambiental urbana, oriundos da redução dos impactos negativos.

De fato, a qualidade ambiental urbana é uma ferramenta de avaliação do ambiente urbano que pode ser explorada para que os diversos aspectos e elementos que integram o ambiente urbano sejam considerados no planejamento e mesmo na mitigação de impactos. A síntese proporcionada por este tipo de avaliação pode auxiliar tomadores de decisão e também simplificar a comunicação entre poder público e população quanto a importância de determinadas medidas.

### 2.2.2 Vegetação na avaliação da Qualidade Ambiental Urbana: Perspectiva Horizontal *versus* Perspectiva Vertical

A presença de vegetação em áreas urbanas e seus benefícios sobre a qualidade de vida dos cidadãos é um fator amplamente estudado e a cada dia ganha mais notoriedade, principalmente frente as atuais pautas globais voltadas a sustentabilidade. Planejadores urbanos lidam com os desafios da sustentabilidade aplicada às áreas urbanas, buscando soluções que propiciem eficiência energética e economia de recursos naturais não renováveis, aplicadas aos diversos contextos urbanos, como mobilidade e construções, por exemplo.

Nesta perspectiva a presença de vegetação atua como um mecanismo que permite amenizar o desequilíbrio no balanço térmico em áreas urbanas, além de reduzir os efeitos de ilhas de calor. Tão importante quanto, a relevância da presença de vegetação nas áreas urbanas também está ligada à sua capacidade de sequestrar carbono, reduzir a poluição do ar, reduzir o efeito *runoff* das águas da chuva, ser suporte para a biodiversidade, amenizar os efeitos da poluição sonora e reduzir as tempestades (NUCCI, 2008).

Os referidos benefícios provenientes da presença da vegetação em áreas urbanas – chamados de ‘funções instrumentais’ por Appleyard<sup>1</sup> (1980 citado por LI et al., 2015b), porque abrangem benefícios ecológicos e econômicos<sup>2</sup> – são há décadas extensivamente estudados, desenvolvendo-se, assim, novos métodos e parâmetros, importantes ferramentas para avaliação do ambiente urbano.

Todavia, as funções da vegetação para a qualidade ambiental ultrapassam os benefícios ecológicos e econômicos, pois, para Appleyard (1980 citado por LI et al., 2015b), os benefícios abrangem ainda as funções denominadas simbólicas, que envolvem os sentimentos e atitudes da população, e sensoriais, relacionadas aos efeitos visuais. Por muito tempo os estudos para avaliação destas funções se mantiveram concentrados em torno de métodos subjetivos e qualitativos e, posteriormente, métodos quantitativos foram desenvolvidos proporcionando análises com potencial de complementar os conhecimentos adquiridos até então (YANG et al., 2009).

---

<sup>1</sup> APPLEYARD, D. Urban trees, urban forests: what *Street-level* do they mean? In: **Proceedings of the National Urban Forestry Conference**, State University of New York College of Environmental Science and Forestry, 13-16 November 1978, Syracuse, p. 138-155, 1980.

<sup>2</sup> Conceito equivalente ao de Funções da Natureza (DE GROOT, 1987) e de Serviços Ecossistêmicos.

De acordo com Li et al. (2015b), os esforços para avaliar a função sensorial da vegetação são frequentemente direcionados por dois tipos de métodos: subjetivos e objetivos. Os métodos subjetivos mensuram opiniões, atitudes e percepções acerca da vegetação vista a nível do solo por meio de pesquisas, entrevistas e auditorias. Estes métodos geralmente demandam bastante tempo e são sensíveis às diferenças culturais e atributos sociais dos entrevistados, gerando resultados muito variáveis.

Os métodos objetivos, por sua vez, são poucos e majoritariamente baseados no uso de Sensoriamento Remoto, técnica com aplicabilidade as mais diversas necessidades de quantificação da vegetação. O amplo emprego do Sensoriamento Remoto se deve, principalmente por ser de fácil repetição e por possibilitar uma visualização sinóptica da área de estudo e abrangência geográfica (YANG et al., 2009). O Sensoriamento Remoto permite que a vegetação seja avaliada partindo de uma perspectiva horizontal, tendo como produto a cobertura vegetal de uma determinada área.

O uso de imagens aéreas e de satélites trouxe grandes contribuições à análise da vegetação urbana, aperfeiçoando sua caracterização espacial e possibilitando sua quantificação. Entretanto, as diferentes disposições da vegetação na cidade foram negligenciadas nos métodos utilizados para análise, ocasionando confusão em torno de conceitos como área verde, espaço livre, cobertura vegetal e áreas destinadas à conservação da natureza (CAVALHEIRO et al., 1999). Como consequência da ausência de um consenso terminológico e metodológico, os dados quantitativos que descrevem a vegetação de uma perspectiva horizontal se tornam discrepantes entre diferentes cidades.

Diante deste empasse, Cavalheiro et al. (1999) apresentaram uma proposição de terminologias para o verde urbano. De acordo com os autores, áreas verdes são um tipo especial de espaços livres de edificação, onde o elemento fundamental é a vegetação, sendo os espaços livres espaços urbanos ao ar livre voltados a todo tipo de utilização relacionada ao lazer e outras atividades em horas de ócio.

A cobertura vegetal e o respectivo método de quantificação, por sua vez, é definida pelo autor como

(...) cobertura vegetal que é a projeção do verde em cartas planimétricas e pode ser identificada por meio de fotografias aéreas, sem auxílio de estereoscopia. A escala da foto deve acompanhar os índices de cobertura vegetal; deve ser considerada a localização e a configuração das manchas (em mapas). Considera-se toda a cobertura vegetal existente nos três

sistemas (espaços construídos, espaços livres e espaços de integração) e as encontradas nas Unidades de Conservação (que na sua maioria restringem o acesso ao público), inclusive na zona rural (CAVALHEIRO et al., 1999, pg.7).

Assim, a cobertura vegetal é obtida por meio de um mapeamento que delimita a área correspondente à projeção de todos os elementos de vegetação da área de interesse, importando que se destaque a escala da fotografia utilizada, posto que tem influência sobre o nível de detalhe da análise.

Para Rocha e Nucci (2018), tão vasta quanto as formas de conceituar a vegetação urbana são as formas de medi-la. É possível destacar, por exemplo, dois índices relacionados à cobertura vegetal: o índice de cobertura vegetal, que é a porcentagem de uma dada área ocupada por cobertura vegetal; e o índice de cobertura vegetal por habitante que é a razão entre cobertura vegetal e número de habitantes (NUCCI; CAVALHEIRO, 1999).

Em relação ao índice de cobertura vegetal, Nucci e Cavalheiro (1999) sugerem que este seja acompanhado da configuração da cobertura vegetal, considerando as classes de configuração apresentadas por Jim (1989)<sup>3</sup>: Isolada, Linear e Conectada, como mostra a FIGURA 2.

---

<sup>3</sup> JIM, C. Y. (1989) Tree-canopy characteristics and urban development in Hong Kong. **Geographical Review**, New York, v. 79, n. 2, p. 210-225.

FIGURA 2 - CLASSES DE CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DA COBERTURA VEGETAL PROPOSTAS POR JIM (1989)



Fonte: ROCHA e NUCCI (2019).

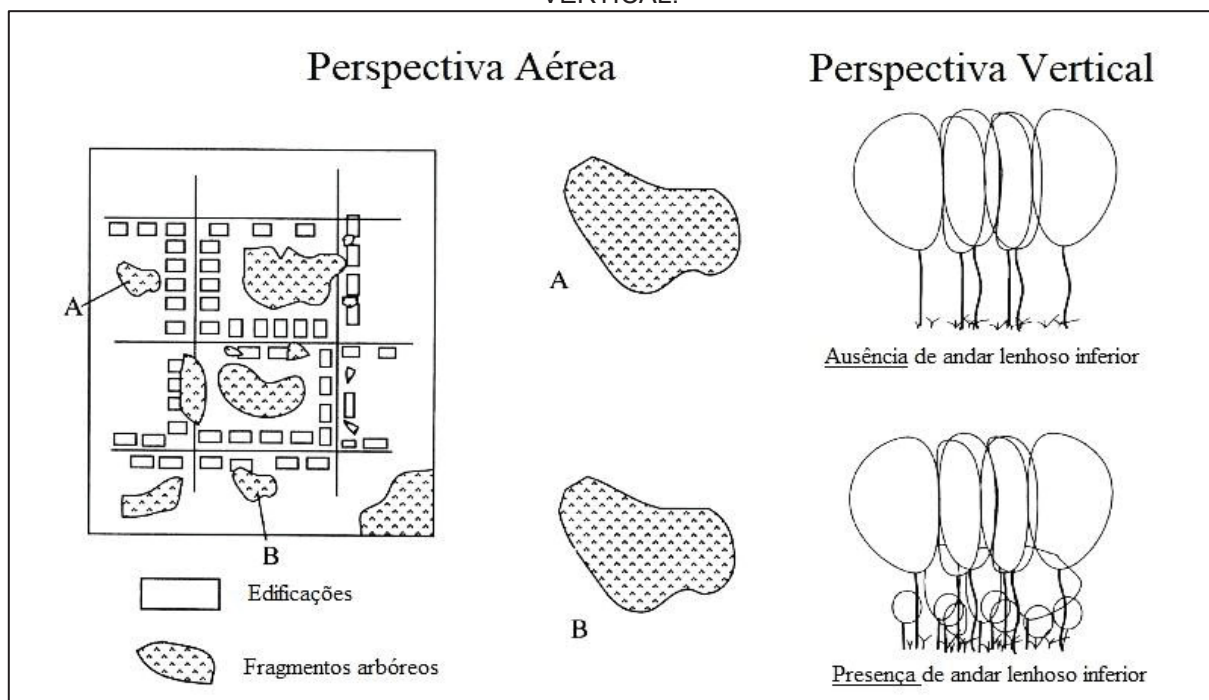
A cobertura vegetal, portanto, proporciona que se conheça a forma com que a vegetação se encontra espacializada no ambiente urbano e, por meio desta análise, auxilia para que se desenvolvam estratégias para o planejamento. Neste sentido, Rocha e Nucci (2019) mostram a importância de se conhecer a cobertura vegetal de uma cidade e sua configuração, assim como a relação destes aspectos com contexto geográfico em que a cidade se encontra, visto que as particularidades do contexto é que definirão os parâmetros ideais para a qualidade ambiental e de vida dos habitantes.

Além disso, a participação da cobertura vegetal no planejamento urbano se configura como um fator competitivo entre cidades, sendo os valores elevados dos índices de vegetação um aspecto incluído em estratégias para atrair investimentos, tendo em conta a demanda de que as cidades se destaquem no quesito sustentabilidade e qualidade de vida (ROCHA; NUCCI, 2018). É notória, portanto, a importância da avaliação da cobertura vegetal nas diversas questões que norteiam o planejamento urbano.

Contudo, esta perspectiva não contempla a estrutura vertical da vegetação, fator de relevância na dinâmica ambiental urbana, nem a vegetação como ela é percebida no cotidiano pelos pedestres, perspectiva que necessariamente inclui a percepção tridimensional da paisagem e elementos que a constituem.

Yang et al. (2009) e Flores et al. (1998) mostram esta diferença entre a perspectiva vertical e a horizontal e demonstram a relevância de também se considerar a estrutura vertical da vegetação. Conforme os autores, padrões de cobertura vegetal semelhantes, podem resultar em diferentes efeitos visuais a quem observa ao nível do solo, e em diferentes funções potenciais à vegetação, como pode ser observado na FIGURA 3.

FIGURA 3 – ESQUEMA COMPARATIVO ENTRE A PERSPECTIVA AÉREA (HORIZONTAL) E A VERTICAL. OS FRAGMENTOS ARBÓREOS A E B SÃO SIMILARES EM PERSPECTIVA AÉREA, ENTRETANTO, HÁ EXPRESSIVA DIFERENÇA ENTRE ELES COM RELAÇÃO A PERSPECTIVA VERTICAL.



FONTE: Adaptado de Flores et al. (1998).

Portanto, como mostram os autores, seria importante que a avaliação da vegetação urbana na perspectiva vertical complementasse a avaliação da cobertura vegetal (perspectiva horizontal), por meio de métodos que possibilitem a incorporação das diferentes perspectivas ao planejamento urbano.

Desde a publicação do trabalho de Yang et al. (2009), muitos outros estudos têm sido desenvolvidos propondo métodos e explorando as relações de causa e efeito com base no verde visivelmente disponível.

Mitchell et al. (2016), em concordância com Li et al. (2015b), discutem a intensa abordagem voltada a distribuição espacial da vegetação, ou seja, a vegetação urbana segundo a perspectiva horizontal, ao passo que a estrutura vertical da mesma e as variáveis urbanas que interferem nessa estrutura não o são. Para os autores, gerenciar a vegetação urbana para garantir a regulação dos processos ambientais e a efetividade de seus benefícios, não deve ter como enfoque somente a quantidade de cobertura vegetal ou a presença de áreas verdes ao longo da cidade, mas também identificar as demandas de intervenção a fim de melhorar a complexidade da estrutura vertical da vegetação. De acordo com Moura e Nucci (2010), a estrutura vertical é fundamental para a dinâmica ambiental, pois atua como agente nos processos hidrológicos, atmosféricos e de manutenção da biodiversidade.

Alguns estudos têm se dedicado em avaliar o impacto da presença de estruturas verdes na paisagem disponível às pessoas e mostram que o verde visível da vegetação apresenta relação significativa com a prática e disposição para atividades físicas voltadas a saúde, como caminhadas (LU; SARKAR; XIAO, 2018; LI et al., 2018, FRANĚK, 2013) ou atividades físicas recreativas (LU, 2018).

Outros estudos comprovam o impacto do verde visível sobre a qualidade de vida no que se refere ao bem-estar psicológico, influenciando no bem-estar e comportamento diário, ao reduzir o aborrecimento a longo prazo com barulho e os sintomas psicossociais associados ao estresse, além do já mencionado incentivo as atividades ao ar livre (GIDLÖF-GUNNARSSON E ÖHRSTRÖM, 2007). Ulrich (1986) mostra que paisagens compostas por elementos naturais possuem maior influência positiva nos estados emocional e psicológico. Hartig e Staats (2006) corroboram com esta análise, ao associar esta preferência à capacidade restauradora que estas paisagens proporcionam, especialmente no que se refere ao verde visível, a pessoas mentalmente fatigadas, devido ao potencial restaurativo do verde. Além disso,

paisagens naturais vistas da janela de casa ou do local de trabalho também têm potencial restaurador (ULRICH et al., 1984; KARDAN et al., 2015).

O bem-estar físico, por sua vez, pode ir além do efeito convidativo à prática de atividades físicas. De acordo com os estudos de Kleem et al. (2015) e Li e Ratti (2018), há um claro impacto do verde presente nas ruas sobre o conforto térmico. Conforme os autores, o conforto térmico momentâneo percebido tende a estar relacionado a quantidade de verde percebido ao nível do solo, e que provê sombra, e conclui que a vegetação nas ruas constitui uma estratégia adaptativa conveniente para criar ambientes termicamente confortáveis e atrativos.

Em um viés social, Li et al. (2015a) mostram, em estudo aplicado em Hartford (USA), que a vegetação acessível nas ruas apresenta significativa relação com as diferentes condições sociais urbanas, pois, segundo o estudo, pessoas com alta renda tendem a viver em lugares com mais vegetação nas ruas. Outro estudo, realizado por Joo e Kwon (2015), mostra a relação entre as ruas com elementos de vegetação e a prevenção ao despejo ilegal de resíduos domésticos, mas ressaltam que a efetividade desta relação depende de estruturas espaciais associadas à vegetação que contribuíam com a qualidade desses ambientes. Naik et al. (2015) afirmam que uma abundância de árvores nas ruas pode ser associada a paisagens urbanas consideradas seguras, a mesma relação pode ser observada considerando a vegetação visível na paisagem (LI; ZHANG; LI, 2015). Entretanto, Donovan e Prestemon (2012) revelam que árvores baixas que obstruem a visão da paisagem são associadas ao aumento na ocorrência de crimes.

Além dos efeitos visuais dos componentes vegetais, que ultrapassam os associados ao embelezamento das ruas, é possível destacar o fortalecimento do suporte público, apontado por Yang et al. (2009), dado a áreas com maior proporção de verde visível, fatores que, de um modo geral, aumentam a satisfação dos cidadãos ao ambiente residencial (LI et al., 2015b).

Portanto, é possível perceber que tanto cobertura vegetal como estrutura vertical da vegetação têm relevância para os estudos da vegetação urbana, cada uma contribuindo conforme a perspectiva de análise. De forma geral, é possível sintetizar as contribuições proporcionadas pela análise das diferentes perspectivas, conforme apresentado no QUADRO 1.

QUADRO 1 – CONTRIBUIÇÕES DAS DIFERENTES PERSPECTIVAS DE ANÁLISE

<b>Perspectiva Horizontal</b>	<b>Perspectiva Vertical</b>
Expressa a configuração espacial da vegetação	Expressa a vegetação percebida pelas pessoas
Permite quantificar e qualificar a cobertura vegetal	Expressa os diferentes estratos de vegetação
Análise acessível por meio de imagens aéreas e de satélite e Sensoriamento Remoto	Análise por meio de imagens capturadas a nível do solo

FONTE: A autora (2020)

### 2.2.3 Índice de Visão do Verde

Embora haja técnicas de avaliação da vegetação urbana amplamente aplicadas e consolidadas, como o já citado Sensoriamento Remoto, formas de complementar e aprimorar as técnicas de análise ambiental continuam sendo desenvolvidas.

Yang et al. (2009) desenvolveram um método para quantificar a vegetação que envolve o pedestre, fazendo uso de imagens coloridas, a fim de representar o ponto de vista do indivíduo. Assim, com base em fotografias retiradas em 4 direções (norte, sul, leste, oeste) e de cada interseção de ruas, os autores extraíram as áreas verdes das fotografias e, por meio da contabilização de pixels, estabeleceram uma proporção média de verde visível para cada ponto, o qual chamaram de *Green View Index*<sup>4</sup> (GVI). O trabalho de Yang et al. (2009), aplicado em Berkeley, Califórnia, Estados Unidos, contribuiu principalmente por permitir a análise por meio de amostragens baseadas em métodos estatísticos e por ter o objetivo de avaliar a visão do verde para uma cidade inteira, enquanto os estudos anteriores tinham esta

---

<sup>4</sup> Tradução da autora: Índice de Visão do Verde.

avaliação voltada a análises locais ou paisagem naturais. Ainda, os autores ressaltam que o método permite a comparação temporal do verde visível.

Em 2015, Li et al. publicaram o trabalho intitulado “*Assessing street-level urban Greenery using Google Street View and modified Green View Index*”<sup>5</sup> (Li et al., 2015b), a fim de propor melhorias ao método de Yang et al. (2009). Segundo os autores, o método de Yang et al. apresenta as desvantagens de consumir muito tempo para sua execução, tendo em conta a coleta e análise manual dos dados; e de não considerar o campo de visão esférico do observador. Para suprir estas lacunas, propuseram o uso de imagens Google *Street View* (GSV), que possui ângulos de visão similares ao do pedestre e são de livre acesso, para avaliar o perfil da vegetação urbana ao nível de rua. Li et al. (2015b) descrevem que o GSV cria uma espécie de *tour* pelas ruas de forma contínua, dando a sensação de se “estar no lugar”. Com o uso do GSV, os autores almejam diminuir o tempo de execução durante a captura de fotografias e atender a necessidade de se considerar a visão hemisférica do observador, visto que a ferramenta captura fotografias que abrangem os 360 graus circundantes. Assim, os autores desenvolveram um GVI modificado, no qual a análise de imagem é realizada de forma automática via programação computacional, e o aplicaram ao bairro de *East Village*, em Manhattan, Nova York, Estados Unidos.

Com base no método proposto por Li et al. (2015b) muitos outros trabalhos foram desenvolvidos: Li et al. (2015a); Li e Ratti (2018); Li, Zhang e Li (2018); Seiferling et al. (2017); Li, Ratti e Seiferling (2018); Li et al. (2018); Lu (2018); Lu, Sarkar e Xiao (2018). Tais trabalhos se dirigem a avaliação dos efeitos da visão do verde baseados em dados quantitativos do verde disponível ao pedestre, o que permite relacionar dados subjetivos a dados objetivos e estabelecer uma relação que possibilita a tomada de decisão mediante os diferentes contextos analisados. A vasta aplicação do método desenvolvido por Li et al. (2015b) revela o potencial da biblioteca de imagens GSV de constituir uma base de dados efetiva para estudos urbanos, conforme afirmado por Rundle et al. (2011).

Assim, pode-se observar que o uso do Google *Street View* como base para o mapeamento de paisagens urbanas é uma ferramenta de grande utilidade para

---

<sup>5</sup> Tradução da autora: Avaliação da vegetação urbana ao nível da rua utilizando o Google *Street View* e um índice de visão verde modificado.

quantificar e mapear estruturas ambientais partindo do mesmo ponto de vista que os cidadãos experimentam na paisagem urbana.

### 3 MATERIAIS E MÉTODO

O estudo da aplicação do Índice de Visão do Verde como indicador para auxiliar a avaliação da qualidade ambiental urbana se amparou na observação das relações do indicador com um outro de grande relevância para a análise da vegetação urbana: a cobertura vegetal. Partindo dos dados que a cobertura vegetal fornece acerca da vegetação, foi analisada a importância de se incorporar o Índice de Visão do Verde como um indicador auxiliar para fornecer informações que subsidiam os diagnósticos e prognósticos da qualidade ambiental urbana. Para isso, as relações entre os indicadores foram observadas de forma pontual e especializada.

A proposição de uma abordagem para integração do Índice de Visão do Verde (IVV) aos estudos de qualidade ambiental urbana teve como ponto de partida o desenvolvimento do método de obtenção do IVV, considerando os trabalhos de Yang et al. (2009), Li et al. (2015) e Seiferling et al. (2017). Esta etapa foi realizada com o objetivo de obter um método adequado aos recursos disponíveis para sua execução. As adaptações realizadas serão expostas ao longo da apresentação do método nos textos que se seguem.

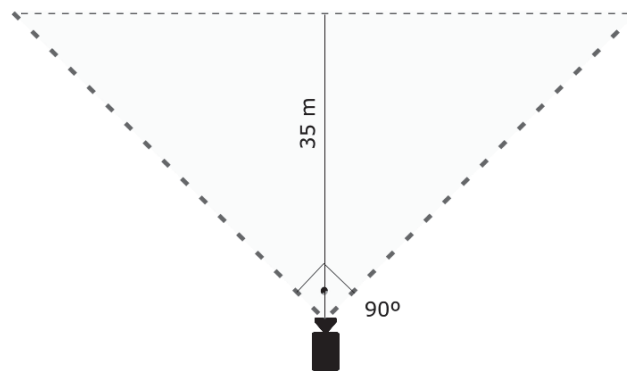
#### 3.1 PERSPECTIVA VERTICAL DA VEGETAÇÃO: ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE

O Índice de Visão do Verde (IVV) é uma ferramenta que tem como objetivo avaliar a vegetação urbana a partir da perspectiva disponível ao pedestre, envolvendo, portanto, a estrutura vertical da vegetação e a interação dessa estrutura com a qualidade de vida da população. Para isso, o método de obtenção do IVV tem como fonte de dados fotografias tiradas ao nível do solo.

Tendo em conta essa necessidade de fotografias, o método proposto nesta pesquisa utiliza o Google *Street View* (GSV) – serviço online de estrutura interligada ao Google *Maps* e Google *Earth* – como ferramenta para captura de imagens, a fim de otimizar o processo de análise, conforme proposto no trabalho de Li et al. (2015b) como adaptação ao método de Yang et al. (2009), no qual os autores propõem a obtenção das imagens com câmeras fotográficas *in loco*. Dessa forma, a representação cartográfica do IVV é expressa em pontos no espaço analisado, sem uma área de abrangência geográfica que o represente precisamente.

Contudo, a fim de proporcionar uma avaliação do índice em relação a cobertura vegetal, indicador amplamente aplicado na avaliação da vegetação urbana – e, portanto, da qualidade ambiental urbana – foi estabelecida uma área equivalente às imagens GSV, representando a perspectiva horizontal da vegetação. Para tanto, considerou-se os estudos de Seiferling et al. (2017), no qual os autores relacionaram a fotografia GSV à área que corresponde a um triângulo com abertura de  $90^\circ$ , partindo da câmera, e encontraram, por análises estatísticas, 35 metros como o melhor comprimento (distância partindo do ângulo-reto) que representa a profundidade da imagem GSV, como representado na FIGURA 4.

FIGURA 4 – REPRESENTAÇÃO DA ÁREA EQUIVALENTE AO ALCANCE DA IMAGEM GSV, COM CAMPO DE VISÃO DE  $90^\circ$ , CONFORME SEIFERLING ET AL. (2017).



FONTE: A autora (2020).

Essas dimensões foram empregadas nesta pesquisa tanto na abordagem que relaciona o IVV à Cobertura Vegetal, quanto na espacialização dos valores de IVV na área de estudo, servindo de base para o estabelecimento da distância entre pontos analisados.

No método de Yang et al. (2009), além de os autores obterem as imagens *in loco*, realizaram a análise considerando fotografias retiradas em quatro direções (norte, sul, leste, oeste), sem levar em conta a orientação das vias. Nesta pesquisa, entretanto, optou-se por realizar a análise do verde visivelmente disponível considerando somente uma imagem com sentido paralelo a via, haja vista o trabalho de Seiferling et al. (2017), no qual os autores afirmam ser esta a perspectiva disponível no Google *Street View* que melhor reflete a cobertura arbórea da paisagem urbana visível ao pedestre.

Partindo destas considerações, o método se inicia com a seleção de pontos (locais onde imagens serão capturadas) para serem analisados. Após esta etapa, em cada ponto uma imagem do Google *Street View* estática deve ser capturada, utilizando o recurso de captura de tela disponível no *Software Google Earth*.

A fim de estabelecer um padrão que facilite os cálculos e a comparação entre as imagens, todas devem ser capturadas com a mesma resolução. Nesta pesquisa, foi adotada a resolução 1.161x631 (resolução que contemplou toda a imagem representada na interface Google *Street View*), com ângulo de elevação em relação ao solo de 90°, além do ângulo paralelo ao sentido da rua. Tais angulações permitem que as imagens contenham as mesmas proporções dos elementos que compõe a paisagem, como calçadas, céu e terra.

Estes cuidados podem ser executados mediante a ferramenta disponível no menu 'Adicionar > Foto' presente no *Software Google Earth*. Cabe salientar que as resoluções disponíveis para salvar as imagens GSV variam de acordo com a resolução da tela do computador utilizado, portanto, deve-se ter o cuidado de realizar todo o procedimento em um mesmo computador ou de ajustar o valor da resolução para os cálculos.

Posteriormente, as imagens capturadas são analisadas com uso de um *software* de edição de imagens. Nesta pesquisa, foi utilizado o *Software GIMP 2.10.4* (*Software Livre*), no qual o verde contido na imagem pode ser selecionado manualmente por meio da ferramenta varinha mágica e colorido de verde, destacando a seleção, conforme o método de Yang et al. (2009).

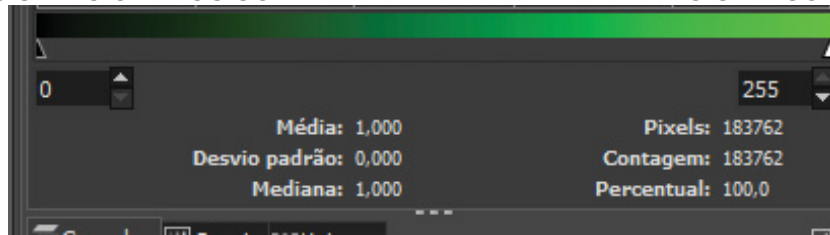
Então, ainda de acordo com o método de Yang et al. (2009), para cada imagem são coletadas as informações de número de pixels coloridos (FIGURA 5), por meio da análise de histograma (FIGURA 6).

FIGURA 5 – EXEMPLO DE CLASSIFICAÇÃO DO VERDE VISÍVEL REALIZADO COM USO DO SOFTWARE GIMP 2.10.4.



FONTE: Adaptado de Google *Street View* (2017).

FIGURA 6 - PAINEL DE HISTOGRAMA DO SOFTWARE GIMP, COM CONTAGEM DE PIXELS VERDES SELECIONADOS COM A FERRAMENTA VARINHA MÁGICA E COLORIDOS.



FONTE: Captura de tela da interface do Software GIMP 2.10.4.

Em seguida, o índice relacionado a cada imagem é calculado considerando a seguinte equação

$$IVV_i(\%) = \frac{v_i}{p} \times 100, \quad \text{Equação 1}$$

onde  $IVV_i$  é o Índice de Visão do Verde da imagem  $i$ ,  $v_i$  é o número de pixels classificados como verde e  $p$  é o total de pixels das imagens, nesta pesquisa padronizado em  $1.161 \times 631$ .

O QUADRO 2, a seguir, apresenta a síntese das referências que orientaram as adaptações para a obtenção do método proposto nesta pesquisa, considerando como ponto de partida o método pioneiro de Yang et al. (2009) para obtenção do Índice de Visão do Verde (IVV).

QUADRO 2 - SÍNTESE DAS ADAPTAÇÕES PROPOSTAS PARA OBTENÇÃO DO MÉTODO.

Etapas do método	Método de Yang et al. (2009)	Método Proposto
Pontos de captura de imagens	Em intercessão de ruas.	A cada 35 metros em vias urbanas, considerando o trabalho de Seiferling et al. (2017).
Número de imagens analisadas por ponto	Quatro (Norte, Sul, Leste, Oeste).	Uma. Paralelamente ao sentido da rua, considerando trabalho de Seiferling et al. (2017).
Método de obtenção das imagens	Fotografias no local obtidas com câmera fotográfica.	Imagens Google <i>Street View</i> , conforme proposto por Li et al. (2015b).
Cálculo do IVV	Média do IVV% das quatro imagens capturadas.	IVV% de uma imagem, considerando trabalho de Seiferling <i>et al.</i> (2017).

FONTE: A autora (2020).

### 3.2 PERSPECTIVA HORIZONTAL DA VEGETAÇÃO: COBERTURA VEGETAL

Foi considerado como Cobertura Vegetal a visão horizontal (imagem aérea do *Bing Aerial*, anos 2017, 2018, 2019) de todos os tipos de vegetação (herbácea, arbustiva e arbórea), na escala 1:1.500, conforme definição proposta por Cavalheiro et al. (1999) e aplicada por Nucci e Cavalheiro (1999). A classificação foi realizada de forma manual (não automática), por meio do QGis 3.10.1, *software* utilizado nesta pesquisa.

Para a quantificação da cobertura vegetal foi empregado o Índice de Cobertura Vegetal (ICV), que compreende o cálculo da proporção de área ocupada por cobertura vegetal, conforme a Equação 2.

$$ICV_i(\%) = \frac{cv_i}{A} \times 100, \quad \text{Equação 2}$$

onde  $ICV_i$  é o Índice de Cobertura Vegetal da imagem  $i$ ,  $cv_i$  é a área classificada como verde e  $A$  é a área total analisada.

### 3.3 RELAÇÃO ENTRE ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE E COBERTURA VEGETAL

#### 3.3.1 Análise pontual

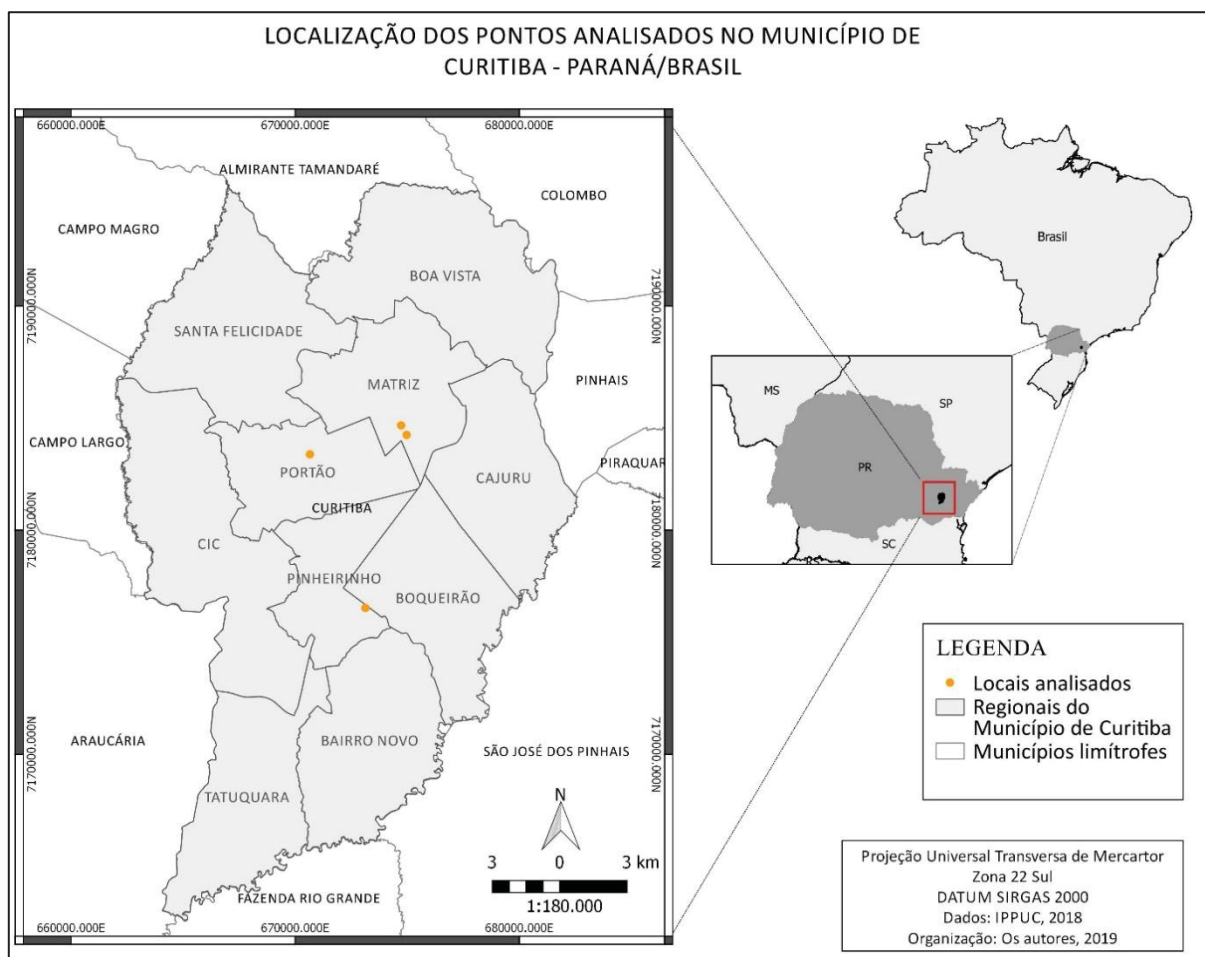
A análise pontual foi realizada a fim de testar o método proposto para obtenção do Índice de Visão do Verde e de verificar a viabilidade de se estabelecer relações deste indicador com a Cobertura Vegetal, tendo em conta a importância desta para o planejamento urbano.

Primeiramente, os indicadores foram analisados observando relações pontuais possíveis entre verde visível e cobertura vegetal. Para isso, ICV e IVV foram utilizados como critério. As situações definidas foram: Alto Verde Visível – Alta Cobertura Vegetal; Alto Verde Visível – Baixa Cobertura Vegetal; Baixo Verde Visível – Baixa Cobertura Vegetal; Baixo Verde Visível – Alta Cobertura Vegetal. Estas combinações foram escolhidas por permitir observar os indicadores com base nos resultados de contraste e semelhança.

Os pontos foram selecionados percorrendo com o GSV as ruas do município de Curitiba (Paraná, Brasil), todavia, a escolha das áreas poderia se dar em quaisquer outras localidades com cobertura de imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth e fotografias do GSV.

A data de captura e as alterações na paisagem entre perspectiva vertical e horizontal também foram fatores considerados na escolha dos pontos. Portanto, buscou-se por imagens, na cidade de Curitiba, onde perspectiva aérea e a nível do solo apresentassem diferenças de data de captura inferior a um ano, e que não demonstrassem redução da vegetação devido a estação do ano. A localização dos pontos analisados pode ser observada na FIGURA 7.

FIGURA 7 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS PARA TESTE NO MUNICÍPIO DE CURITIBA - PARANÁ/BRASIL.



FONTE: A autora (2020).

Para estudar as relações entre o verde visível e a cobertura vegetal, considerou-se o estudo realizado por Seiferling et al. (2017), como descrito na seção

3.1, FIGURA 4. Por meio da contribuição dos autores, foi possível determinar uma área com abrangência espacial que pode ser associada aos resultados obtidos com as imagens GSV. Assim, com uma área delimitada, pôde-se relacionar ao IVV a cobertura vegetal equivalente, permitindo observar o que dois índices de perspectivas diferentes revelam sobre uma mesma área. Para esta análise, considerou-se o Índice de Cobertura Vegetal (ICV), descrito na seção 3.2, do interior de cada triângulo, que, devido as dimensões estabelecidas, tem área de 1.225 m<sup>2</sup>. O IVV, por sua vez, foi obtido conforme método descrito na seção 3.1.

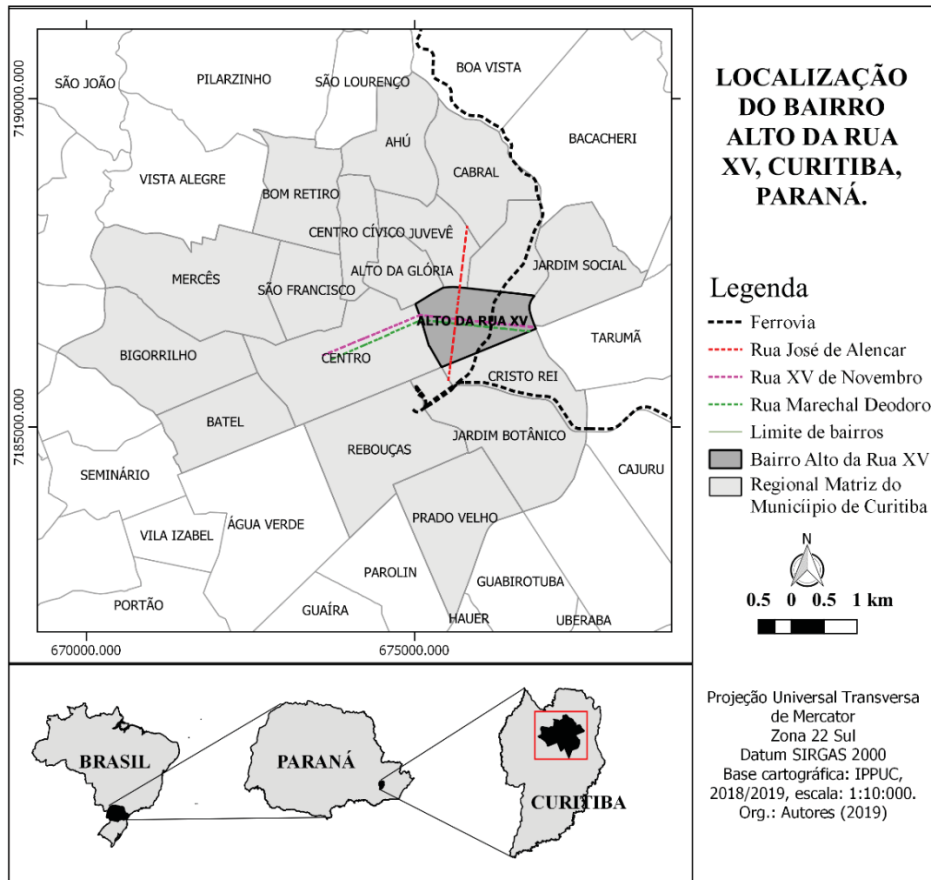
### 3.3.2 Análise espacial

A segunda forma de observar como os indicadores se relacionam foi aplicá-los em uma área, desenvolvendo um estudo de caso, tendo em conta o método apresentado em 3.3.1, e observá-los, sobrepondo resultados advindos do mapeamento de cada um.

A área de estudo analisada foi o bairro Alto da Rua XV, localizado no município de Curitiba, Paraná, abrangendo uma área de 1.485.486 m<sup>2</sup> e 26.729 metros de via, tendo como vias principais as ruas Marechal Deodoro e XV de novembro, com sentidos paralelos no centro do bairro, conforme apresentado na FIGURA 8.

A aplicação do método a um bairro teve o objetivo de observar as variações espaciais do IVV em relação à cobertura vegetal e observar formas de compatibilizar o produto cartográfico obtido ao método desenvolvido por Nucci (1996; 2008).

FIGURA 8 – LOCALIZAÇÃO DO BAIRRO ALTO DA RUA XV, NO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ, BRASIL.



FONTE: A autora (2020).

### 3.3.2.1 Carta de Índice de Visão do Verde

Nesta etapa, teve-se o objetivo de obter um método de espacialização do Índice de Visão do Verde mediante os resultados obtidos com sua aplicação e trabalhos já existentes que discutem a utilização das imagens Google *Street View*, como o trabalho de Seiferling et al. (2017). Esta necessidade se dá pelo fato de cada imagem GSV estar associada a um ponto georreferenciado, sem abrangência geográfica associada, ao mesmo tempo em que abarca tridimensionalidade espacial e uma estruturação vertical de elementos. Assim, o método de espacialização do IVV começa com a coleta de pontos ao longo de toda a área de estudo.

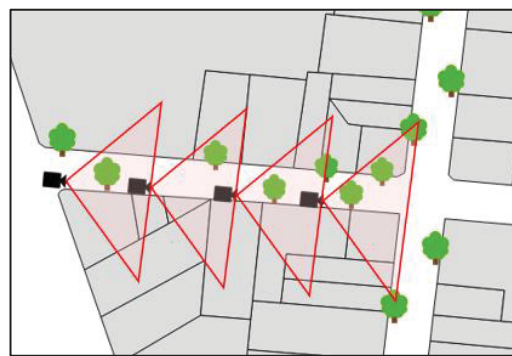
O método de espacialização do IVV tem como objetivo obter uma carta do índice que permita sua avaliação em termos de qualidade ambiental urbana ao longo do bairro. Tendo em conta a necessidade de que a informação espacializada seja de

fácil entendimento, buscou-se uma representação cartográfica que sintetizasse os resultados que foram obtidos por meio dos cálculos.

### *Coleta de Imagens*

Tendo em conta as dimensões propostas por Seiferling et al. (2017) para a imagem GSV (FIGURA 4), os pontos foram estabelecidos a cada 35 metros ao longo do sistema viário do bairro, conforme representação apresentada na FIGURA 9, onde a posição da câmera equivale ao ponto onde a imagem GSV será coletada.

FIGURA 9 – REPRESENTAÇÃO DOS PONTOS ANALISADOS: AS IMAGENS FORAM COLETADAS EM PONTOS DISTRIBUÍDOS DE FORMA EQUIDISTANTE A CADA 35 METROS AO LONGO DO SISTEMA VIÁRIO, CONSIDERANDO A ÁREA DE ABRANGÊNCIA ESPACIAL DAS IMAGENS GSV (TRIÂNGULOS VERMELHOS) (SEIFERLING ET AL., 2017).



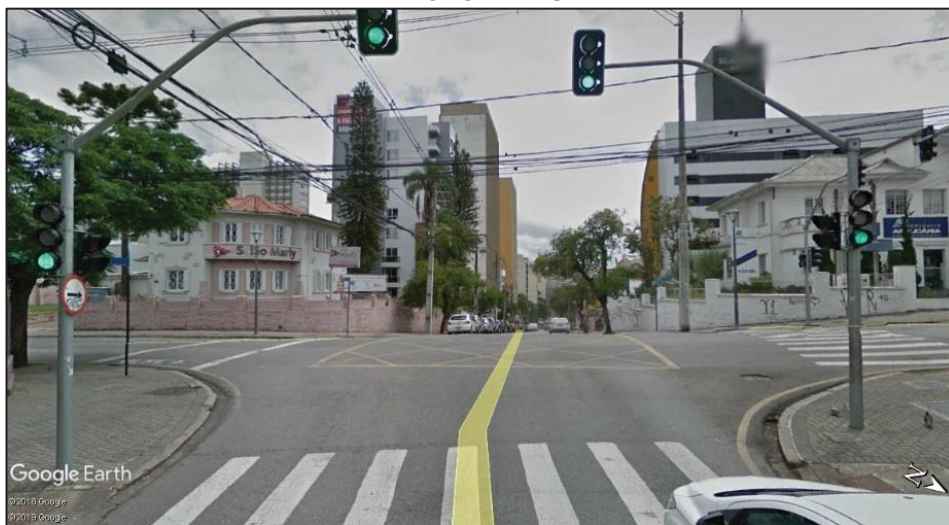
FONTE: A autora (2020).

Estes pontos foram determinados por meio do *Software* QGis, com uso do *plugin* Qchainage, o qual permite a criação de pontos equidistantes instantaneamente, partindo de linhas pré-existentes. Neste caso, como as imagens Google *Street View* são limitadas às vias, foram utilizadas as linhas referentes ao sistema viário do bairro, as quais se encontram disponibilizadas em *shapefile* no site do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) e, posteriormente, os pontos foram exportados para o *software* Google *Earth*, que hospeda o Google *Street View*.

No Google *Earth*, as imagens foram coletadas por meio do Google *Street View* (GSV) mediante capturas de tela, seguindo as orientações de angulação e sentido descritas na seção 3.1. Foram utilizadas imagens datadas entre 2017 e 2018, com menos de um ano de diferença entre perspectiva horizontal e vertical, e que não apresentam aspectos que indicam a perda de folhas devido a mudanças de estações.

Durante a coleta das imagens, foram removidas aquelas localizadas em intersecção de vias abrangendo ruas adjacentes (FIGURA 10), a fim de evitar que o verde presente em trechos de ruas distintas fosse contabilizado. Não foram consideradas as mudanças sazonais da vegetação ou quaisquer estruturas vegetais com coloração diferente de verde.

FIGURA 10 – EXEMPLO DE IMAGEM EXCLUÍDA DA ANÁLISE: IMAGENS ABRANGENDO RUAS ADJACENTES.



FONTE: Google Street View (2018).

### *Classificação das imagens, cálculo e espacialização do IVV*

O cálculo e a classificação das imagens capturadas foram realizados conforme o método exposto na seção 3.1, com uso da Equação 1 para cada imagem capturada.

Então, os valores de IVV obtidos para cada imagem foram atribuídos aos respectivos pontos espacialmente distribuídos, com uso do *Software* QGIS, originando uma figura na qual são representados a localização dos pontos analisados e o respectivo intervalo de valores no qual se inserem.

Por fim, para sintetizar os resultados obtidos, visando tornar mais claras as informações expostas na representação cartográfica, uma média dos resultados foi realizada por trecho de via, conforme a divisão de trechos disponível em *shapefile* disponibilizado no site do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC).

### 3.3.2.2 Carta de Cobertura Vegetal

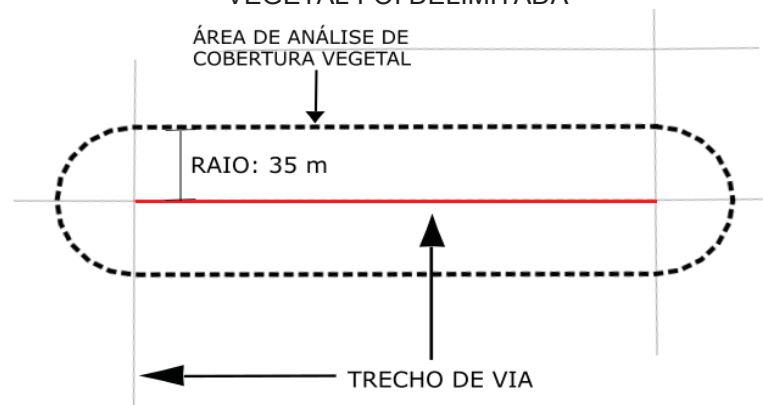
A espacialização da cobertura vegetal do Bairro Alto da Rua XV, para a análise espacial, foi realizada mediante a classificação de toda a vegetação visível na área de estudo, considerando as classes arbórea, arbustiva e herbácea e conforme descrição apresentada na seção 3.2. A distinção de classes entre estes estratos de vegetação teve o objetivo de proporcionar uma classificação que possa ser relacionada aos resultados obtidos com o mapeamento do IVV.

### 3.3.2.3 Relação entre Cartas

Para esta etapa, os indicadores foram avaliados considerando uma porcentagem correspondente: para o IVV, a média por trecho de via e para a Cobertura Vegetal, o ICV por trecho de via, considerando um raio de 35 metros, tendo em conta o raio de alcance das imagens GSV proposto por Seiferling et al. (2017) (vide FIGURA 4).

Para isso, considerou-se trecho de via como a extensão linear compreendida entre interseções de vias, conforme o mapeamento disponibilizado pelo IPPUC. O raio de 35 metros se refere a um *buffer* em torno de cada linha que representa um diferente trecho de via, formando uma área, no interior da qual a cobertura vegetal é quantificada e o ICV é calculado por meio da Equação 2 (seção 3.2), considerando a área formada pelo contorno derivado do raio estabelecido. A FIGURA 11 mostra estas relações.

FIGURA 11 – EXEMPLO ILUSTRATIVO DE COMO A ÁREA DE ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL FOI DELIMITADA



FONTE: A autora (2020).

Com base nos resultados, uma tabela com IVV e ICV por trecho de via foi desenvolvida, organizando os valores de IVV em ordem crescente, de forma que se possa observar como os valores de ICV variam. Desta tabela, obteve-se um gráfico, do qual foram selecionadas quatro situações distintas das possíveis relações quantitativas entre IVV e ICV, a fim de discuti-las e obter mais conclusões sobre a forma com que o Índice de Visão do Verde pode ser incorporado aos estudos de qualidade ambiental urbana.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

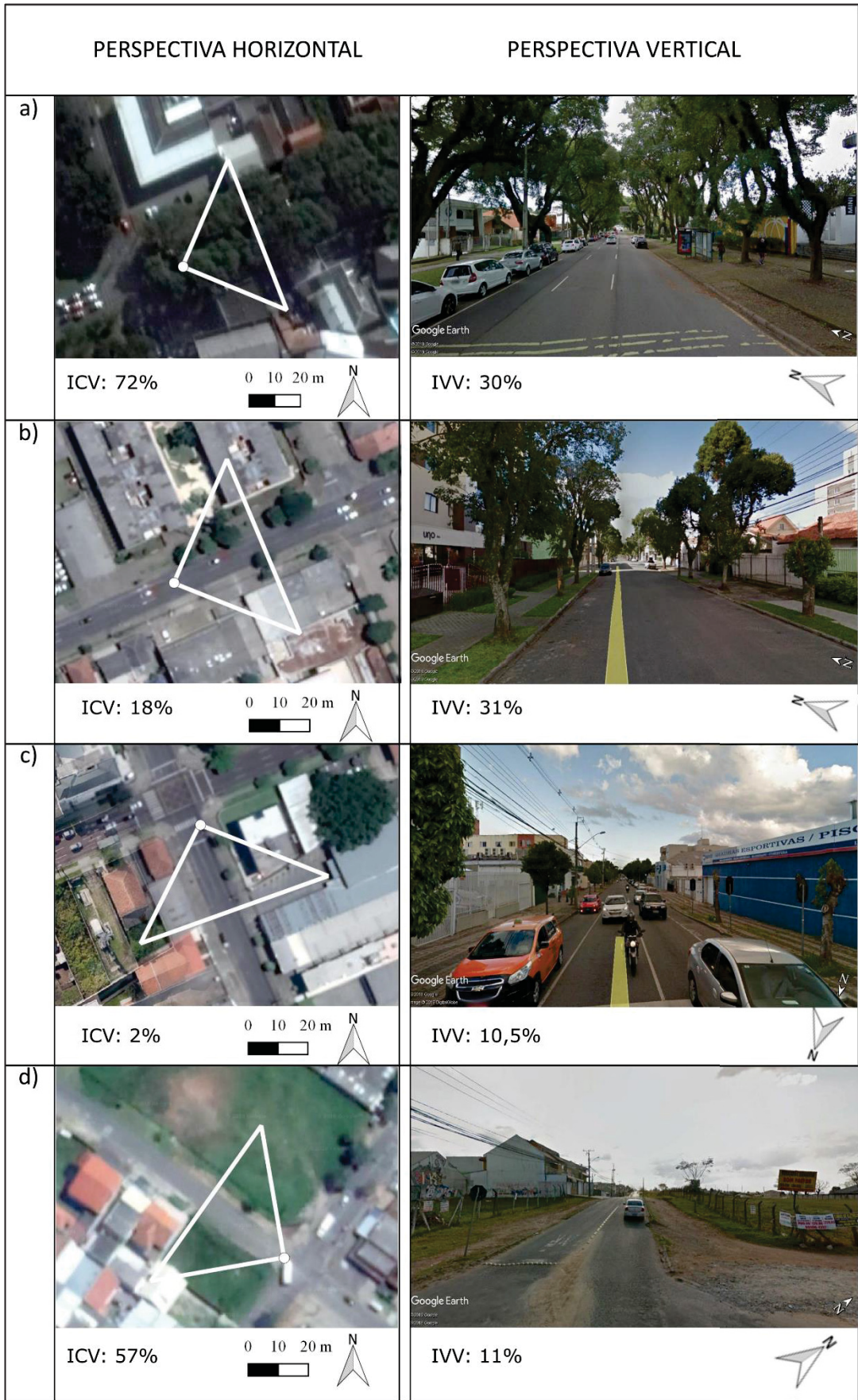
### 4.1 ANÁLISE PONTUAL: RELAÇÃO ENTRE VISÃO DO VERDE E COBERTURA VEGETAL

A análise pontual dos indicadores possibilitou algumas conclusões preliminares sobre a relação entre visão do verde e cobertura vegetal. As imagens utilizadas para o cálculo de IVV mostram que os resultados obtidos apresentam amplitude percentual diferente das imagens de ICV. Isto porque o ICV, por ter como base uma imagem de perspectiva aérea, pode variar de 0 a 100% na área selecionada para análise, enquanto o mesmo não acontece com as imagens de IVV. Nestas, têm-se elementos intrínsecos à tridimensionalidade da imagem, como céu, vias, calçadas e edificações, elementos que geralmente não são preenchidos por vegetação em ambiente urbano. Dessa forma, o verde nas imagens acaba por variar entre 0 a aproximadamente 50%, como poderá ser visto nos resultados obtidos com a elaboração da carta de IVV, para a qual muitas imagens foram analisadas.

Os resultados do cálculo do ICV e do IVV contidos nestas imagens podem ser observados na FIGURA 12, a qual apresenta as quatro situações distintas entre os índices.

A FIGURA 12a expressa ICV de 72% e IVV de 30%, no caso representando elevados índices de cobertura vegetal e visão do verde em um mesmo ponto, o que se dá pela predominância de vegetação arbórea densa e contínua, constituindo o verde expressivo tanto em perspectiva horizontal como vertical.

FIGURA 12 - RELAÇÃO ENTRE DIFERENTES ICV E IVV.



FONTE: GOOGLE EARTH (2017-2018). ORG: A autora (2020).

Por sua vez, a FIGURA 12b apresenta o percentual de ICV igual a 18% e IVV de 31%, representando uma situação com menor cobertura vegetal e maior visão do verde. A maior visualização do verde ao nível do solo que em perspectiva aérea se deve a presença de árvores de diferentes alturas, tamanhos e formas, além da presença de arbustos e herbáceas, configurando a situação apresentada por Flores et al. (1998) e Yang et al. (2009), representada na FIGURA 3.

Na FIGURA 12c é possível observar situações de baixíssimos índices de cobertura vegetal e de visão do verde, com porcentagens de ICV e IVV de 2% e 10,5%, respectivamente. Ambos os casos expressam valores relativamente baixos, embora a vegetação se destaque mais em perspectiva vertical. Neste caso, observa-se indivíduos arbóreos isolados e dissociados de qualquer outro estrato de vegetação.

A FIGURA 12d apresenta, por sua vez, maior porcentagem de ICV (57%) e menor porcentagem associada a visão do verde, com IVV igual a 11%. Os resultados obtidos revelam outro extremo na relação entre ICV e IVV, onde a cobertura vegetal é elevada, porém constituída por somente um estrato de vegetação, neste caso herbácea, não tendo efeitos significativos no verde visualmente disponível ao nível do solo.

Ao observar os diferentes ICV e IVV obtidos entre as situações expostas, é possível observar a ocorrência de ICV muito diferentes associados a IVV maiores e semelhantes, como ocorre entre os valores expressos nas FIGURAS 12a e 12b, com ICV de 72% e 18%, respectivamente, e IVV de aproximadamente 30% em ambos os casos. O contraste entre ICVs e a similaridade de IVVs comprova, portanto, que disponibilidades visuais do verde semelhantes podem estar associadas a coberturas vegetais muito distintas, complementando a afirmação de Flores et al. (1998) e Yang et al. (2009). A mesma situação pode ser observada entre as FIGURAS 12c e 12d, entretanto fica mais evidente neste caso a influência da ausência de diferentes estratos de vegetação em ambas as imagens referentes a perspectiva vertical.

Ambas as relações apontam para os diversos efeitos visuais do verde que não são expressos pela cobertura vegetal, e conseqüentemente pelo ICV, podendo-se afirmar que os resultados obtidos com a porcentagem de verde em perspectiva vertical são dados importantes para auxiliar na observação da relação entre o ambiente construído e a vegetação e, portanto, inferir sobre a dinâmica ambiental urbana, considerando sobretudo o impacto sobre a qualidade de vida dos residentes.

## 4.2 CARTA DE ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE

O levantamento do Índice de Visão do Verde (IVV) ao longo do bairro Alto da Rua XV gerou a base de dados utilizada para a elaboração da carta de IVV. A etapa de coleta das imagens em pontos das vias, resultou em 693 pontos, dos quais, após triagem, restaram 532, tendo em conta a remoção dos pontos onde as imagens abrangiam interseção de ruas, durante a captura de imagens *Google Street View* (GSV). Ao todo, a etapa de coleta das imagens GSV demandou 6 horas.

Em seguida, a etapa de classificação das imagens por meio do *Software* GIMP teve duração de 20 horas. Assim, ao todo, para realizar as etapas de coleta e classificação das imagens foram necessárias 26 horas, o que equivale a um tempo estimado de aproximadamente três minutos para coleta e classificação de cada imagem. Assim, este se mostrou um método acessível e exequível, o que viabiliza a sua reprodução em diversos contextos de cidades e disponibilidade de material e de pessoas.

Deste processo, o mapeamento do Índice de Visão do Verde (IVV) resultou na FIGURA 13, que apresenta a localização dos pontos analisados e classificação conforme a porcentagem obtida por meio do cálculo do IVV, com graduação de 10% entre classes, variando de 0 a 50%.



FIGURA 14 - VALORES DE IVV ENCONTRADOS NO BAIRRO ALTO DA RUA XV



FONTE: Google Street View (2018).

Entre os pontos da FIGURA 13, observa-se a predominância de IVV entre 10 e 30%, como mostra a TABELA 1.

TABELA 1 - OCORRÊNCIA DE DIFERENTES PORCENTAGENS DE IVV E RESPECTIVAS PROPORÇÕES EM RELAÇÃO AO TOTAL DE PONTOS CONSIDERADOS NO BAIRRO ALTO DA RUA XV.

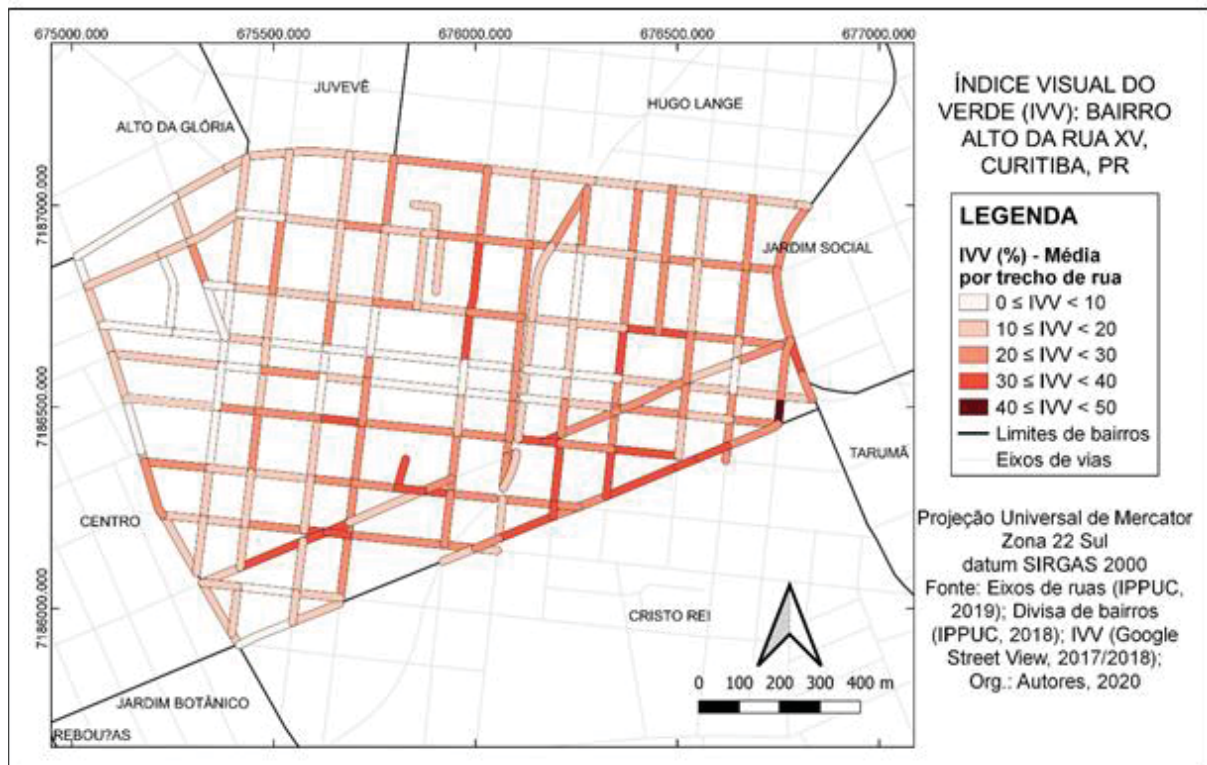
IVV (%)	OCORRÊNCIA	%
$0 \leq IVV < 10$	130	24
$10 \leq IVV < 20$	156	30
$20 \leq IVV < 30$	171	32
$30 \leq IVV < 40$	59	11
$40 \leq IVV \leq 50$	16	3
Total	532	100

FONTE: A autora (2020).

Observando a FIGURA 13 e a TABELA 1, com relação as demais porcentagens, destaca-se a ocorrência expressiva de pontos com porcentagem de IVV inferior a 10% ao longo das ruas Marechal Deodoro e XV de Novembro e nas proximidades do Bairro Centro, parte oeste do Bairro, em ruas mais amplas (com três pistas para os veículos) e com ocupação da terra com predominância de comércio e serviços, enquanto os IVVs com porcentagens superiores a 30%, estão predominantemente localizados na porção sul do bairro, nas proximidades do bairro Cristo Rei e em algumas ruas com sentido norte-sul, com predominância de usos residenciais e áreas verdes.

A FIGURA 15 apresenta uma síntese dos resultados de IVV por trechos de rua, com base na média dos valores de IVV obtidos em cada trecho.

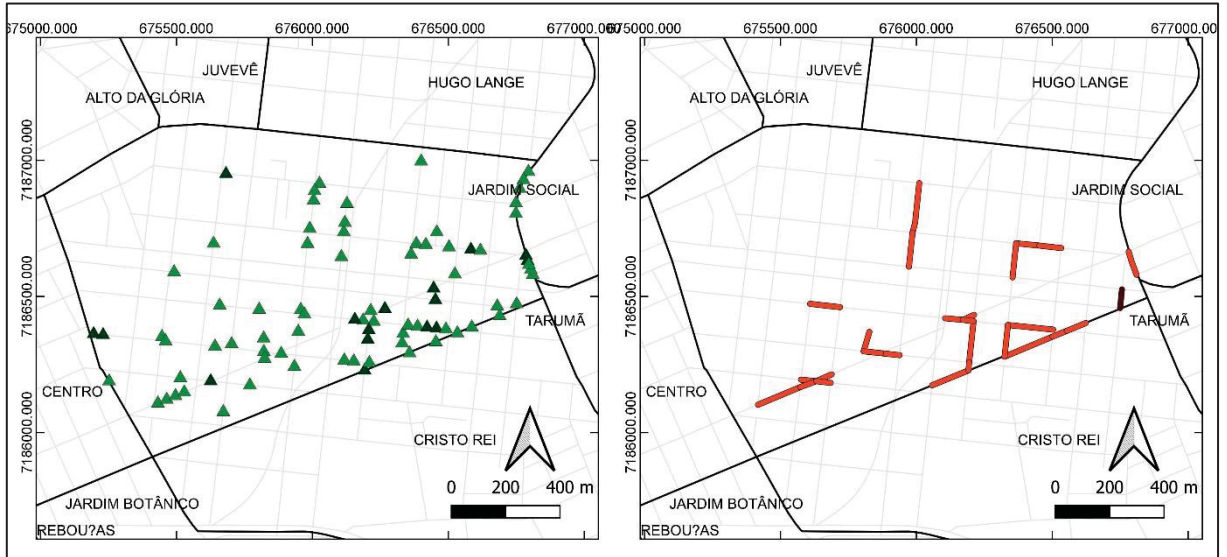
FIGURA 15 - CARTA DE ÍNDICE DE VISÃO DO VERDE, COM MÉDIA POR TRECHO DE VIA, DO BAIRRO ALTO DA RUA XV, CURITIBA, PARANÁ.



FONTE: A autora (2020).

Aoki (1991) sugere que a maioria das pessoas tem uma impressão favorável da paisagem das ruas quando mais de 30% da visão inclui verde. Os resultados obtidos mostram que apenas 13% dos pontos amostrados apresentam IVV acima de 30%, mas como a distribuição espacial dos valores não é homogênea, encontram-se várias ruas no bairro contempladas com verde visivelmente disponível em boas proporções, considerando a proximidade ao valor sugerido por Aoki (1991). A FIGURA 16 permite melhor observar a distribuição dos pontos com IVV acima de 30% e os trechos de via marcados por este padrão, com média de IVV também acima de 30%.

FIGURA 16 - CARTAS DE IVV, EM PONTOS (ESQUERDA) E POR TRECHOS DE VIA (DIREITA), EVIDENCIANDO-SE TRECHOS DE IVV ACIMA DE 30%.

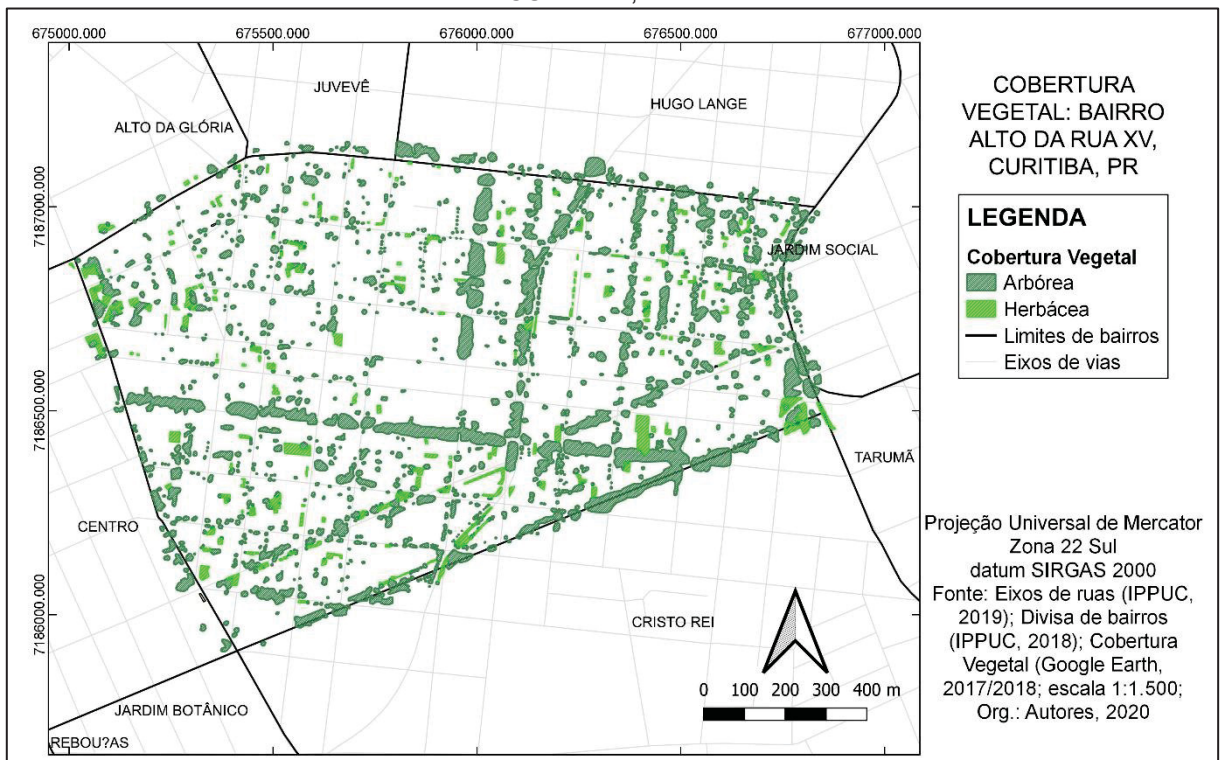


FONTE: A autora (2020).

### 4.3 CARTA DE COBERTURA VEGETAL

A classificação da cobertura vegetal resultou na Carta de Cobertura Vegetal apresentada na FIGURA 17.

FIGURA 17 - CARTA DE COBERTURA VEGETAL DO BAIRRO ALTO DA RUA XV, NO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ



FONTE: A autora (2020).

Da carta de cobertura vegetal, obteve-se que o bairro Alto da Rua XV apresenta aproximadamente 233.360 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal, sendo 85% classificados como arbórea e 15% herbácea. Tendo em conta a área do bairro (1.485.486 m<sup>2</sup>), chegou-se à porcentagem de 15,7% de cobertura vegetal. Nesta análise também foi possível observar a proporção de cobertura vegetal por habitante, que no bairro é de 27,35 m<sup>2</sup>/hab, considerando seus 8.531 habitantes (IBGE, 2010). Buccheri Filho e Nucci (2006) realizaram o mesmo levantamento e encontraram 16,85% de cobertura vegetal e 25,24 m<sup>2</sup>/habitante, considerando os 8.683 habitantes do censo de 2000 do IBGE.

De acordo com o estudo realizado por Buccheri Filho (2006), o bairro Alto da XV tem a cobertura vegetal composta por arborização de ruas, praças, vegetação encontrada em áreas particulares (jardins, árvores, etc.) e por vegetação encontrada em canteiros de ruas e avenidas. De fato, ao observar a atual organização do bairro, estes elementos continuam a ser os principais responsáveis pela cobertura vegetal.

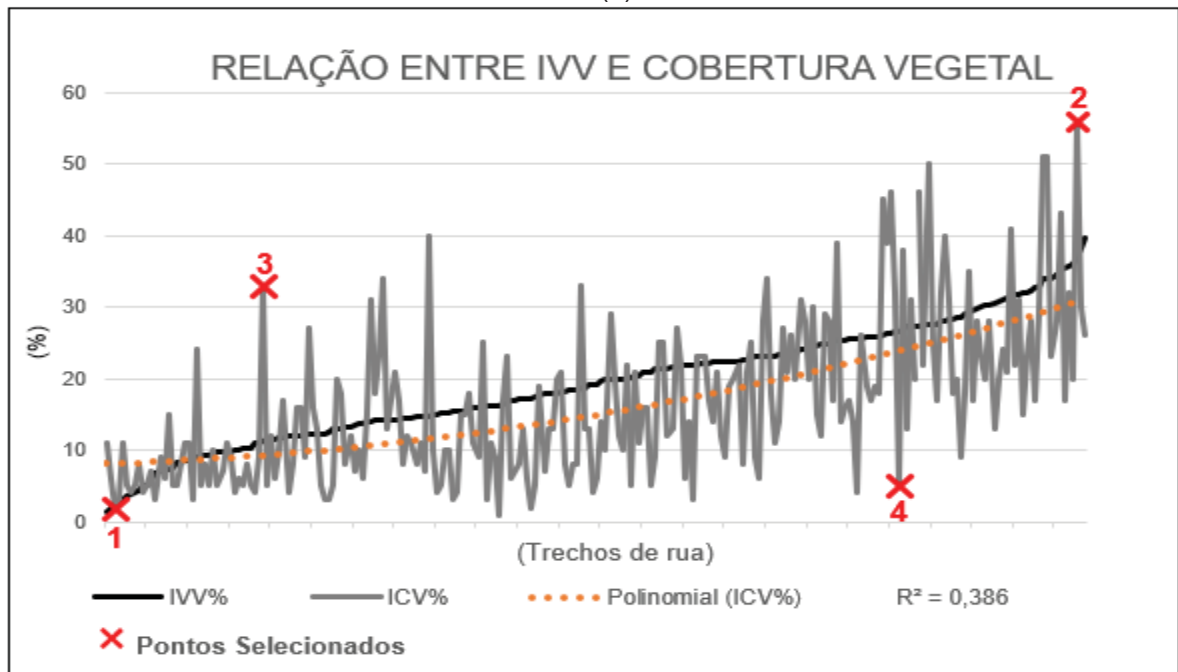
Com base na análise da carta de cobertura vegetal, é possível observar ruas com sistemas quase contínuos de vegetação. De modo geral, a maior parte do bairro Alto da Rua XV possui arborização, ou pequenas manchas de vegetação, ainda que em menor porcentagem, como também é constatado no estudo realizado por Buccheri Filho (2006).

#### 4.4 ANÁLISE ESPACIAL: RELAÇÕES ENTRE AS CARTAS

A avaliação entre IVV e Cobertura Vegetal por meio da observação da variação espacial permitiu concluir sobre a complementariedade dos indicadores. Para esta discussão, os indicadores foram avaliados considerando uma porcentagem correspondente: para o IVV, a média por trecho de via e para a Cobertura Vegetal o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) por trecho de via, considerando um raio de 35 metros, tendo em conta o raio de alcance das imagens GSV proposto por Seiferling *et al.* (2017).

Na FIGURA 18 é apresentado um gráfico que relaciona os resultados obtidos para cada trecho de via do Bairro Alto da Rua XV. O gráfico foi obtido de uma tabela que mostra as porcentagens de IVV e ICV por trecho de via, organizando-se os valores de IVV em ordem crescente, de forma que se possa observar como os valores de ICV variam.

FIGURA 18 – GRÁFICO DA RELAÇÃO ENTRE COBERTURA VEGETAL E IVV NO BAIRRO ALTO DA RUA XV, COM QUATRO PONTOS SELECIONADOS PARA AVALIAÇÃO REPRESENTANDO: BAIXO IVV - BAIXO ICV (1); ALTO IVV-ALTO ICV (2); BAIXO IVV-ALTO ICV (3); ALTO IVV-BAIXO ICV (4).



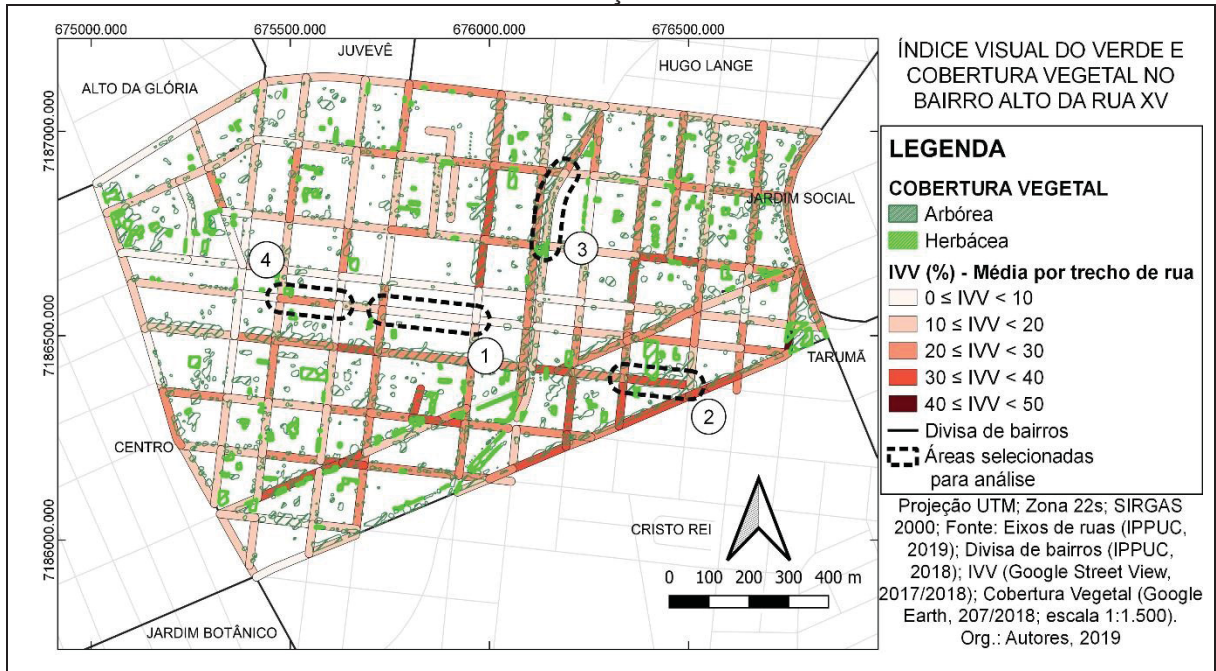
Fonte: A autora (2020).

Observa-se que não há uma relação entre a espacialização do IVV e ICV que permita a associação direta dos resultados obtidos. O que afirma o teor complementar dos indicadores, visto que expõem resultados diferentes, que refletem a diferença entre as perspectivas. Nota-se que, apesar de os valores de ICV terem uma linha de tendência crescente compatível com o aumento do verde visivelmente disponível, não há um comportamento regular entre ICV e IVV que permita compará-los. Esta avaliação fica mais evidente por meio do valor de R-quadrado<sup>7</sup> da curva polinomial de ICV encontrada igual a 0,38, calculado por meio do *software* Excel.

Quatro situações distintas foram selecionadas para avaliação, com base na FIGURA 18, a fim de discutir as diferentes formas com que os indicadores podem se relacionar. A FIGURA 19 apresenta o mapa com a sobreposição de IVV por trecho de via e Cobertura Vegetal, e a localização das áreas selecionadas.

<sup>7</sup> ou Coeficiente de Determinação. Varia entre 0 e 1, indicando, em porcentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados.

FIGURA 19 - SITUAÇÕES DE RELAÇÕES DISTINTAS ENTRE IVV E COBERTURA VEGETAL, CONFORME SELEÇÃO A FIGURA 18.



<b>ÁREA ANALISADA</b> (Incluindo pontos de IVV)	<b>TRECHO DE VIA (TC)</b>
	<p align="center">- 1 -</p> <p align="center"><b>IVV Baixo – ICV Baixo</b></p> <p align="center">- Média de IVV: 2,42</p> <p align="center">- ICV: 2%</p>
	<p align="center">- 2 -</p> <p align="center"><b>IVV Alto – ICV Alto</b></p> <p align="center">- Média de IVV: 36%</p> <p align="center">- ICV: 56%</p>
	<p align="center">- 3 -</p> <p align="center"><b>IVV Baixo – ICV Alto</b></p> <p align="center">- Média de IVV: 11%</p> <p align="center">- ICV: 33%</p>
	<p align="center">- 4 -</p> <p align="center"><b>IVV Alto – ICV Baixo</b></p> <p align="center">- Média de IVV: 26%</p> <p align="center">- ICV: 5%</p>

Fonte: A autora (2020).

O Trecho de Via 1 (TC-1), mostra uma situação de baixo IVV, claramente relacionado a escassez de cobertura vegetal, ficando ambos em torno de 2% (FIGURA 20). Situação oposta pode ser observada no TC-2 (FIGURA 21), onde é possível observar elevados IVV e abundante cobertura vegetal, compostos por diferentes estratos (arbóreo, arbustivo e herbáceo), sendo a classe arbustiva observada somente por meio da perspectiva vertical.

FIGURA 20 – TC-1. RUA MARECHAL DEODORO, BAIRRO ALTO DA RUA XV, CURITIBA, PR.



FONTE: A autora (2020).

FIGURA 21 – TC-2. RUA FERNANDO AMARO, BAIRRO ALTO DA RUA XV, CURITIBA, PR



FONTE: A autora (2020).

O TC-3 (FIGURA 22), por sua vez, apesar de apresentar alta cobertura vegetal, não apresenta reflexo positivo em relação ao IVV. Observando a disposição da vegetação na área avaliada, pode-se considerar a influência da distribuição da vegetação nos valores de IVV, tendo em conta que a vegetação predomina de um dos lados da via, não contemplando os demais sentidos que compõem a paisagem que rodeia o pedestre. Além disso, a largura da rua e a configuração arbórea concentrada em somente um estrato (árvores de mesma altura) têm influência na porcentagem que a vegetação ocupa na paisagem.

FIGURA 22 – TC-3. RUA FLÁVIO DALLEGRAVE, BAIRRO ALTO DA RUA XV, CURITIBA, PR.

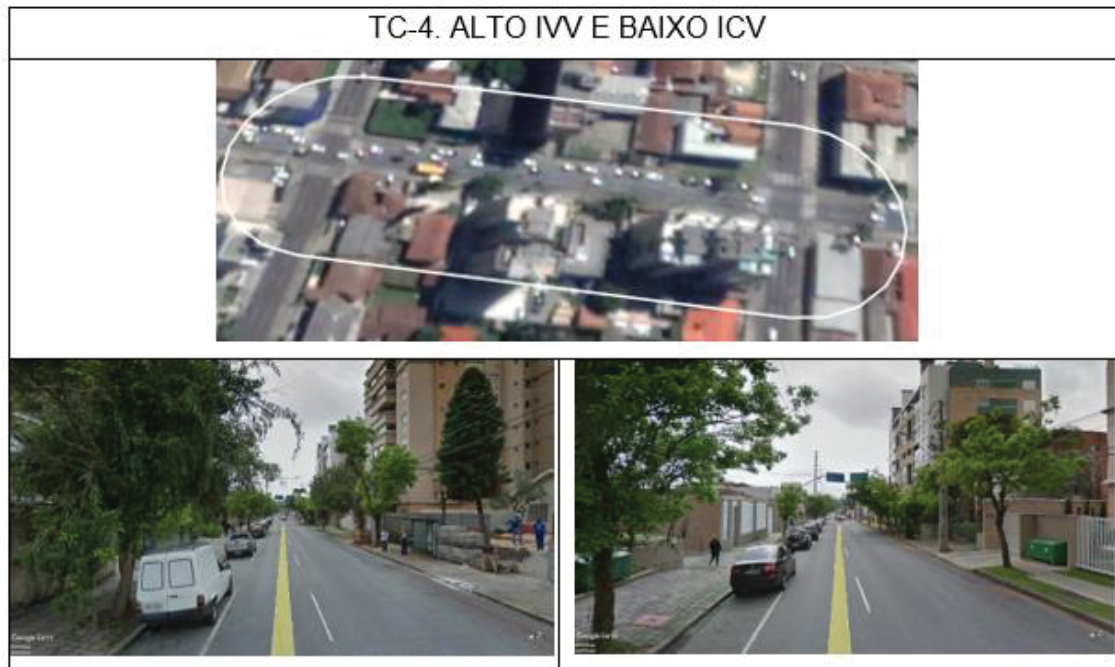


FONTE: A autora (2020).

O TC-4 apresentou alto IVV e baixa Cobertura Vegetal. Mais uma vez, pode-se concluir acerca da disposição da vegetação. Observa-se pela cobertura vegetal, poucas e pequenas porções de vegetação, mas que influenciam positivamente no verde visivelmente disponível devido à disposição equilibrada ao longo da via e a mistura de estratos, podendo-se observar cobertura arbórea e herbácea. De modo geral, isso pode ser explicado pela tridimensionalidade contida nas imagens de perspectiva vertical, o que reflete a possibilidade de estratos de vegetação à diferentes distâncias ocasionarem um efeito positivo a paisagem, do ponto de vista de verde visualmente disponível ao pedestre. Outro fator que pode influenciar nos resultados é

a largura da via, tornando os elementos mais próximos, preenchendo a visão do entorno com verde (FIGURA 23).

FIGURA 23 – TC-4. RUA MARECHAL DEODORO, BAIRRO ALTO DA RUA XV, CURITIBA, PR



FONTE: A autora (2020).

Observando as relações entre as diferentes perspectivas em cartas, é possível perceber a quantidade de informações sobre a vegetação que fica oculta quando se considera somente a perspectiva horizontal como fonte de dados para análise. A perspectiva vertical, além de adicionar a estrutura da vegetação à análise, auxilia na avaliação de sua organização no espaço, complementando as informações proporcionadas pela análise aérea (horizontal). Para isso, leva em conta o impacto sobre a paisagem percebida 'dentro' da cidade, fornecendo, portanto, informações úteis ao planejamento da paisagem urbana.

As convergências e divergências entre IVV e Cobertura Vegetal apontam para locais que necessitam de maior atenção no que se refere a disponibilidade de vegetação, auxiliando e direcionando a tomada de decisão acerca de interferências na paisagem, no sentido de melhorar a qualidade ambiental ou de impedir que aspectos negativos sejam sobrepostos.

Os cálculos de ICV realizados nesta pesquisa tiveram o objetivo de verificar as relações entre cobertura vegetal e Índice de Visão do Verde de forma quantitativa, além da qualitativa, a fim de verificar as contribuições do indicador para os estudos do

ambiente urbano, tendo em conta a grande contribuição já fornecida pela cobertura vegetal, critério amplamente aplicado para análise da vegetação urbana. A aplicação do IVV como indicador complementar à cobertura vegetal, portanto, não está restrita à comparação entre ICV e IVV, mas se aplica à inferências por meio de análises da distribuição espacial da cobertura vegetal e Índice de Visão do Verde, partindo, por exemplo, da simples verificação de que em um lugar com maior densidade de cobertura vegetal há baixo IVV, ou pela observação de que tanto IVV quanto cobertura vegetal apontam para uma mesma situação.

Dessa forma, tem-se um conjunto de ferramentas com potencial para proporcionar uma análise tridimensional que alia perspectiva horizontal e vertical e busca contribuir como uma abordagem sistêmica, assim como a que fundamenta o conceito de paisagem e que se observa na proposta de Troll ao instituir a Ecologia da Paisagem.

Além de contribuir com uma visão sistêmica, tendo em conta os aspectos considerados por Nucci (1996; 2008) para avaliação da qualidade ambiental urbana, percebe-se que o método proposto se configura em uma abordagem para a adição do IVV à avaliação da qualidade ambiental urbana de forma espacializada, permitindo seu mapeamento por meio de critérios pertinentes, claros e simples, como orientam os princípios da Ecologia e do Planejamento da Paisagem.

## 5 CONCLUSÕES

A predominância de análises da paisagem que consideram a cobertura vegetal (perspectiva horizontal) como critério de avaliação fundamentou o questionamento sobre a importância de se considerar também a perspectiva vertical da vegetação nestas análises, e como este critério poderia ser incorporado na avaliação da qualidade ambiental urbana, configurando um elemento complementar aos estudos da paisagem que buscam fornecer subsídios para nortear o planejamento urbano.

No estudo da viabilidade de inclusão do Índice de Visão do Verde como critério de avaliação da qualidade ambiental urbana, primeiramente, buscou-se desenvolver um método de obtenção do índice, a fim de compatibilizá-lo às características do método desenvolvido por Nucci (1996; 2008). Neste processo, buscou-se obter um método com maior viabilidade de aplicação, considerando a disponibilidade de recursos material e humano para sua reprodução em qualquer contexto de aplicação. O método proposto parte da análise de imagens Google *Street View*, utilizando *softwares* gratuitos e de fácil manuseio, nomeadamente QGis, Google *Earth* e GIMP, *softwares* livres. Assim, o indicador oriundo do método adaptado apresenta maior potencial de proporcionar a participação popular, visto que confere fácil entendimento desde a forma com que é desenvolvido, característica que procede dos princípios do Planejamento da Paisagem.

Seguido da adaptação do indicador, foi observada a relação entre o Índice de Visão do Verde e a Cobertura Vegetal. Desta análise, observou-se a complementariedade entre os indicadores, revelando importantes configurações da paisagem que acabam por não ser consideradas em análises que levam em conta somente a perspectiva horizontal da vegetação, como os diferentes estratos de vegetação e o impacto que a densidade arbórea e configuração destas na paisagem tem sobre a forma com que a vegetação é percebida. Impactos, portanto, ecológico e social. Assim, concluiu-se que o IVV é um critério de avaliação que traz aspectos importantes a serem considerados nos estudos de qualidade ambiental urbana, sendo a sua inclusão em análises da paisagem uma contribuição positiva e relevante.

Para aplicação do indicador de forma espacializada, assim como é feito no método desenvolvido por Nucci (1996; 2008), um método de espacialização do IVV foi desenvolvido com base nos resultados do trabalho de Seiferling et al. (2017), transformando os resultados até então pontuais em dados de abrangência geográfica.

A abordagem utilizada para esta espacialização resultou em áreas triangulares com abertura de 90° e 35 metros de profundidade, correspondentes aos pontos das imagens GSV. As medidas propostas representam as dimensões que melhor expressam uma distância limite até a qual os elementos da paisagem são capturados e tem influência sobre a imagem capturada. Portanto, não se trata de um valor estático, mas uma aproximação a fim de propor uma representação de abrangência espacial.

Ao espacializar o IVV, foi possível, também, elaborar a Carta de IVV, capturando imagens GSV, considerando distâncias de 35 metros entre os pontos de captura, o que permitiu que toda uma área fosse analisada e que entre os pontos houvesse uma continuidade espacial. Para estas observações o método foi aplicado ao Bairro Alto da Rua XV, Curitiba, Paraná. Da carta de IVV com dados pontuais, foi obtida uma Carta de IVV com dados espacializados por trechos de via, proporcionando a síntese e facilitando a compreensão dos dados obtidos.

A Carta de Cobertura Vegetal foi desenvolvida nesta pesquisa com o fim de servir como base para a análise da relação entre IVV e Cobertura Vegetal de forma espacializada, com o objetivo de melhor observar a complementariedade entre os indicadores quando estes de encontram espacializados. Para a análise da relação entre os indicadores, utilizou-se de uma análise quantitativa a fim de observar os diferentes resultados obtidos para IVV e ICV em trechos de via. Desta análise, confirmaram-se divergências e convergências entre as análises de vegetação apontados por IVV e Cobertura Vegetal, mostrando como ambos devem ser considerados para concluir sobre a vegetação urbana. Nos resultados quantitativos gerais, o Bairro Alto da Rua XV, para o qual as cartas foram desenvolvidas, apresentou predominância de IVV abaixo de 30% e índice de cobertura vegetal igual a 15,85%. Entretanto, a análise espacial das cartas foi o foco nesta pesquisa, dando ênfase individual a diferentes amostras de situações, nomeadamente, relação baixo IVV-baixo ICV; alto IVV-alto ICV; baixo ICV-alto IVV; alto IVV-baixo ICV.

De forma geral, a abordagem proposta nesta pesquisa, para integrar o Índice de Visão do Verde aos estudos de Qualidade Ambiental Urbana com base em Nucci (1996), demonstrou o potencial do índice de atuar como uma ferramenta complementar ao mapeamento da cobertura vegetal. Obteve-se um indicador para a vegetação urbana que possibilita a adição da dimensão vertical aos estudos que visam servir ao planejamento da paisagem urbana, constituindo um instrumento que

fornece informações importantes para a abordagem sistêmica demandada pela complexidade da paisagem.

Para estudos posteriores, recomenda-se a aplicação do índice a diferentes bairros junto a cobertura vegetal, com o intuito de verificar a acessibilidade do método proposto à participação popular e diferentes contextos urbanos.

## 6 REFERÊNCIAS

AOKI, Y. Evaluation methods for landscapes with Greenery. **Landscape Research** 16:3-6, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01426399108706344>. Acesso em: 29/01/2020.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciência da Terra**, São Paulo, n.13, 27p., 1971. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v8i0.3389>>. Acesso em: 29/01/2020.

BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços Livres, áreas verdes e cobertura vegetal no Bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do Departamento de Geografia** 18: 48-59, 2006. <https://doi.org/10.7154/RDG.2006.0018.0005>. Acesso em 29/01/2020

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

DE GROOT, R.S. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. **Environmentalist**, p. 105–109. 1987. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF02240292>>. Acesso em: 29/01/2020

ESTÊVEZ, L. F. **Relatórios Ambientais Prévios (RAPs) realizados em Curitiba (PR): uma análise com base nos princípios do planejamento da paisagem**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-graduação em Geografia, 2014.

ESTÊVEZ, L. F.; NUCCI, J. C. A questão ecológica urbana e a qualidade ambiental urbana. **Revista Eletrônica Geografar**, v. 10, n. 1, p. 26–49, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v10i1.37677>>. Acesso em 30/01/2020.

FLORES, A.; PICKETT, S. T. A.; ZIPPERER, W. C.; POUYAT, R. V., PIRANI, R. Adopting a modern ecological View of the metropolitan landscape: the case of a Greenspace system for the New York City region. **Landscape and Urban Planning** 39: 295-308, 1998. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(97\)00084-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(97)00084-4)>. Acesso em: 29/01/2020.

FRANĚK, M. Environmental Factors Influencing Pedestrian Walking Speed. **Perceptual and Motor Skills**, v. 116, n. 3, p. 992–1019, 2013. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.2466/06.50.PMS.116.3.992-1019> >. Acesso em: 29/01/2020.

GIDLÖF-GUNNARSSON, A.; ÖHRSTRÖM, E. Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby Green areas. **Landscape and Urban Planning**, v. 83, n. 2–3, p. 115–126, 2007. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.03.003> >. Acesso em: 29/01/2020.

- GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. Reflexões sobre a qualidade ambiental urbana. **Estudos Geográficos**, v. 2, n. 2, p. 21–30, 2004. Disponível em: <[http://www.aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/321216/mod\\_resource/content/1/Artigo%20ii-%20erneida.pdf](http://www.aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/321216/mod_resource/content/1/Artigo%20ii-%20erneida.pdf)>. Acesso em: 29/01/2020.
- HARTIG, T.; STAATS, H. The need for psychological restoration as a determinant of environmental preferences. **Journal of Environmental Psychology**, v. 26, n. 3, p. 215–226, 2006. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.07.007> >. Acesso em: 29/01/2020.
- JOO, Y.; KWON, Y. Urban Street Greenery as a prevention against illegal dumping of household garbage-A case in Suwon, South Korea. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 14, n. 4, p. 1088–1094, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.10.001>>. Acesso em: 29/01/2020
- KARDAN, O.; GOZDYRA, P.; MISIC, B.; MOOLA, F., PALMER, L. J.; PAUS, T.; BERMAN, M. G. Neighborhood Greenspace and health in a large urban center. **Scientific Reports**, v. 5, p. 1–14, 2015. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/srep11610> >. Acesso em: 29/01/2020
- KIEMSTEDT, H.; GUSTEDT, E. Landschaftsplanung als Instrument umfassender Umweltvorsorge (Conferência Internacional), 1990.
- KIEMSTEDT, H.; von HAAREN, C.; MÖNNECKE, M.; OTT, S. **Landscape Planning: contents and procedures**. Hanover: The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Universidade de Hanover, 39p. 1998.
- KLEMM, W.; HEUSINKVELD, B. G.; LENZHOLZER, S.; VAN HOVE, B. Street greenery and its physical and psychological impact on thermal comfort. **Landscape and Urban Planning**, v. 138, p. 87–98, jun. 2015. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.009>>. Acesso em: 29/01/2020.
- LI, X.; RATTI, C. Mapping the spatio-temporal distribution of solar radiation within Street canyons of Boston using Google Street View panoramas and building height model. **Landscape and Urban Planning**. April, p. 0–1, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.07.011>>. Acesso em: 29/01/2020.
- LI, X.; RATTI, C.; SEIFERLING, I. Quantifying the shade provision of Street trees in urban landscape: A case study in Boston, USA, using Google Street View. **Landscape and Urban Planning**, v. 169, p. 81–91, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.08.011> >. Acesso em: 29/01/2020
- LI, X.; SANTI, P.; COURTNEY, T. K.; VERMA, S. K.; RATTI, C. Investigating the association between Streetscapes and human walking activities using Google Street View and human trajectory data. **Transactions in GIS**, v. 22, n. 4, p. 1029–1044, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/tgis.12472>>. Acesso em: 29/01/2020
- LI, X.; ZHANG, C.; LI, W. Does the Visibility of Greenery Increase Perceived Safety in Urban Areas? Evidence from the Place Pulse 1.0 Dataset. **ISPRS International**

**Journal of Geo-Information**, v. 4, n. 3, p. 1166–1183, 2015. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2220-9964/4/3/1166/>>. Acesso em: 29/01/2020.

LI, X.; ZHANG, C.; LI, W.; KUZOVKINA, Y. A.; WEINER, D. Who lives in Greener neighborhoods? The distribution of Street Greenery and its association with residents' socioeconomic conditions in Hartford, Connecticut, USA. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 14, p. 751–759, 2015a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.006>>. Acesso em: 1/8/2018.

LI, X.; ZHANG, C.; LI, W.; RICARD, R.; MENG, Q. Assessing Street-level urban Greenery using Google Street View and a modified Green View Index. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 14, n. 3, p. 675–685, 2015b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.06.006>>. Acesso em: 29/01/2020.

LU, Y. Using Google Street View to investigate the association between Street Greenery and physical activity. **Landscape and Urban Planning**, July, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.029>>. Acesso em: 29/01/2020.

LU, Y.; SARKAR, C.; XIAO, Y. The effect of Street-level Greenery on walking behavior: Evidence from Hong Kong. **Social Science and Medicine**, v. 208, n. December 2017, p. 41–49, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2018.05.022>>. Acesso em: 29/01/2020.

MCHARG, I. **Design with Nature**. Nova York. Back Edition. 198p., 1971.

MCHARG, I. **Proyectar com la naturaleza**. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2000.

MEZZOMO, M. D. M. Considerações sobre o termo “paisagem” segundo o enfoque Geoecológico. *In*: Nucci, J.C. (Org.). **Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano**: Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade – Curitiba/PR. Curitiba: LABS/DGEOG/UFPR, 277p., 2010.

MINAKI, C.; AMORIM, C. DE C. T. Espaços Urbanos e Qualidade Ambiental - Um enfoque da Paisagem. **Revista Formação**, v. 1, n. 14, p. 67–82, 2007. Disponível em: <<http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/revista/artigos/Minaki.pdf>>. Acesso em: 29/01/2020.

MITCHELL, M. G. E.; WU, D.; JOHANSEN, K.; MARON, M.; MCALPINE C.; RHODES, J. R. Landscape structure influences urban vegetation vertical structure. **Journal of Applied Ecology** 53: 1477-1488, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12741>>. Acesso em: 29/01/2020.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 128p. 2000.

MONTEIRO, C.A. de F. **Qualidade ambiental - Recôncavo e Regiões limítrofes**. Salvador, Centro de Estatísticas e Informações, 48p e 3 cartas, 1987.

MOURA, A. R.; NUCCI, J. C. Classificação da cobertura vegetal do bairro de Santa Felicidade, Curitiba-PR. *In*: NUCCI, J. C. (Org) **Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano**: Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade – Curitiba/PR. Curitiba: LABS/DGEOG/UFPR, 277 p., 2010.

NAIK, N.; KOMINERS, S. D.; RASKAR, R.; GLAESER, Edward L.; HIDALGO, César A. Do people shape cities, or do cities shape people? The Co-evolution of Physical, Social, and Economic Change in Five Major U.S. Cities. *National Bureau of Economic Research*, 2015. Disponível em: <<https://www.nber.org/papers/w21620>>. Acesso em 29/01/2020.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. S. **Landscape Ecology. Theory and Application**. New York: Springer-Verlag, 105 p., 1984.

NUCCI, J. C. Aspectos Teóricos do Planejamento da Paisagem. *In*: Nucci, J.C. (Org.). **Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano**: Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade – Curitiba/PR. Curitiba: LABS/DGEOG/UFPR, 277p. 2010.

NUCCI, J. C. Metodologia para determinação da qualidade ambiental urbana. São Paulo: DGFFLCH-USP. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 12, p.209-224, 1998. Disponível em: < <https://doi.org/10.7154/RDG.1998.0012.0009>>. Acesso em: 29/01/2020.

NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba, v.2, n.1, p.77-99, jan./jun.2007.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2º ed. Curitiba: O autor, 2008. Disponível em: <<https://tgpusp.files.wordpress.com/2018/05/qualidade-ambiental-e-adensamento-urbano-nucci-2008.pdf>>. Acesso em: 29/01/2020.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento**: um estudo de Planejamento da Paisagem do distrito de Santa Cecília (MSP). Tese (Doutorado em Ciências: Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas - conceito e método. **GEOUSP**, São Paulo, v. 6, n.6, p. 29-36, 1999. Disponível em:< <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.1999.123361>>. Acesso em: 29/01/2020

ROCHA, M. F.; NUCCI, J. C. Cobertura vegetal na região central das capitais brasileiras. **Revista GEOgraphia**, v. 21, p. 70-85, 2019. Disponível em:< <http://periodicos.uff.br/geographia/article/download/14352/16831>>. Acesso em: 29/01/2020.

ROCHA, M. F.; NUCCI, J. C. Índices de vegetação e competição entre cidades. **GEOUSP: espaço e tempo**, v. 22, p. 641-655, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2018.133554>>. Acesso em: 29/01/2020.

RUNDLE, A. G.; BADER, M. D. M.; RICHARDS, C. A.; NECKERMAN, K. M.; TEITLER, J. O. Using google Street View to audit neighborhood environments. **American Journal of Preventive Medicine**, 2011. Disponível em: <[10.1016/j.amepre.2010.09.034](https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.09.034)>. Acesso em: 29/01/2020.

SCHUTZER, J. G. **Cidade e meio ambiente: Apropriação do relevo no desenho ambiental urbano**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 328 p, 2012.

SEIFERLING, Ian; NAIK, Nikhil; RATTI, Carlo; PROULX, Raphaël. Green streets – Quantifying and mapping urban trees with street-level imagery and computer vision. **Landscape and Urban Planning**, , vol. 165, p. 93-101, set. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.05.010>>. Acesso em: 29/01/2020.

TONETTI, E. L. **Potencialidade de adensamento populacional por verticalização das edificações e qualidade ambiental urbana no município de Paranaguá, Paraná, Brasil**. Programa de Pós-Graduação em Geografia. (Tese) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/25533>>. Acesso em: 29/01/2020.

ULRICH, R. S. Human responses to vegetation and landscapes. **Landscape and Urban Planning**, v. 13, p. 29–44, 1986. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0169-2046\(86\)90005-8](https://doi.org/10.1016/0169-2046(86)90005-8)>. Acesso em: 29/01/2020.

ULRICH, R. S. View through a window may influence recovery from surgery. **Science**. New York, N.Y. v. 224, n. 4647, p. 420–1, 1984. American Association for the Advancement of Science. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6143402>>. Acesso em: 29/01/2020.

VALASKI, S. **Avaliação da qualidade ambiental em condomínios residências horizontais com base nos princípios do planejamento da paisagem**. Estudo de caso: bairro Santa Felicidade – Curitiba/PR. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v19i0.15922>>. Acesso em: 29/01/2020.

VALASKI, S. **Estrutura e dinâmica da paisagem**: subsídios para a participação popular no desenvolvimento urbano do município de Curitiba/PR. Programa de Pós-graduação em Geografia (Tese). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/31669>>. Acesso em: 29/01/2020.

YANG, J.; ZHAO, L.; MCBRIDE, J.; GONG, P. Can you see Green? Assessing the visibility of urban forests in cities. **Landscape and Urban Planning**, v. 91, n. 2, p. 97–104, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.12.004>>. Acesso em: 29/01/2020.

ZONEVELD, I. S.; FORMAN, R. T. T. **Changing Landscape: an ecological perspective**. New York: Springer-Verlag, ,286p, 1990.