

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO

**DINÂMICA E MODELAGEM DA QUALIDADE VISUAL DA PAISAGEM DE
CALÇADAS ARBORIZADAS EM CURITIBA, PARANÁ**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SIDNEI ANTONIO CROVADOR JUNIOR

IRATI-PR

2021

SIDNEI ANTONIO CROVADOR JUNIOR

DINÂMICA E MODELAGEM DA QUALIDADE VISUAL DA PAISAGEM DE
CALÇADAS ARBORIZADAS EM CURITIBA, PARANÁ

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais - Mestrado, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

Orientador

Prof. Dr. Rogério Bobrowski

Coorientador

IRATI - PR

2021

Catálogo na Publicação
Rede de Bibliotecas da UNICENTRO

C952d

Crovador Junior, Sidnei Antonio

Dinâmica e modelagem da qualidade visual da paisagem de calçadas arborizadas em Curitiba, Paraná / Sidnei Antonio Crovador Junior. -- Irati, 2021.

xi, 105 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, 2021.

Orientador: Afonso Figueiredo Filho

Coorientador: Rogério Bobrowski

Banca examinadora: Angeline Martini; Ronaldo Ferreira Maganhotto; Afonso Figueiredo Filho

Bibliografia

1. Floresta Urbana. 2. Paisagismo. 3. Planejamento Urbano. 4. Silvicultura Urbana. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais.

CDD 634.9



TERMO DE APROVAÇÃO

Defesa Nº 161

Sidnei Antonio Crovador Junior

“DINÂMICA E MODELAGEM DA QUALIDADE VISUAL DA PAISAGEM DE CALÇADAS ARBORIZADAS EM CURITIBA, PARANÁ”

Dissertação aprovada em 15/10/2021, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dra. Angeline Martini
Universidade Federal de Viçosa
Primeira Examinadora

Prof. Dr. Ronaldo Ferreira Maganhotto
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Segundo Examinador

Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

Irati - PR
2021

AGRADECIMENTOS

A experiência de um mestrado com toda certeza é algo que levarei para sempre comigo. Não posso deixar de reconhecer que foi um percurso com grandes obstáculos e estes não seriam vencidos sem o apoio de muitas pessoas que me acompanharam nesse tempo. Por isso, agradeço primeiramente à minha família, meus pais Araci e Sidnei, e a minha irmã Thais, que são meu apoio para tudo em qualquer momento, sentindo junto as emoções a cada novo desafio e não me deixando jamais desistir ou cair. E se eu cair, sei que estarão ali para me levantar.

Com relação àqueles que me auxiliaram na elaboração desta pesquisa, agradeço ao Professor Afonso, pela confiança e liberdade na temática do projeto, além dos conhecimentos repassados. Um agradecimento especial ao Professor Rogério, por todos os ensinamentos desde a época da graduação. Entrei no curso de Engenharia Florestal com o objetivo certo de seguir na área de Silvicultura Urbana, e com toda certeza aprendi muito nesse tempo, e uma imensa parcela disso tudo foi com base em seu incentivo, sempre me estimulando a buscar mais. Obrigado, de verdade.

Não poderia deixar de agradecer aos meus amigos e colegas de laboratório (Jéssica, Tarik e Elisiane), que me auxiliaram em coletas e compartilharam dos desafios lado a lado. Melhor equipe do “lab”.

Um agradecimento aos meus “grandes velhos amigos”, Carla, Lucas e Paloma, e também à Marcelli, que “chegou um pouco mais tarde para ficar”. Obrigado, meu povo, por tudo que fizeram, desde pousos, cafés, conselhos e conversas, das mais dramáticas até as mais à toa. Às vezes, só precisamos falar, ou ter alguém para ficar em silêncio conosco.

Um grande abraço para meus parceiros Laura e Mauro, o “meu trio de trabalhos” da pós, que passaram tantas horas comigo e formamos um grande suporte uns para os outros. Com toda certeza não teríamos conseguido sem essa união entre Brasil e Paraguai e as reuniões por vídeochamadas. E um abraço para as minhas amigas de estudos e também de muitos rolês, Débora e Iasmin. Rir também é preciso e com toda certeza nos divertimos nesse caminho!!!

Agradeço por fim à todos que participaram em algum momento nesse período e ao Programa de Pós Graduação e à CAPES por me proporcionarem não só maior imersão nos conhecimentos da Engenharia Florestal, como também a prática em docência, que sem dúvidas, foi uma das experiências mais interessantes nesse período de Mestrado e jamais imaginei que iria gostar tanto.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Floresta Urbana.....	4
3.2. Paisagem Urbana.....	6
3.3. Avaliação da Qualidade da Paisagem.....	8
3.4. Modelagem da Paisagem	11
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1. Caracterização da área de estudo	14
4.2. Procedimento de coleta dos dados	17
4.3. Procedimento de análise dos dados.....	21
4.3.1. Análise da qualidade das imagens	21
4.3.2. Análise de Agrupamento (<i>Cluster analysis</i>).....	22
4.3.3. Análise entre Zonas Residenciais, estações do ano e diferentes ângulos de fotografias	22
4.3.4. Ajuste de modelos para determinar a qualidade visual da paisagem das calçadas.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1. Caracterização das árvores e estruturas urbanas	27
5.2. Análise Técnica da Qualidade Visual da Paisagem.....	34
5.2.1. Análise Técnica da Qualidade Visual da Paisagem de calçadas arborizadas	34
5.2.2. Análise Técnica da Qualidade Visual da Paisagem de calçadas não arborizadas.....	42
5.3. Distinções da Qualidade Visual da Paisagem	48
5.3.1. Análise da Qualidade Visual da Paisagem por Zonas Residenciais.....	50
5.3.2. Análise da Qualidade Visual da Paisagem por Estação	54
5.3.3. Análise da influência do ângulo de tomada das fotografias	60
5.4. Modelagem da Qualidade Visual da Paisagem.....	63
5.4.1. Método <i>Stepwise</i>	63
5.4.1.1 Método <i>Stepwise</i> para ruas com calçadas arborizadas	63
5.4.1.2. Método <i>Stepwise</i> para ruas com calçadas não arborizadas	66

5.4.2. Modelos Aditivos Generalizados	68
5.4.2.1. Modelos Aditivos Generalizados para ruas com calçadas arborizadas.....	68
5.4.2.1. Modelos Aditivos Generalizados para ruas com calçadas não arborizadas	71
5.4.3. <i>Machine Learning</i>	72
5.4.3.1. <i>Machine Learning</i> para ruas com calçadas arborizadas.....	72
5.4.3.2. <i>Machine Learning</i> para ruas com calçadas não arborizadas	75
6. CONCLUSÕES	80
7. REFERÊNCIAS	81
8. APÊNDICES.....	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa do Zoneamento da Cidade de Curitiba, Paraná, com indicação das zonas residenciais contempladas para a realização da pesquisa.....	16
Figura 2 – Representação dos pontos de coleta de fotografias do perfil transversal nas ruas de Curitiba-PR, sendo: (A) posicionamento nos limites dos segmentos para obtenção das fotografias de perfil transversal (< 1: ângulo um; <2: ângulo dois); (B) foto do perfil transversal ângulo um; (C) foto do perfil transversal ângulo dois	19
Figura 3 – Representação da coleta de fotografias hemisféricas nas ruas de Curitiba, Paraná, sendo: (A) localização dos pontos selecionados para obtenção das fotos hemisféricas em cada segmento de rua; (B) posicionamento para a coleta das fotografias hemisféricas; (C) exemplo de fotografia hemisférica.	20
Figura 4 – Distribuição dos valores médios do número de árvores (A), diâmetro de copa (B) e Índice de Área Foliar (C) para as ruas com calçadas arborizadas.....	32
Figura 5 – Variação dos valores da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para ruas arborizadas (RA) e não arborizadas (RNA).....	34
Figura 6 – Análise de Agrupamento (Cluster Analysis) das Paisagens de ruas com calçadas arborizadas, com correlação cofenética igual a 0,57. Sendo: A – Qualidade Visual da Paisagem Alta; B – Qualidade Visual da Paisagem Baixa; M – Qualidade Visual da Paisagem Média.	35
Figura 7 – Variação dos valores da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para as diferentes Classes de Qualidade em ruas arborizadas. Sendo: A – Classe Alta; M – Classe Média; B – Classe Baixa.....	36
Figura 8 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Alta em ruas com calçadas arborizadas. Sendo: (A) e (B) exemplos de ruas com indivíduos de grande porte; (C) exemplo de rua com presença de gramíneas, canteiros e trepadeiras além de árvore; (D) exemplo de ruas com grande presença de indivíduos arbóreos dentro das propriedades e ruas vizinhas.....	37
Figura 9 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Média em ruas com calçadas arborizadas. Sendo: (A) e (C) exemplos de ruas com indivíduos de grande porte; (B) e (D) exemplo de ruas com proporção de vegetação menor e maior presença de elementos céu e ambiente construído..	38
Figura 10 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Baixa em ruas com calçadas arborizadas. Sendo: (A) e (B) exemplos de ruas com indivíduos de pequeno a médio porte, como Lagerstroemia indica, e calçadas com baixa permeabilidade; (C) e (D) exemplo de ruas com proporção de vegetação menor e maior presença de elementos céu e ambiente construído.	39
Figura 11 – Variação dos valores de largura de calçadas para as diferentes Classes de Qualidade em ruas arborizadas. Sendo: A – Classe Alta; M – Classe Média; B – Classe Baixa.....	41
Figura 12 – Análise de Agrupamento (Cluster Analysis) das Paisagens de ruas com calçadas não arborizadas, com correlação cofenética igual a 0,61. Sendo: A – Qualidade Visual da Paisagem Alta; B – Qualidade Visual da Paisagem Baixa; M – Qualidade Visual da Paisagem Média.	43
Figura 13 – Variação dos valores da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para as diferentes Classes de Qualidade em ruas não arborizadas. Sendo: A – Qualidade Visual da Paisagem Alta; M – Qualidade Visual da Paisagem Média; B – Qualidade Visual da Paisagem Baixa.....	44
Figura 14 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Alta em ruas com calçadas não arborizadas. Sendo: (A), (B), (C) e (D) exemplos de ruas com diferentes espécies presentes nas calçadas e dentro das propriedades e diferentes inclinações das ruas em relação ao ponto de tomada da fotografia.	45
Figura 15 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Média em ruas com calçadas não arborizadas. Sendo: (A), (B), (C) e (D) exemplos de ruas com diferentes espécies presentes nas calçadas e dentro das propriedades e diferentes inclinações das ruas em relação ao ponto de tomada da fotografia.....	46

Figura 16 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Baixa em ruas com calçadas não arborizadas. Sendo: (A), (B), (C) e (D) exemplos de ruas com maior adensamento de construções, menores áreas permeáveis nas calçadas e pouca presença de jardins dentro das propriedades.	47
Figura 17 – Variação dos valores da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para as diferentes Zonas Residenciais (ZR1, ZR2, ZR3 e ZR4) em ruas arborizadas e não arborizadas.	51
Figura 18 – Fotografias de Paisagens de Ruas com Calçadas Arborizadas pertencentes à Zona Residencial 4.	52
Figura 19 – Fotografias de Paisagens de Ruas com Calçadas Não Arborizadas pertencentes à Zona Residencial 1.	54
Figura 20 – Fotografias da Rua Fernando Amaro registradas em diferentes estações, sendo: (A) - Primavera; (B) - Verão; (C) - Outono; e (D) - Inverno.	56
Figura 21 – Fotografias da Rua Pretextato Tabor Júnior registradas em diferentes estações, sendo: (A) - Primavera; (B) - Verão; (C) - Outono; e (D) - Inverno.	58
Figura 22 – Análise de Correspondência Múltipla (MCA) para valores de QVP em diferentes estações e condições arborização de ruas.	59
Figura 23 – Fotografias de Paisagens de Ruas com Calçadas Arborizadas em diferentes ângulos, sendo: A1 – Ângulo 1 e A2 – Ângulo 2.	61
Figura 24 – Distribuição dos resíduos para os modelos Verão (A) e Primavera (B) e QVP observado vs QVP estimado para os modelos do Verão (C) e Primavera (D) para ruas com calçadas arborizadas.	65
Figura 25 – Distribuição dos resíduos para o modelo Inverno (A) e QVP observado vs QVP estimado (B) para ruas com calçadas não arborizadas.	67
Figura 26 – Curvas de alisamento para QVP em função de \sqrt{IAF} , \sqrt{DAP} , \sqrt{Dcopa} , $\sqrt{Altura\ árvore}$, $\sqrt{Largura\ rua}$, $\sqrt{Largura\ calçada}$ no modelo \sqrt{x} da estação Verão para ruas com calçadas arborizadas.	70
Figura 27 – Curva de alisamento para QVP em função de Largura da calçada no modelo x^3 da estação Primavera para ruas com calçadas não arborizadas.	72
Figura 28 – Valor de importância de cada variável na estimativa da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para o algoritmo Random Forest nas estações para ruas com calçadas arborizadas.	74
Figura 29 – Distribuição QVP estimada vs QVP observada com o algoritmo Random Forest para a estação Verão em ruas com calçadas arborizadas.	75
Figura 30 – Valor de importância de cada variável na estimativa da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para o algoritmo Random Forest nas estações para ruas com calçadas não arborizadas.	76
Figura 31 – Distribuição QVP estimada vs QVP observada com o algoritmo Random Forest para a estação Primavera em ruas com calçadas não arborizadas.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição geral dos valores médios para as variáveis coletadas nas ruas com calçadas arborizadas. Sendo: IAF – Índice de Área Foliar; FVC – Fator de Visão do Céu; DAP – Diâmetro à altura do peito; D copa – Diâmetro de copa; ED – Espaço disponível.	29
Tabela 2. Descrição geral dos valores médios para as variáveis coletadas nas ruas com calçadas não arborizadas. Sendo: IAF – Índice de Área Foliar; FVC – Fator de Visão do Céu; DAP – Diâmetro à altura do peito; D copa – Diâmetro de copa; ED – Espaço disponível.	30
Tabela 3. Estatística descritiva para a qualidade visual das paisagens avaliadas em ruas com calçadas arborizadas.	35
Tabela 4. Estatística descritiva para qualidade visual das paisagens avaliadas em ruas com calçadas não arborizadas.	43
Tabela 5. Análise de Variância para três diferentes abordagens de análise da paisagem de calçadas arborizadas de Curitiba, Paraná, considerando como blocos o ângulo das fotografias (Anova A e Anova C) e as estações do ano (Anova B), com diferentes fatores analisados em cada uma.	49
Tabela 6. Teste de Tukey para diferentes Zonas Residenciais em ruas com calçadas arborizadas e não arborizadas.	50
Tabela 7. Teste de Tukey para diferentes estações do ano em ruas com calçadas arborizadas e não arborizadas.	55
Tabela 8. Teste de Tukey para a influência das Zonas Residenciais sobre o Ângulo 1 e 2 das fotografias em ruas com calçadas arborizadas.	60
Tabela 9. Teste de Tukey para averiguar influência dos Ângulos 1 e 2 sobre Zonas Residenciais.	60
Tabela 10. Resumo do processo de seleção <i>Stepwise</i> para estimativa de Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para ruas com calçadas arborizadas nas diferentes estações do ano.	63
Tabela 11. Modelos compostos por <i>Stepwise</i> para estimar Qualidade Visual da Paisagem (QVP) por estação do ano para ruas com calçadas arborizadas.	63
Tabela 12. Coeficientes e estatísticas dos modelos para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas arborizadas.	64
Tabela 13. Resumo do processo de seleção <i>Stepwise</i> para estimativa de Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para ruas com calçadas não arborizadas nas diferentes estações do ano.	66
Tabela 14. Modelos compostos por <i>Stepwise</i> para estimar Qualidade Visual da Paisagem (QVP) por estação do ano para ruas com calçadas não arborizadas.	66
Tabela 15. Coeficientes e estatísticas dos modelos para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas não arborizadas.	67
Tabela 16. Coeficientes e estatísticas dos Modelos Aditivos Generalizados para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas arborizadas.	68
Tabela 16. Coeficientes e estatísticas dos Modelos Aditivos Generalizados para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas arborizadas. Continuação.	69
Tabela 17. Coeficientes e estatísticas dos Modelos Aditivos Generalizados para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas não arborizadas.	71
Tabela 18. Estatísticas com o algoritmo <i>Random Forest</i> para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas arborizadas.	72
Tabela 19. Estatísticas com o algoritmo <i>Random Forest</i> para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas não arborizadas.	75

RESUMO

Nos últimos anos, a preocupação com a qualidade da paisagem tem sido um tema que ganha maior atenção e estudos de qualidade do ambiente urbano podem ser considerados ferramentas chave para o subsídio do planejamento, já que fornecem informações que colaboram para promover a qualidade de vida da população. O objetivo desta pesquisa foi determinar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das calçadas arborizadas e não arborizadas em Curitiba, Paraná, pelo método direto. Como modelo de estudo escolheu-se vinte e quatro ruas (doze arborizadas e doze não arborizadas) das quatro Zonas Residenciais da cidade, a partir das quais foram realizadas a coleta de fotografias em perfil transversal, retiradas nos dois sentidos das vias, nos três segmentos mais representativos e em dois ângulos diferentes (A1 e A2), fotografias hemisféricas e de variáveis das árvores (DAP, altura total e diâmetro de copa) e da estrutura urbana (largura da calçada, largura do recuo frontal e altura das edificações), para qualificar e analisar a paisagem das calçadas. A coleta foi repetida nas quatro estações do ano. A partir das variáveis obtidas nas imagens (porcentagem de vegetação, céu e ambiente construído), determinou-se a QVP de cada imagem, somando as porcentagens após a atribuição de pesos às variáveis. Com os dados de QVP, foi realizada uma Análise de Agrupamento (*Cluster analysis*), para estabelecer três classes de qualidade visual da paisagem, definindo-as como: baixa, média e alta. Realizou-se uma análise das diferenças entre zonas, estações do ano e entre os ângulos das fotografias, por meio de um Delineamento em Blocos ao Acaso em esquema Fatorial. Também, com os valores de QVP e das outras variáveis mensuradas “*in loco*” foram feitos os ajustes de modelos para estimar a QVP por três diferentes métodos: *Stepwise*, Modelos Aditivos Generalizados e *machine learning*. Das paisagens avaliadas para ruas com calçadas arborizadas, 26,4% tiveram Qualidade Visual da Paisagem classificada como Alta, 50,0% como Média e 23,6% como Baixa. Já as ruas com calçadas não arborizadas, 23,6% tiveram QVP classificada como Alta, 41,7% como Média e 34,7% como Baixa. Pelo teste de Tukey, observou-se que para ruas arborizadas, a Zona Residencial 4 (ZR4) difere estatisticamente das demais, apresentando a menor média. Já nas ruas com calçadas não arborizadas, a Zona Residencial 1 (ZR1) diferiu significativamente das demais, apresentando maior média. Para a estação inverno constatou-se diferença significativa na QVP em relação às demais estações do ano (p -valor<0,01). Quanto às ruas não arborizadas, nota-se que o outono demonstrou maior média. Com relação ao ângulo das fotografias, evidenciou-se diferenças nas ruas arborizadas, conforme os ângulos das fotografias e as zonas residenciais. Quanto à modelagem, os resultados sugerem que Modelos Aditivos Generalizados apresentam maior capacidade preditiva para dados de ruas arborizadas. Os modelos gerados que apresentaram melhor desempenho são compostos por variáveis relacionadas tanto aos elementos arbóreos quanto à infraestrutura urbana e o modelo do Verão demonstrou estatísticas superiores (R^2 de 0,59). Já para ruas não arborizadas, *machine learning* apresentou as melhores estimativas e o modelo da estação Primavera demonstrou os melhores resultados (R^2 de 0,35).

Palavras-chave: Floresta Urbana; Paisagismo; Planejamento Urbano; Silvicultura Urbana.

ABSTRACT

Recently, the concern with the quality of the landscape has been a topic that has gained greater attention, and studies on the quality of the urban environment can be considered vital tools for subsidizing planning, as they provide information that helps to promote quality life for the citizens. By the direct method, this research aims to determine the Landscape Visual Quality (LVQ) of wooded and non-wooded sidewalks in Curitiba, Paraná state, Brazil. As a study model, twenty-four streets (wooded and non-wooded) were chosen from the four Residential Zones of the city, in which cross-sectional photographs were collected, taken in both directions of the streets, in the three segments more representative and at two different angles (A1 and A2), hemispheric and variable photographs of trees (DBH, total height, and crown diameter) and of the urban structure (sidewalk width, width of the front setback and height of buildings), for qualify and analyze the landscape of the sidewalks. The collection was repeated in the four seasons of the year. From the variables obtained in the images (percentage of vegetation, sky, and built environment), the LVQ of each image was determined, adding the rates after assigning weights to the variables. With the LVQ data, a Cluster Analysis was performed to establish three classes of the visual quality of the landscape, defining them as low, medium, and high. An analysis of the differences between zones, seasons, and the photographs' angles was carried out through a Random Block Design in a factorial scheme. Also, with the values of LVQ and other variables measured “in loco”, adjustments were made to multiple linear regression models to estimate the visual quality of the landscape, applying the Stepwise procedure to select the best variables. The evaluated landscapes on streets with tree-lined sidewalks, 26.4% had Landscape Visual Quality classified as High (H), 50.0% as Medium (M), and 23.6% as Low (L). On the other hand, in the streets with non-tree sidewalks, 23.6% had LVQ classified as High (H), 41.7% as Medium (M), and 34.7% as Low (L). By Tukey's test observed that Residential Zone 4 (RZ4) differs statistically from the others for tree-lined streets, with the lowest average. Elseways, on roads with non-wooded sidewalks, Residential Zone 1 (RZ1) differed significantly from the others, with a higher standard. As for the seasons of the year, for streets with tree-lined sidewalks, the winter season showed a significant difference in LVQ about the other seasons of the year (p -value <0.01). As for non-tree streets, it could be noted that autumn had the highest average. Regarding the angle of the photographs, differences were found in the tree-lined streets, according to the angles of the photographs and the residential areas. As for modeling, the results suggest that Generalized Additive Models have a greater predictive capacity for tree-lined street data. The models generated that showed a better performance is composed of variables related both tree elements and urban infrastructure, and the Summer model showed superior statistics ($R^2 = 0.59$). For non-tree streets, *machine learning* presented the best estimates, and the Spring station model showed the best results ($R^2 = 0.35$).

Keywords: Urban Forest; Landscaping; Urban planning; Urban Forestry.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a crescente migração populacional para as cidades gera projeções de que até 2050, cerca de 70% da população mundial estará vivendo nas cidades (ONU, 2020). No Brasil, de acordo com dados levantados pelo IBGE (2015), aproximadamente 84,7% dos brasileiros já vivem em áreas urbanas. Diante disso, é imprescindível que haja maior preocupação com o desenvolvimento sustentável das urbes. O crescimento cada vez mais acelerado dos centros urbanos, o aumento gradativo da população e a falta de planejamento adequado impactam diretamente na presença do elemento vegetal e no seu papel fundamental dentro das urbes (CARVALHO, 2016). Apesar do processo de urbanização mostrar-se irreversível, deve-se conciliar a inserção e manutenção de elementos vegetais com as estruturas urbanas, a fim de promover a oferta de benefícios variados (ROMANI et al., 2012). Deste modo, o trabalho de um silvicultor urbano pode ser visto como uma atividade altamente complexa e interdisciplinar, uma vez que planejar ambientes dentro das cidades envolve aspectos tecnológicos, científicos e artísticos, para poder manejar os recursos florestais da melhor maneira possível (KONINJNENDIJK; GAUTHIER, 2006).

A presença do “verde” nas cidades gera diferenciados julgamentos. “Frutos no chão, folhas nas calhas, galhos caindo, certamente problemas iminentes”, algumas pessoas podem limitar sua visão atribuindo inúmeros prejuízos à presença do elemento vegetal dividindo o espaço com as construções. Já para outras, com um olhar diferenciado, a beleza agregada ao cenário, pode ser considerada como um ponto positivo e de grande valor. Mas, independentemente da diversidade de opiniões, é inquestionável a forte contribuição da cobertura vegetal para a melhora do microclima das cidades. Não é de hoje que são reconhecidos os inúmeros benefícios ofertados pelas inúmeras espécies, agregando ainda mais na importância de se investir na presença destes elementos nesse ambiente tão drástico como se apresentam as cidades (ZHANG; ZHENG, 2011).

Além dos diversos benefícios de cunho ecológico, vale ressaltar a importância do potencial estético e econômico de ambientes com árvores. Elas adicionam formas e linhas, cores e texturas, dando ritmo e criando estreita relação com os sentimentos que afloram sob o olhar do observador (WEBER et al, 2008). A presença de determinados elementos numa paisagem pode afetar diretamente a afinidade do homem com este ambiente. Detectar a preferência da população que frequenta estes cenários, colabora na criação de ambientes mais agradáveis e de fácil conexão com a sociedade (SILVA; BIONDI, 2013). Deste modo, atribuindo-se valor

estético, conseqüentemente há um aumento do valor econômico, uma vez que, ambientes melhor qualificados visualmente, tendem a ser valorizados (ROPPA et al., 2007).

Nos últimos anos, a preocupação com a qualidade da paisagem tem sido um tema que ganha maior atenção. Cada indivíduo possui uma visão crítica do ambiente ao seu redor, apresenta preferências individualizadas, aflorando sentimentos e vínculos distintos de um mesmo lugar, extraindo valores e significados. A paisagem sempre foi e sempre será percebida de maneira diferenciada para cada observador, assim, deve-se ressaltar a dificuldade em avaliá-la e qualificá-la (PANAGOPOULOS, 2009; TUAN, 2012; SILVA; BIONDI, 2013).

Estudos de qualidade do ambiente urbano são ferramentas chave para o subsídio do planejamento, já que fornecem informações que colaboram para promover a qualidade de vida da população (QUADROS; FREI, 2009). Pode-se dizer que se tornou uma necessidade integrar e tratar a paisagem como uma variável do meio físico, sendo que, seu estudo e valoração devem ser executados previamente em qualquer projeto de planejamento e de zoneamento de uso do solo. Informações provindas de levantamentos com o intuito de avaliar a qualidade dos cenários urbanos, tendem a expor problemáticas e gerar soluções, para a determinação de diretrizes de usos adequados do solo, considerando o potencial atrativo as diversas coberturas da superfície terrestre (LANDOVSKY et al., 2006; GAVIRILIDIS et al., 2016).

Uma forma de utilizar essas informações provindas de levantamentos é com o uso da modelagem. Por meio desta, é possível compreender mais à fundo as mudanças do ambiente, considerando o desenvolvimento dos indivíduos arbóreos bem como o espaço presente das estruturas urbanas, uma vez que a espacialidade dos indivíduos pode estar atrelada a uma maior qualidade ambiental. Com a modelagem do ambiente é possível extrair características paisagísticas e prever a qualidade visual para o planejamento urbano e renovação destes ambientes (Li e al., 2021; SAHRAOUI et al., 2021; MANDAL; CHATTERJEE, 2021). Deste modo, torna-se importante realizar uma avaliação relacionada à qualidade das ruas com calçadas arborizadas em Curitiba, estado do Paraná, e compreender os impactos da presença do elemento vegetal nesse cenário urbano.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Determinar a qualidade visual da paisagem das calçadas arborizadas e não arborizadas em Curitiba, estado do Paraná, para melhor compreensão dos impactos visuais presentes nestas paisagens.

2.2. Objetivos Específicos

- Analisar a qualidade da paisagem de ruas arborizadas e não arborizadas em diferentes setores residenciais e ao longo das estações do ano;
- Verificar a influência de diferentes ângulos de tomada das fotografias na avaliação da Qualidade Visual da Paisagem de calçadas arborizadas;
- Estimar a qualidade da paisagem, por meio de três técnicas de modelagem: *Stepwise*, Modelos Aditivos Generalizados e *machine learning*;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Floresta Urbana

Ainda que haja certa resistência quanto à clássica definição de floresta e sua obrigatoriedade da presença do elemento arbóreo, deve ser levado em conta que nos cenários urbanos, esta nem sempre se aplica. As cidades podem ser consideradas ambientes completamente descaracterizados do natural, assim como a vegetação presente. Por isso, faz-se necessário avançar nos conceitos e metodologias de estudos da cobertura vegetal presente nestes ambientes. Assim, o termo floresta urbana adquire caráter amplo por considerar todo e qualquer vegetal (GRISE, 2015).

A definição de Floresta Urbana ainda não apresenta um consenso entre autores, muito em função das diferentes características da presença de árvores e formações florestais nas cidades. Steenberg et al. (2016), a partir da concepção de diversos autores, definiram Floresta Urbana como *“as árvores individuais, povoamentos florestais e componentes bióticos e abióticos associados numa dada paisagem urbana. Além disso, incluem-se também as influências das populações humanas e do ambiente construído”*. Para Biondi (2015), Floresta Urbana representa toda vegetação inclusa dentro do perímetro urbano, abrangendo diferentes formas de vida, desde árvores, herbáceas, arbustos, plantas de forração, trepadeiras, plantas aquáticas, dentre outras. Para essa autora, a ideia de Floresta Urbana vai além da situação geográfica, apresentando peculiaridades que a distinguem do conceito tradicional de florestais como a presença do elemento humano, o adensamento e a impermeabilização dos solos.

As Florestas Urbanas atendem inúmeras necessidades da população nas cidades, uma vez que são consideradas multifuncionais, ofertando diversos serviços, sejam estes de cunho econômico, ambiental e/ou sociocultural (KONINJNENDIJK; GAUTHIER, 2006). Dentre estes benefícios, podem-se citar: purificação do ar, redução da temperatura e aumento da umidade relativa, direcionamento do vento, oferta de sombra para pedestres e veículos, absorção de metais pesados, redução da poluição sonora, redução do impacto da chuva, absorção da radiação, preservação e fixação da fauna silvestre, atração e ambientação de pássaros (SCANAVACA JR.; CORRÊA, 2014; MULLANEY et al., 2015).

As possibilidades de oferta destes benefícios podem se dar em diferentes tipologias da floresta urbana. De acordo com Biondi (2015), a Floresta Urbana pode ser classificada em dois grandes grupos com diferentes tipologias: Floresta Urbana Particular, integrada por áreas com

espécies arbóreas e inúmeros tipos de vegetação, representada por jardins residenciais ou de condomínios, bosques e arboretos, e; Floresta Urbana Pública, formada por toda cobertura vegetal presente nas áreas públicas, apresentando diferentes tipologias de vegetação. A mesma, também pode ser classificada em: Arborização de Ruas e Áreas Verdes.

Deste modo, a Arborização de Ruas, que também pode ser entendida como a presença de calçadas arborizadas, caracteriza-se pelas árvores distribuídas em plantios lineares, sob influência das condições das calçadas, das construções, do asfalto e da população urbana. Já as Áreas Verdes, podem ser consideradas espaços compostos por vegetação arbórea e arbustiva, com solo livre de edificações e permeáveis, destinados à preservação ou ao lazer público, promovendo qualidade de vida à população (BARGOS; MATIAS, 2011).

A Floresta Urbana desempenha um significativo papel ao tornar o ambiente das cidades mais habitável e mais adaptados às constantes mudanças do clima. Todavia, para se alcançar esse objetivo, há a necessidade de pesquisas florestais urbanas que possam abranger abordagens transdisciplinares e adequar as relações entre informações científicas a um público não científico (LIVESLEY et al., 2016).

Apesar de sua grande biodiversidade e apresentar uma das regiões mais urbanizadas do mundo, a América Latina não é tão explorada em termos de estudos relacionados à silvicultura urbana como realizado em outros países, tanto no âmbito de serviços ecossistêmicos prestados, como quanto na quantificação monetária desses recursos. Muito se deve à falta de métodos adequados para valorar as florestas urbanas em decorrência das múltiplas características. Além disso, há uma grande produção de estudos ecológicos relacionados à diversidade da vegetação urbana, sem incluir pontos voltados para questões sociais ou de gerenciamento. Considerando as tendências globais e para obter uma visão mais ampla à nível regional, considera-se que as pesquisas podem concentrar uma gama mais extensa de serviços ecossistêmicos fornecidos pela floresta urbana, relacionando esses fatores com questões de equidade social, pobreza, nível de vandalismo e crime, perdas de biodiversidade, entre outros. Essas informações podem contribuir para um quadro geral aos gerentes urbanos sobre lacunas de informações e tendências de pesquisa para um melhor planejamento e condução da vegetação presente nas urbes (BARONA et al., 2020; BREEN, 2020; VIANA et al., 2012).

À medida que as cidades crescem, torna-se mais complexo para seus habitantes e planejadores obter um conhecimento completo sobre o aspecto de cada lugar e questões “como a aparência da cidade se modifica” ou “quais lugares são mais atrativos” tornam-se cada vez mais difíceis de serem respondidas. Portanto, pesquisas que abordam avaliações que vinculam

o ambiente físico objetivo com a experiência subjetiva de indivíduos, servem para moldar a experiência no espaço urbano (LYNCH, 1960; LIU et al., 2017).

3.2. Paisagem Urbana

Assim como Floresta Urbana, as definições de paisagem são amplas e diversificadas, mas a apresentada por Bertrand (2004) descreve adequadamente a ideia que se deve ter sobre a complexidade da paisagem urbana:

“A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É uma determinada porção do espaço, 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”.

O conceito de paisagem está conexo às ideias relacionadas à espaço, natureza, cultura, tempo, escala e ao homem como observador. Basicamente, a paisagem se resume à integração de um conjunto de componentes naturais, culturais e estéticos (BAZTARZ et al., 2011; DANIEL et al., 2001). A imagem de uma cidade é formada por diversas paisagens nos espaços urbanos, as quais propiciam ao observador espaços de reflexão, lazer, cultura, entretenimento e contemplação. Por conta disso, a paisagem urbana deve ser entendida como um componente de qualificação da cidade, sendo considerada um elemento dinâmico, com inúmeros significados (FERNANDES et al., 2014).

Os elementos pertencentes a uma paisagem estão conectados, correlacionando-se de diferentes maneiras. O tempo e o homem podem ser considerados os principais fatores modeladores da paisagem, manipulando-a continuamente, e, devido à essa grande influência, a paisagem urbana pode ser considerada como antrópica e um produto dessas ações (BIONDI, 2008). Dessa maneira, esse ambiente contém maior quantidade de construções, sejam de ordem socioeconômica e/ou culturais, do que elementos naturais. Todavia, estes elementos, principalmente os vegetais, propiciam um imenso papel dentro das urbes, uma vez que podem ser considerados como peças fundamentais da estrutura dessa paisagem, seja por benefícios ofertados de origem ambiental, estética, psicossocial ou econômica (ZHANG; ZHENG, 2011).

A vegetação tem a capacidade de reestruturar o espaço urbano, contribuindo efetivamente para melhorias na habitabilidade nos centros urbanos por meio da oferta de inúmeros benefícios de aspecto socioambiental (RIBEIRO, 2009). Mas, além dos benefícios de cunho ambiental, não se pode deixar de ressaltar a oferta com relação aos benefícios estéticos. As árvores têm um grande potencial na oferta de atributos para a qualificação da paisagem, criando uma imagem e organização urbana únicas. Por meio de suas formas estruturais naturais, portes e alturas diferenciadas, possibilitam a inserção de linhas, cores, texturas, movimento, ampliam e reduzem escalas, uniformizando elementos com tamanhos diferenciados, entre outras contribuições que acabam por tornar o ambiente mais atraente perante aos olhos do observador; ocorrendo assim, a valorização destes locais (BOBROWSKI, 2015).

As funções ecológicas, sociais e estéticas da paisagem são influenciadas pela distribuição da vegetação nas urbes. Perante a necessidade de reestruturar os espaços urbanos, considerando a presença da vegetação que atua fortemente na qualidade do solo, água e ar destes ambientes, surge cada vez mais a necessidade de quantificar, qualificar e compreender a espacialização da vegetação nas cidades. Deste modo, resultados provindos de estudos de qualidade da paisagem podem ser considerados essenciais, constituindo-se de importantes ferramentas para o planejamento da paisagem, planejamentos turísticos e recreativos, ao detectar as potencialidades e fragilidades de atrativos (GRISE et al., 2016; SILVA et al., 2013).

Nos últimos anos, pesquisadores e acadêmicos de diversas áreas e disciplinas realizam estudos para tentar entender como funciona a qualidade visual das paisagens em diversos âmbitos, como são formadas e quais variáveis a afeta. Deste modo, relacionam características físicas pertencentes à própria paisagem, juntamente com experiências humanas que interagem com esses meios, podendo ser consideradas estas variáveis complexas, tornando mais trabalhoso progredir neste campo de pesquisa. Contudo, estas pesquisas de qualidade visual determinam aspectos comuns e tendências gerais do ambiente e da população. Além disso, a naturalidade pode ser considerada um ponto chave no aumento da qualidade visual das paisagens. Mas percebe-se que estudos voltados para áreas naturais e em áreas rurais são mais abrangentes nessa linha, o que levanta a questão da necessidade de estudos mais profundos nas áreas urbanas, para abrir caminhos e possibilitar descobertas mais concretas que auxiliem na chegada de um design da paisagem em cidades mais adequado para uma maior apreciação (GUNGOR et al., 2018; POLAT et al., 2015; DANIEL et al., 2001).

Os estudos da Qualidade da Paisagem são variados, partindo de ambientes como áreas rurais, periurbanas até grandes centros urbanos. Contemplam diferentes tipologias e variadas

ferramentas, métodos e procedimentos em suas avaliações. A partir das avaliações da paisagem, é possível designar o grau de responsabilidade dos elementos presentes nos ambientes e como eles afetam as pessoas em diferentes setores das cidades, permitindo a renovação das urbes (AK, 2013).

3.3. Avaliação da Qualidade da Paisagem

A partir da década de 1970, o campo da avaliação da qualidade visual ganhou maior destaque devido às necessidades emergentes do planejamento, visando garantir ambientes mais seguros, produtivos e esteticamente e culturalmente mais agradáveis, por utilizar uma abordagem interdisciplinar, integrando as ciências naturais às sociais e à arte do design ambiental. Atualmente, o número de estudos voltados para este campo tem crescido consideravelmente e muito se deve aos grandes impactos no meio ambiente e a conscientização da população por uma qualidade de vida melhor (GOBSTER et al., 2019). Neste sentido, os dados provindos de avaliações da qualidade da paisagem urbana podem ser usados como um indicador de alta ou baixa qualidade de vida, uma vez que, podem expor diversas questões específicas de um espaço urbano. Deste modo, investigar a paisagem de uma perspectiva qualitativa representa a base para uma pesquisa mais profunda, a fim de melhorar constantemente a habitabilidade e sustentabilidade de uma cidade (GAVIRILIDIS et al., 2016).

A qualidade visual da paisagem pode ser definida de acordo com inúmeras características, tais como diversidade, integridade, grandeza, ordem, bem como qualidade ambiental e pode ser considerada um elemento fundamental na vida de qualquer pessoa (COSTA, 2011). A avaliação não se resume apenas em uma ponderação quantitativa da paisagem ou em uma enumeração de seus elementos particulares. Cada paisagem apresenta um valor, um recurso que a diferencia, seja de um elemento natural ou construído, provindos de valores tangíveis (ecológicos, históricos ou produtivos) ou intangíveis (não podem ser mensurados de maneira precisa, mas fazem parte da identidade da paisagem, relacionada à questões culturais). Além disso, há locais cuja essência está na maneira como os elementos são compostos ou se distribuem, transmitindo diferentes sentimentos de fascínio ou tranquilidade ao observador (SANCHIZ, 2012).

Os estudos dos componentes na avaliação ou valoração de qualquer paisagem podem ser realizados por três diferentes métodos: direto, indireto e misto. Estes diferem entre si em

vários aspectos, relacionados a sua aplicação, finalidade e resultado. Os métodos diretos são baseados na contemplação da paisagem como um todo, por especialistas ou não especialistas, podendo ser realizada por visualização no local em avaliação ou por meio de substitutos da paisagem, como fotografias, filmes, cartões, gravuras, entre outros. A análise da qualidade da paisagem está inclusa no método direto. Nos métodos indiretos, é realizada a valoração por meio da desagregação da paisagem e da análise de seus componentes, sejam eles físicos (meio abiótico: água, topografia), biológicos (meio biótico: vegetação, fauna) e antrópicos (uso do solo). Assim, são avaliados por meio de critérios estabelecidos por especialistas, sendo valorados por meio de unidades regulares (malha reticulada) ou unidades irregulares (componente definidor da paisagem). Este método objetiva a redução da subjetividade. Por fim, os métodos mistos, com o intuito de associar as vantagens dos dois métodos anteriores, realizam a valoração de forma direta e, em seguida, analisam a participação de cada componente no valor total da paisagem por meio de análises estatísticas (PIRES, 1993; MARENZI, 1996; LANDOVSKY et al., 2006; HARDT, 2000; HARDT, 2004).

A avaliação da qualidade visual ou cênica de um local pode ser realizada por recursos como a valoração da paisagem, de maneira rápida e eficaz (LANDOVSKY et al., 2006). Os métodos de valoração podem se dividir em duas categorias, sendo a primeira realizada por especialistas e a segunda dependendo da participação de usuários, ou seja, envolvendo a participação do público. No primeiro caso, ocorre uma análise objetiva da beleza cênica, demonstrando qualidades da paisagem em fórmulas aplicáveis ao contexto real. Já no segundo, o julgamento provém do conhecimento estímulo-resposta (ZUBE et al., 1982; PIRES, 1993).

Outro ponto a ressaltar é que avaliações da qualidade que abordam apenas os recursos físicos presentes na paisagem, podem não fornecer dados suficientes sobre um local em si, ou melhor, sobre a experiência de estar em um determinado ambiente. Especificamente, não capturam as percepções gerais das pessoas sobre tal espaço, percepções estas, que podem ter relacionamentos complexos ou sutis com as características físicas. Assim, uma abordagem que se utilize de uma avaliação técnica juntamente com uma avaliação julgadora (percepção humana), pode trazer resultados mais satisfatórios e próximos de um cenário real (EWING; HANDY, 2009; POLAT, 2015).

Com a crescente demanda de estudos da Qualidade da Paisagem, diversificadas propostas surgem, e na área urbana pode-se citar o trabalho de Gavrilidis et al. (2016), que propuseram um Índice de Qualidade da Paisagem Urbana (IQPU) para mapear a qualidade da paisagem dentro da cidade de Ploiesti, na Romênia. A metodologia foi baseada em uma

avaliação especializada dos itens da paisagem urbana, seguida pelo cálculo do próprio índice. A avaliação foi feita ao nível de vizinhança e, usando os valores gerados, foi possível processar um mapa representativo da qualidade da paisagem urbana nas áreas habitadas. Os resultados foram comparados com as respostas de uma pesquisa visando a percepção da qualidade da paisagem dos habitantes locais. O estudo mostrou que o uso da avaliação visual da paisagem e o cálculo do IQPU foi uma abordagem eficiente e que não requer uma grande quantidade de recursos, podendo gerar um esboço sobre uma cidade em curto prazo. Além disso, os autores atentam para a questão do índice poder ser usado por planejadores, paisagistas ou autoridades, a fim de priorizar determinadas áreas que necessitam de maior atenção.

Na linha de metodologia usando de substitutos da paisagem, as fotografias têm sido bastante empregadas para avaliação de qualidade. Exemplos podem ser vistos nos trabalhos de Yin e Wang (2016) e Cooper et al. (2019). Yin e Wang (2016) utilizaram-se de imagens do Google Street juntamente com modelos de aprendizado de máquina. Os autores empregaram especificamente Redes Neurais Artificiais e Máquina de Vetores de Suporte para desenvolver um algoritmo para identificar áreas de céu nas imagens das paisagens de ruas. Além disso verificaram a correlação da proporção de céu com a presença de árvores nas calçadas, altura dos edifícios e a influência do fechamento visual na caminhabilidade dos pedestres. Os autores concluíram que o método forneceu medidas objetivas e consistentes.

Já Cooper et al. (2019), justificaram que as experiências das pessoas em lugares não são estáticas. É como uma visão serial e para compreender essa experiência como um todo é necessário ter maior visão do espaço. Assim, empregaram técnicas de levantamento da dimensão fractal em imagens do cotidiano de ruas. Deste modo, padronizando altura e ajuste da câmera para simular a visão humana ao transitar por esses lugares, capturaram dez fotografias em dez ruas de Oxfordshire, Inglaterra. Também relacionaram esses dados com os dados da percepção do público levantados por meio de um questionário. Concluíram que a análise fractal oferece potencial como uma ferramenta para avaliar qualidades visuais de vistas de ruas e que há uma relação positiva entre os níveis de dimensão fractal e o julgamento da qualidade.

Apesar do elemento vegetal apresentar-se como forte contribuinte para resultados positivos de Qualidade Visual na Paisagem, estudos relacionados as estruturas urbanas e sua influência no impacto visual das urbes também tornam-se mais recorrentes, como é o caso de Reis et al. (2014) e Reis et al. (2019), que avaliaram a contribuição que o patrimônio cultural edificado e as interfaces exercem na qualidade visual da paisagem urbana por meio de

avaliações da percepção ambiental. Outra pesquisa focando nos elementos estáticos é a pesquisa realizada por Hassan et al. (2019), que investigaram a relação entre a fachada das construções e a atividade nas calçadas, fazendo uso de observações e mapeamento comportamental para compreender mais a fundo o que influencia a atividade e permanência das pessoas nesses locais. É notável que compreender como funciona o ambiente urbano em todos seus aspectos se faz necessário, uma vez que os elementos presentes nesses ambientes estão conectados e a maneira como se apresentam pode influenciar na qualidade dos demais. Assim, valorar a paisagem possibilita analisar as necessidades de conservação de determinados locais, gerando informações para um melhor planejamento da ocupação do território, garantindo menor impacto e maior concordância na relação homem e ambiente.

3.4. Modelagem da Paisagem

Devido à grande dinamicidade que o ambiente urbano expressa, são necessários métodos de análise capazes de representá-la. Uma maneira seria com o uso da modelagem. Um modelo, basicamente, pode ser considerado como uma representação simplificada ou abstração de certo aspecto da realidade. Por meio deste, é possível reconstruir a realidade, prognosticar comportamentos, transformações ou evoluções (CHRISTOFOLETTI, 1999; MAESTRI, et al., 2013). Modelos que simulam mudanças dos atributos do meio ambiente são considerados uma ferramenta importante para o entendimento e avaliação de complexas questões do ambiente em escalas local, regional e global. O uso desses modelos visa compreender de maneira mais adequada as mudanças no ambiente e, deste modo, determinar como elas evoluem em meio a um conjunto de circunstâncias, representadas por diferentes cenários socioeconômicos, políticos e ambientais (DANIEL, 2001; SOARES-FILHO et al., 2007).

Para modelar os efeitos das árvores urbanas sobre o meio ambiente e o bem-estar humano, informações sobre o crescimento das árvores se tornam essenciais. Dados relacionados ao crescimento dos indivíduos arbóreos são utilizados por gestores, planejadores e paisagistas para selecionar as árvores mais adequadas aos espaços de cultivo, evitando na medida do possível, os conflitos entre a infraestrutura urbana e os elementos vegetais. A partir deles é possível verificar as relações do desenvolvimento das árvores com fatores influenciadores, como práticas de administração e condições do local. Apesar destes dados se mostrarem de grande relevância, ainda são escassos e inúmeros desafios se apresentam, desde a coleta precisa

de informações, maiores números de amostras para melhor compreensão das espécies e a heterogeneidade da floresta urbana, bem como a falta de recursos para execução destas medições (MC PHERSON, 2016). Além de características das árvores, compreender as variáveis relacionadas a estrutura urbana se faz necessário, uma vez que a espacialidade do indivíduo arbóreo está diretamente relacionada à qualidade do ambiente, bem como ao trabalho de planejamento urbano (SILVA; FONTES, 2018).

Entre as diferentes temáticas e métodos de pesquisas na área urbana utilizando-se da modelagem associada à qualificação da paisagem, um exemplo de ferramenta utilizada para modelar cenários, seria o uso de *machine learning*, que podem ser empregadas para encontrar padrões em diversos campos, inclusive em imagens (CAVALCANTI et al., 2016). Liu et al. (2017) apresentaram um método de visão computacional que contém três modelos de aprendizado de máquina para avaliação automática e em larga escala da qualidade do ambiente urbano nas ruas de Pequim. Além disso, realizaram uma pesquisa de campo relacionada às opiniões do público quanto ao ambiente construído e encontraram uma correlação moderada à alta entre a classificação realizada na modelagem e a obtida pelo público, mostrando que o método produz uma boa proximidade para a experiência real no ambiente urbano. Esses autores, ainda ressaltaram que o método pode ser estendido para avaliar outros recursos que moldam a experiência visual em ambiente construído, como por exemplo o estilo da arquitetura, a escala de construção e a relação entre edifícios adjacentes. Também discutem, que resultados obtidos a partir da modelagem podem não apenas auxiliar no entendimento das condições físicas do espaço urbano, mas também ajudam a identificar áreas vulneráveis à desordem social e privação econômica.

Já Han et al. (2019), realizaram a modelagem dos efeitos dos padrões de paisagem das florestas atuais na qualidade do *habitat* de remanescentes históricos em uma área totalmente urbanizada, em Seul, República da Coreia. Para isto, utilizaram-se de mapas de cobertura do solo para identificar as áreas, e, com o auxílio dos coeficientes de correlação de Pearson e o procedimento de seleção de variáveis “Stepwise”, selecionaram as principais métricas da paisagem. Stepwise é empregado no ajuste de modelos, podendo ser utilizado para a seleção de variáveis ao verificar sua precisão estatística e contribuição na equação, tornando possível a tomada de decisão de inclusão ou retirada de variáveis do modelo em estudo (ANDREACCI; MARENZI, 2017).

Outro método bastante usual e considerado um método popular na avaliação da paisagem, é a modelagem de preferência psicofísica, uma vez que tenta relacionar os estímulos

ambientais às sensações humanas, percepções e julgamentos aos dados de inventários de características da paisagem, combinando e ponderando-os, para produzir assim uma visão cênica geral. Esses métodos utilizam técnica estatística, como a análise de regressão múltipla, para estabelecer uma relação matemática entre os preferíveis cenários populares e os componentes da paisagem. Esse tipo de avaliação tem mostrado resultados valiosos em diferentes paisagens e observadores, podendo gerar novos padrões e protocolos para técnicas de estimativa objetiva da percepção pública quanto à qualidade estética e, conseqüentemente aumentando a sustentabilidade no espaço florestal. Entretanto, assim como outros métodos, demanda custos e tempo, ao requerer que todas as cenas possíveis sejam selecionadas, para maior representação das características físicas a serem empregadas como preditores de qualidade cênica (PANAGOPOULOS, 2009; WHERRETT, 2000; REAL et al., 2000).

No Brasil, estudos associando modelagem psicofísica à qualidade da paisagem vêm evoluindo com o surgimento de novas técnicas a serem empregadas. Alguns trabalhos relacionados são os de Marenzi (1996) e Félix (2016), os quais objetivavam obter a valoração e análise das preferências paisagísticas em praias nos municípios da Penha e Balneário Camboriú, em Santa Catarina, e em Montevideu, Uruguai, pela avaliação direta. Estas pesquisas realizaram entrevistas com pessoas pertencentes a diversas categorias, que valoraram fotografias representativas das áreas estudadas em classes de qualidade. Além disso, foram obtidas medidas ambientais existentes nas fotografias, tais como: céu, água, areia, cascalho, calçadão, construções, estradas, solo exposto, vegetação natural das planícies, entre outras. Deste modo, com a obtenção destas variáveis, foi possível a construção de modelos de análise de regressão linear múltipla. O método se apresentou adequado para este tipo de estudo e forneceu informações relevantes relacionadas à qualidade da paisagem e da percepção paisagística de seus usuários.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada na tipologia arborização de calçadas, parte componente da Floresta Urbana da cidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná. Esta cidade está localizada nas coordenadas 25°25'48"S e 49°16'15"W, com extensão territorial de 435,036km² e aproximadamente 1.933.105 habitantes (IBGE, 2020). Devido à sua localização geográfica, está inserida dentro do Ecossistema da Floresta Ombrófila Mista, entremeado com porções de campos naturais, dentro do Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2019; IPPUC, 2014). O clima, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, é denominado tipo Cfb (subtropical úmido), com verões amenos e geadas frequentes no inverno (IAPAR, 2020).

Segundo dados do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC, 2016), a floresta urbana da cidade é composta por 17 bosques, 22 parques, 454 praças, 468 jardinetes, 56 largos, 30 núcleos ambientais, 21 eixos de animação, 2 jardins ambientais e 12 RPPNM, além da arborização de calçadas com diferentes espécies. Ao todo, Curitiba possui aproximadamente 82 milhões de metros quadrados de área verde, sendo que a média é de 42,41 m² habitante⁻¹ (SMMA, 2019). Entretanto, dados do levantamento realizado por Grise, Biondi e Araki (2017), indicavam que a cidade de Curitiba apresentava uma floresta urbana cobrindo 43,69% da cidade, sendo que a floresta urbana pública representa 8,98% (39.028.589,38 m²) de cobertura e a particular 34,70% (150.797.550,80m²), ou seja, 189.826.140,18 m² de cobertura. Esses autores chamam a atenção para a questão de que embora Curitiba possua quase metade da sua área coberta por floresta urbana, esta se encontra mal distribuída, uma vez que menos de 10% é efetivamente público e está disponível para uso da população.

Atualmente, 76,1% dos domicílios estão em vias públicas arborizadas (IBGE, 2020), sendo que, foi a partir do século XIX que se iniciou o processo de introdução de árvores nas calçadas. A arborização era composta principalmente por espécies como: *Acer negundo* (acer), *Ligustrum lucidum* (alfeneiro), *Melia azedarach* (cinamomo), *Erythrina falcata* (corticeira), *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá), *Magnolia grandiflora* (magnólia), *Salix babylonica* (chorão). Somente no ano de 1967 é que começaram as primeiras tentativas de introduzir espécies florestais nativas, como: *Handroanthus chrysotrichus* (ipê-amarelo-miúdo), *Handroanthus albus* (ipê-amarelo), *Handroanthus heptaphyllus* (ipê-roxo), *Tibouchina sellowiana* (quaresmeira) e *Poincianella pluviosa* (sibipiruna) (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Assim como outras cidades, Curitiba utiliza-se do zoneamento como forma de setorizar e organizar o crescimento urbano, com base em suas funções e densidades de ocupação (FIGURA 1).

As zonas residenciais são subclassificadas de acordo com suas características e intensidade de uso e ocupação do solo. Distinguem-se das demais zonas por apresentarem menor fluxo de carros e maior nível de arborização. Por conta disso, para esta pesquisa, escolheu-se as zonas com as características indicadas na Figura 1 e QUADRO 1: Zona Residencial 1 (ZR1), Zona Residencial 2 (ZR2), Zona Residencial 3 (ZR3) e Zona Residencial 4 (ZR4).

Quadro 1 – Características das Zonas Residenciais (ZR) de Curitiba de acordo com a Lei Municipal 15.511/2019 (IPPUC, 2019).

Zona Residencial	Tipo de construção	Número de pavimentos	Área máxima dos pavimentos (m ²)	Tipos de vias	Recuo frontal	Permeabilidade mínima
ZR1	habitação unifamiliar e comércio	2	100	estrutural (outras vias)	mín. 5m	25%
ZR2	habitação unifamiliar, institucional, comércio, industrial	2	100	estrutural e básica (coletoras, setorial, prioritárias)	mín. 5m	25%
ZR3	habitação unifamiliar, coletiva, institucional, comércio, industrial	3	100	estrutural e básica (coletoras, setorial, prioritárias)	mín. 5m	-
ZR4	habitação coletiva, transitória, institucional, comércio	6	200	estrutural e básica (coletoras, setorial, prioritárias)	mín. 5m	25%

4.2. Procedimento de coleta dos dados

Para cada zona residencial foram selecionadas três ruas arborizadas e três não arborizadas, totalizando doze ruas com árvores e doze sem árvores (QUADROS 2 e 3), para a obtenção de imagens representativas da composição arbórea das calçadas. A coleta foi realizada pelo método direto, separando-se em duas fases para a obtenção das variáveis a serem utilizadas neste estudo. A primeira com o intuito de adquirir substitutos da paisagem (fotografias horizontais do perfil transversal das vias e fotografias hemisféricas) e a segunda para mensuração de variáveis quantitativas das árvores e das estruturas urbanas. Estudos semelhantes, utilizando de substitutos da paisagem para valoração da qualidade de paisagens urbanas, foram realizados por Yin e Wang (2016) e Reis et al. (2019).

Em cada rua, as fotografias do perfil transversal foram registradas nos dois sentidos da via, por conta de contrastes de sombras no ambiente, em três segmentos mais representativos de cada rua amostrada. Sendo segmentos de rua considerados todas as porções que compõem a extensão de uma rua no total, delimitados pelo cruzamento de outras ruas. Este procedimento foi realizado de duas formas diferentes, para se obter os registros em dois ângulos diferentes (FIGURA 2), sendo o primeiro na linha limite do segmento anterior e o segundo na linha limite

do segmento atual, totalizando em 12 fotografias por ruas. Isto foi realizado porque o ângulo e a aproximação da imagem podem contemplar maior ou menor número de elementos, interferindo na apresentação da paisagem ao observador ou no processamento da qualidade visual. Para obtenção das fotografias utilizou-se um telefone celular modelo Xiaomi MI9, com câmera de 48MP, sensor Sony IMX586 0.8µm e abertura $f/1.75$, com resolução das fotos de até 8000x6000 pixels.

Quadro 2 – Ruas arborizadas selecionadas para o estudo na cidade de Curitiba, Paraná.

Rua	Bairro	Zona Residencial (ZR)
Arcésio Guimarães	Jardim Social	ZR1
Av. Edgard Stelfeld	Jardim Social	ZR1
São Leopoldo	Seminário	ZR1
Albano Reis	Ahú	ZR2
Angelo Zeni	Bom Retiro	ZR2
Dr. Nelson de Souza Pinto	São Lourenço	ZR2
Celestino Junior	São Francisco	ZR3
Fernandes de Barros	Cristo Rei	ZR3
Fernando Amaro	Matriz	ZR3
Dr. Zemanhof	Alto da Glória	ZR4
Guaratuba	Ahú	ZR4
Tabajaras	Vila Izabel	ZR4

Quadro 3 – Ruas não arborizadas selecionadas para o estudo na cidade de Curitiba, Paraná.

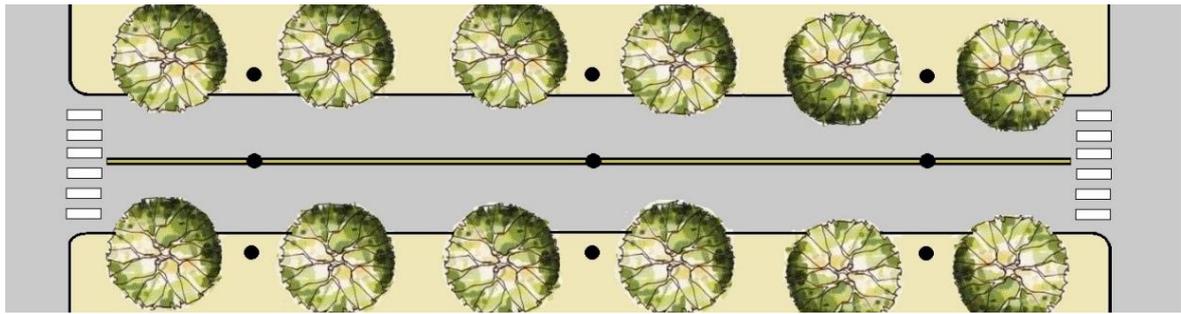
Rua	Bairro	Zona Residencial (ZR)
Antônio Grade	Vista Alegre	ZR1
Eng. Rômulo Gutierrez	Vista Alegre	ZR1
Helly de Macedo Souza	Jardim Social	ZR1
Antônio Correa Bittencourt	São Lourenço	ZR2
Gregório de Matos	São Lourenço	ZR2
Lívio Moreira	São Lourenço	ZR2
Alberto Müller Sobrinho	Portão	ZR3
Pretextato Taborda Júnior	Portão	ZR3
Viêira Fazenda	Portão	ZR3
Antônio Lago	Boa Vista	ZR4
Dep. Atílio de Almeida Barbosa	Boa Vista	ZR4
João Batista Trentin	Tingui/Bacacheri	ZR4



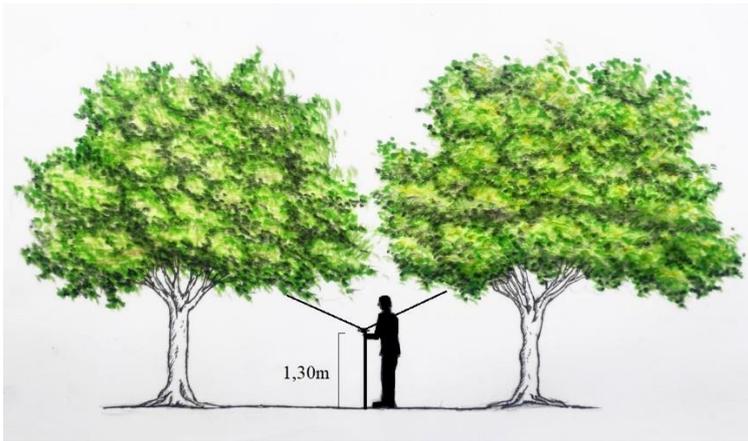
Figura 2 – Representação dos pontos de coleta de fotografias do perfil transversal nas ruas de Curitiba-PR, sendo: (A) posicionamento nos limites dos segmentos para obtenção das fotografias de perfil transversal ($\angle 1$: ângulo um; $\angle 2$: ângulo dois); (B) foto do perfil transversal ângulo um; (C) foto do perfil transversal ângulo dois

Para obter as fotografias hemisféricas (FIGURA 3-C) foi acoplada à câmera do celular uma lente olho-de-peixe, padronizando-se a altura para retirada das fotografias com um bastão de 1,30 m de altura (FIGURA 3-B). Deste modo, em cada segmento de rua foram tomadas nove fotografias, posicionadas entre os indivíduos arbóreos e no centro da rua (FIGURA 3-A), a fim de contemplar as variações de cobertura de copa. Padronizou-se o horário de coleta das fotografias nos períodos entre 8:00h até as 10:30h e entre 15:30h até 17:30h, evitando variações com relação à radiação solar.

A coleta de dados por meio de fotografias foi repetida em cada estação do ano, a fim de explorar a variação sazonal do ambiente. Para isso, as coletas foram feitas em meados de novembro de 2019 (primavera), meados de fevereiro de 2020 (verão), meados de maio de 2020 (outono) e meados de agosto de 2020 (inverno). Ao total, adquiriu-se um banco de dados com 1152 imagens de perfil transversal e 1296 imagens hemisféricas.



(A)



(B)



(C)

Figura 3 – Representação da coleta de fotografias hemisféricas nas ruas de Curitiba, Paraná, sendo: (A) localização dos pontos selecionados para obtenção das fotos hemisféricas em cada segmento de rua; (B) posicionamento para a coleta das fotografias hemisféricas; (C) exemplo de fotografia hemisférica.

Com relação à mensuração das árvores e das estruturas presentes nas ruas, as variáveis mensuradas com o auxílio de trenas, fitas métricas e um clinômetro foram: largura da rua, largura da calçada, largura do recuo frontal (caso houvesse), altura das árvores, altura das copas, DAP, diâmetro de copa e altura dos edifícios. Para a tomada das alturas dos edifícios, foram coletadas medidas nas esquinas e ao centro dos segmentos, em ambos os lados das ruas, totalizando em 6 amostras por segmento. As 8 variáveis foram mensuradas porque influenciam na qualidade da paisagem das ruas por estarem relacionadas ao crescimento das árvores e o afetarem, além de estabelecerem restrições para a inserção de espécies arbóreas, conforme o porte (COPEL, 2009). O inventário ocorreu no mês de fevereiro, sendo este o período de maior vigor das espécies e plena expansão foliar e conformação das copas. Além disso, foi realizado um cálculo do Espaço Disponível (ED) para o desenvolvimento da copa das árvores com base nos valores da largura da rua, largura da calçada e recuo, dado pela fórmula:

$$ED = \left(\frac{L_{rua}}{2} + 0,5\right) + (L_{calçada} - 0,5) + Recuo$$

Nesta equação, o valor 0,5 refere-se à distância usual das árvores ao meio-fio nas calçadas. Deste modo, parte da copa das árvores pode estender-se para a rua e parte para o lado oposto, projetando-se ou não sobre o recuo frontal das residências.

4.3. Procedimento de análise dos dados

Para análise da qualidade visual da paisagem das calçadas arborizadas de Curitiba, a pesquisa foi estruturada nas seguintes etapas: análise da qualidade das imagens; análise de *Cluster* (agrupamento); análise das diferenças entre zonas, estações do ano e entre os ângulos das fotografias e; ajuste de modelos para determinar a qualidade visual da paisagem das calçadas.

4.3.1. Análise da qualidade das imagens

Os substitutos da paisagem (fotografias) foram valorados em função dos componentes naturais e antrópicos presentes na paisagem em estudo. Desta maneira, com o uso do *software* MultiSpec, por meio de classificação supervisionada utilizando o algoritmo *Maximum likelihood*, foram mensuradas em cada imagem do perfil transversal as porcentagens de: vegetação, céu e ambiente construído. Foram adotadas 15 amostras de treinamento do algoritmo para cada classe, respeitando o valor mínimo de 85% do Índice Kappa. Já as imagens hemisféricas foram processadas no *software* Gap Light Analyzer – GLA 2.0, permanecendo os parâmetros de configurações padrão do *software*. Assim, pode-se obter o índice de área foliar (IAF) e o fator de visão do céu (FVC).

A partir dos valores de céu, construção e vegetação foi determinada a qualidade visual das fotografias, adotando-se pesos para cada variável. A atribuição de peso foi realizada porque a qualidade da paisagem pode se dar por atributos naturais, como árvores, e/ou antrópicos, como as construções, isoladas ou associadas. Como se deseja destacar a importância da arborização de calçadas e seu tamanho na qualidade da paisagem, bem como, evitar o destaque excessivo do fator céu que pode ocorrer em determinadas fotografias, atribuir pesos a essas variáveis se fez necessário (BOBROWSKI et al., 2010). Os pesos foram diferentes para a variável vegetação das ruas arborizadas (maior peso) e ruas não arborizadas (menor peso) em função da questão

de enfatizar o elemento arbóreo em condição de composição da arborização de calçadas planejadas. Isso porque uma rua em condição “não planejada” poderia ter um alto valor de vegetação (herbácea) e alta qualidade visual, mas não relacionada ao principal elemento na oferta de serviços ecossistêmicos: a árvore.

Assim, para as fotografias de ruas arborizadas foi atribuído peso 4 para a vegetação e peso 1 para o elemento céu e ambiente construído. Já para as ruas não arborizadas, atribuiu-se peso 2 para a vegetação e peso 1 para o céu e ambiente construído. Os valores dos pesos puderam ser confirmados pela *Analytic Hierarchy Process (AHP) Priority Calculator*, ferramenta online para a determinação de prioridades relativas de fatores. Os modelos dos cálculos do QVP podem ser expressos por:

$$\text{QVP ruas arborizadas} = \%Céu + (\%Vegetação \times 4) + \%Ambiente Construído$$

$$\text{QVP ruas não arborizadas} = \%Céu + (\%Vegetação \times 2) + \%Ambiente Construído$$

Por fim, a qualidade visual da paisagem de cada fotografia foi obtida a partir da somatória dos valores adquiridos na multiplicação da quantidade dos componentes (vegetação, céu e construções) pelo peso de cada componente, conforme adotado em diferentes trabalhos de valoração da qualidade da paisagem (MARENZI, 1996; BOBROWSKI et al., 2010; FELIX, 2016).

4.3.2. Análise de Agrupamento (*Cluster analysis*)

Foi realizada uma Análise de Agrupamento (*Cluster analysis*), para estabelecer três classes de qualidade visual da paisagem, definindo-as como: baixa, média e alta. A análise de *Cluster* contém a ideia básica de colocar em um mesmo grupo, objetos que sejam similares de acordo com algum critério pré-determinado (LINDEN, 2009). Esse procedimento levou em consideração a maior correlação dos elementos céu, vegetação e ambiente construído com a Qualidade Visual das Paisagens. Para isso, utilizou-se o método “Ward.D”, no *software* R. Também foi verificada a correlação cofenética.

4.3.3. Análise entre Zonas Residenciais, estações do ano e diferentes ângulos de fotografias

Realizou-se uma análise de um Delineamento em Blocos ao Acaso em esquema Fatorial do tipo 2X2, para analisar a diferença entre QVP para as estações do ano, zoneamentos residenciais e o ângulo das fotografias. O Delineamento em Blocos ao Acaso foi aplicado em duas análises distintas, uma para calçadas arborizadas e outra para as não arborizadas. Para as arborizadas, considerou-se fator 1 estações do ano, fator 2 zoneamento e os blocos o ângulo das fotografias. Como verificou-se diferença significativa entre os blocos, uma nova análise de Delineamento em Blocos ao Acaso foi realizada, tendo como fator 1 o ângulo das fotografias, fator 2 o zoneamento e os blocos as estações do ano. Para as calçadas não arborizadas, os dados foram transformados pelo procedimento *BoxCox*. A normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk a um nível de probabilidade de 5% e o teste de Tukey a um nível de 5% foi aplicado para comparar as médias entre os tratamentos.

4.3.4. Ajuste de modelos para determinar a qualidade visual da paisagem das calçadas

Com os valores de QVP e das outras variáveis mensuradas “*in loco*” foram feitos os ajustes dos modelos de qualidade visual a partir de três métodos de modelagem: *Stepwise*, Modelos Aditivos Generalizados (MAG’s) e *machine learning*. Previamente à realização das análises de regressão, realizou-se a criação de novas variáveis independentes com base nas variáveis já mensuradas (largura da rua, largura da calçada, largura do recuo frontal, altura dos edifícios, altura das árvores e diâmetro de copa): x^2 , x^3 , \sqrt{x} , $1/x$ e $\ln x$.

Desta forma, aplicou-se o procedimento de *Stepwise*, pelo Método Forward, objetivando reduzir o número de variáveis que seriam significativas para compor o modelo. Assim, foram selecionadas as variáveis mais adequadas para a construção de um modelo de regressão linear múltipla, que serviu para determinar a qualidade visual da paisagem, tal como realizado por Marenzi (1996) e Souza (2014).

O modelo pode ser expresso por:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n + \epsilon_i$$

Sendo:

Y = variável dependente (QVP);

b_0 = coeficiente linear da reta ou constante da equação de regressão;

$b_1, b_2, b_3 \dots b_n$ = coeficientes angulares da reta ou coeficientes parciais de regressão;

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n =$ variáveis independentes;
 $\varepsilon_i =$ erro aleatório.

Já para a análise com Modelos Aditivos Generalizados, dividiu-se os dados em seis grupos de acordo com as transformações das variáveis ($x, x^2, x^3, \sqrt{x}, 1/x$ e $\ln x$), sendo ajustados seis modelos a partir destes grupos. As funções não-paramétricas utilizadas para suavização foram as *splines*. Os dados foram processados no *software* R, utilizando-se do pacote “gam” e “caret”.

O modelo pode ser expresso por:

$$g(\mu_i) = X_i * \theta + f_1(x_{1i}) + f_2(x_{2i}) + f_3(x_{3i}) + \dots$$

Sendo:

$\mu_i = E(Y_i)$ sendo que $Y_i \sim$ alguma distribuição da família exponencial.

$Y_i =$ variável resposta (QVP);

$X_i * =$ é uma coluna da matriz do modelo para os componentes paramétricos;

$\theta =$ vetor de parâmetros;

$f_1 =$ funções suaves das covariáveis;

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n =$ variáveis independentes;

Os modelos aditivos generalizados (MAG's) são uma extensão dos modelos lineares generalizados (MLG's), em que, por meio de curvas suavizadas, o efeito de cada variável preditora na variável resposta é modelado de maneira bastante flexível por meio uma função f não especificada. Deste modo, o modelo aditivo generalizado consiste na soma destas funções, não sendo necessário assumir uma relação linear entre variável resposta e as variáveis explicativas como nos MLG's. Os MAG's podem ser considerados uma ferramenta mais adequada para exploração de dados do que MLG's, uma vez que permitem que os dados determinem a forma das curvas respostas. Deste modo, são considerados eficientes para modelar fenômenos complexos, com variáveis com alta variabilidade, permitindo casualmente solucionar questões dos resíduos assimétricos e/ou heterocedasticidade (HASTIE; TIBSHIRANI, 1986; YEE; MITCHELL, 1991; STASINOPOULOS, 2017). Para a avaliação dos modelos, foram verificadas as seguintes estatísticas: Coeficiente de Determinação (R^2), Raíz do Erro Quadrático Médio (RMSE) e Erro Médio Absoluto (MAE).

Por último, foi usada a estatística com *machine learning*. Diferente das técnicas estatísticas tradicionais, os algoritmos de *machine learning*, constituem um sub-campo da

inteligência artificial, contendo a automação por trás de seus algoritmos, cujo objetivo é aprender com os dados e fazer previsões a partir destes, familiar ao que ocorre no cérebro humano e na realização de seus processos cognitivos (YAO; LIU, 2014; GUEGAN; HASSANI, 2018; PARK et al., 2019).

Para esta avaliação, foram testados seis algoritmos de aprendizagem: *Classification and Regression Trees* (CART), *K-Nearest Neighbors* (KNN), *Support Vector Machines* (SVM) *Radial*, *Support Vector Machines* (SVM) *Linear*, *Random Forest* e *Extreme Gradient Boosting Tree*. Para isto, foi utilizado o banco de dados original das estações, por meio de validação cruzada, contendo 10 envelopes com três repetições. Assim, foi possível selecionar o melhor modelo para cada estação, além de verificar a importância de cada variável nos modelos. Os dados foram processados no *software* R, utilizando os pacotes “caret” e “quodierR”.

Os Modelos Aditivos Generalizados e *machine learning* são utilizados para diferentes focos de pesquisa na área florestal, como os estudos de Gosal e Ziv (2020), Richards e Friess (2015), Feng et al. (2018), Moisen et al. (2006), Delangre et al. (2018), Luo (2021).

Para a avaliação dos modelos, foram verificadas as seguintes estatísticas: Coeficiente de Determinação (R^2), Raiz do Erro Quadrático Médio em porcentagem (RMSE %) e Erro Médio Absoluto em porcentagem (MAE %). Dados pelas seguintes equações:

- Coeficiente de Determinação (R^2):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2}$$

- Erro Médio Absoluto (MAE):

$$MAE = \sum_{I=1}^N \frac{(Y_I - \hat{Y}_I)}{n}$$

$$MAE(\%) = \frac{MAE}{\bar{x}} \times 100$$

- Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{I=1}^N (Y_I - \hat{Y}_I)^2}{n - 1}}$$

$$RMSE(\%) = \frac{RMSE}{\bar{x}} \times 100$$

Em que:

\hat{Y}_i = Estimativa da variável dependente;

Y_i = Variável dependente observada;

p = Número de coeficientes do modelo;

n = Número de observações;

- Distribuição dos Resíduos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Caracterização das árvores e estruturas urbanas

As estruturas urbanas de ruas com planejamento de arborização e de ruas sem esse planejamento não apresentaram valores tão distantes, destacando-se apenas maior contraste entre os valores de largura das calçadas (TABELAS 1 e 2). Contudo, apesar dos valores das ruas sem planejamento da arborização se mostrarem um pouco menores, ainda assim assume-se que é possível trabalhar no planejamento da implantação de uma arborização adequada nestas áreas, por atender às recomendações mínimas para compatibilizar com as normas de acessibilidade de pedestres (DE LIMA NETO et al., 2010; DA SILVA et al., 2011;).

Ao considerar que o ambiente urbano apresenta-se com condições adversas ao desenvolvimento das árvores comparativamente com o ambiente natural, realizando-se o plantio de indivíduos arbóreos em calçadas, é necessário estar atento ao espaço tridimensional bem como à adaptabilidade dos vegetais para ocorrer o mínimo de comprometimento de seu desenvolvimento (FERRONATO et al., 2017). A largura da calçada é um fator determinante para o tipo de árvore a ser implantada e a espacialidade do indivíduo arbóreo apresenta relação direta com a qualidade do ambiente urbano. (SILVA; FONTES, 2018; PERIOTTO et al, 2019). Além disso, quando há casos de espaço reduzido, é inevitável a interação entre as raízes de árvores e as calçadas, podendo resultar em danos na estrutura urbana e intervenções indesejáveis nas árvores, comprometendo seu crescimento. Deste modo, a largura do espaço de plantio está fortemente atrelada ao desenvolvimento do elemento arbóreo (RANDRUP et al., 2001; NORTH et al., 2017).

Nesse contexto, para um melhor planejamento da arborização urbana, é necessário selecionar espécies que apresentem características e condições de manejo adequadas ao acesso do público às ruas, promovendo, assim, nos ambientes a acessibilidade (DE LIMA NETO et al., 2010; SOARES et al., 2017; PERIOTTO et al., 2020).

A Norma Brasileira ABNT NBR 9050:2004, que dispõe sobre acessibilidade, espaço e equipamentos urbanos, indica que calçadas, passeios e vias exclusivas para pedestres devem apresentar largura de 1,50 m, considerado admissível o mínimo de 1,20 m. Ao analisar as métricas espaciais adquiridas neste estudo, nota-se que as calçadas e ruas apresentam valores compatíveis para comportar árvores de médio à grande porte, com espaço para acomodar os passeios com valor mínimo de 1,5 metros, além de presença de recuo frontal nos imóveis.

Ao considerar os valores de indicação do espaço aéreo disponível, em média, para o crescimento da copa das árvores (coluna ED da TABELA 1 e 2), que variam de 11,95 m a 18,38 m para ruas arborizadas, e de 10,44 m a 14,24 m para ruas não arborizadas, bem como os valores médios do diâmetro de copa das espécies presentes, que variam entre 5,55 m a 17,13 m, percebe-se que há uma boa disponibilidade de espaço para o crescimento dos indivíduos presentes. Ao se considerar que as calçadas se apresentam como locais mais restritivos à presença de árvores, compreender como estas crescem nos centros urbanos torna-se de grande relevância ao planejamento do plantio e condução dos elementos arbóreos (DA MATA et al., 2020).

Tabela 1. Descrição geral dos valores médios para as variáveis coletadas nas ruas com calçadas arborizadas. Sendo: IAF – Índice de Área Foliar; FVC – Fator de Visão do Céu; DAP – Diâmetro à altura do peito; D copa – Diâmetro de copa; ED – Espaço disponível.

Zona	Rua	Espécie	N/espécie	N total	IAF	FVC	DAP (cm)	D copa (m)	Altura copa (m)	Altura Total (m)	Largura rua (m)	Largura calçada (m)	Altura edifício (m)	Recuo (m)	ED (m)
ZR1	Arcésio Guimarães	espécie padrão: <i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	64	70	0,37	0,63	44,65	9,12	3,89	12,43	7,00	6,60	6,78	2,73	12,83
		outras espécies:	6												
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	espécie padrão: <i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	48	56	0,35	0,65	55,58	13,33	5,04	12,88	9,28	10,60	6,13	3,14	18,38
		outras espécies:	8												
ZR1	São Leopoldo	espécie padrão: <i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	41	43	0,34	0,66	67,23	15,53	4,56	15,74	10,47	5,11	6,32	3,00	13,35
		outras espécies:	2												
ZR2	Albano Reis	espécie padrão: <i>Lagerstroemia indica</i> L.	61	69	0,16	0,84	19,35	5,55	2,71	5,22	9,63	4,39	5,60	3,58	12,79
		outras espécies:	8												
ZR2	Angelo Zeni	espécie padrão: <i>Parapiptadenia rígida</i> (Benth.) Brenan	49	66	0,44	0,56	36,48	9,21	3,96	10,10	7,17	6,56	5,13	3,23	13,38
		outras espécies:	17												
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	espécie padrão: <i>Acer negundo</i> L.	30	36	0,04	0,96	26,46	6,51	4,57	6,91	6,30	5,69	6,42	3,11	11,95
		outras espécies:	6												
ZR3	Celestino Junior	espécie padrão: <i>Handroanthus heptaphyllus</i> ,	49	53	0,18	0,82	41,85	10,55	4,27	11,69	7,13	6,52	6,07	3,15	13,23
		outras espécies:	4												
ZR3	Fernandes de Barros	espécie padrão: <i>Handroanthus heptaphyllus</i>	64	67	0,35	0,65	39,42	9,34	3,64	11,11	7,20	6,48	7,11	2,39	12,47
		outras espécies:	3												
ZR3	Fernando Amaro	espécie padrão: <i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	48	49	0,40	0,60	76,47	17,13	4,37	14,99	8,67	4,95	8,32	3,01	12,29
		outras espécies:	1												
ZR4	Dr. Zemanhof	espécie padrão: <i>Parapiptadenia rígida</i> (Benth.) Brenan	39	41	0,35	0,65	66,58	13,05	4,50	14,25	7,99	5,03	8,85	3,03	12,05
		outras espécies:	2												
ZR4	Guaratuba	espécie padrão: <i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	46	62	0,50	0,50	48,00	7,93	3,10	11,62	7,36	6,32	9,00	3,13	13,13
		outras espécies:	16												
ZR4	Tabajaras	espécie padrão: <i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	35	41	0,43	0,57	59,03	13,25	3,90	13,93	7,42	6,00	5,48	3,03	12,73
		outras espécies:	6												

Tabela 2. Descrição geral dos valores médios para as variáveis coletadas nas ruas com calçadas não arborizadas.

Zona	Rua	Largura rua (m)	Largura calçada (m)	Altura edifício (m)	Recuo (m)	ED (m)
ZR1	Antônio Grade	8,40	6,93	4,97	3,11	14,24
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	6,93	5,15	6,60	3,11	11,73
ZR1	Helly de Macedo Souza	7,07	4,69	6,40	3,06	11,29
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	9,37	4,45	7,19	3,04	12,18
ZR2	Gregório de Matos	8,23	4,76	6,78	3,23	12,11
ZR2	Lívio Moreira	7,92	5,27	5,91	3,71	12,94
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	8,87	3,43	6,38	2,58	10,45
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	8,53	3,68	5,87	2,70	10,65
ZR3	Vieira Fazenda	7,87	4,06	5,90	2,44	10,44
ZR4	Antônio Lago	8,57	5,42	6,08	1,58	11,29
ZR4	Dep. Afílio de Almeida Barbosa	8,63	6,10	11,53	3,47	13,89
ZR4	João Batista Trentin	8,23	5,03	6,28	3,83	12,98

Constatou-se que na maioria das paisagens urbanas avaliadas, nas ruas com calçadas arborizadas, é notável um padrão na composição de espécies, sendo que os locais em avaliação apresentaram o seguinte padrão de plantio: *Handroanthus heptaphyllus* (Ipê-roxo), *Lagerstroemia indica* L. (Extremosa), *Acer negundo* L. (Acer-negundo), *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan (Angico) e *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze (Tipuana).

Espécies de grande porte como *Tipuana tipu* são consideradas aceitáveis na arborização de calçadas, uma vez que fornecem grande contribuição de serviços ecossistêmicos, melhorando o microclima das urbes (MARTINI, 2017). Contudo, faz-se necessário que os locais apresentem espaço suficiente para seu desenvolvimento e seja realizada a condução adequada dos indivíduos para evitar conflitos com a infraestrutura urbana. Essa espécie quando plantada em espaçamentos restritos pode apresentar modificações na forma da copa antecipadamente por entrelaçamento de galhos e, conseqüentemente, a morte destes. Outros fatores a considerar, é o aumento da concorrência de copas levando a morte de galhos pequenos devido a diminuição da incidência de luz e a recorrente presença de erva-de-passarinho, tornando-se mais frequentes e intensas as podas de limpeza (BOBROWSKI et al., 2013).

Já espécies como *Lagerstroemia indica*, são indicadas para locais com limitação de espaço em calçadas com pequenas dimensões e sem presença de recuo frontal das residências, uma vez que apresentam características como menor projeção de copa (BOBROWSKI et al., 2012).

A rua Dr. Nelson de Souza Pinto apresentou os menores valores para IAF médio e número de árvores por rua (FIGURA 4-C), e, juntamente com a Rua Albano Reis, configura-se entre aquelas com os menores valores médios de diâmetro de copa (FIGURA 4-B), pois as

espécies adotadas como padrão nestas ruas são *Acer negundo* L. e *Lagerstroemia indica*, sendo estas espécies de menor porte.

Considerando as características das espécies e as dimensões médias da infraestrutura urbana, com valores médios de ED de 11,95 m e 12,79 m, e de diâmetro de copa de 6,51 m e 5,55 m, respectivamente, supõem-se que um número maior de indivíduos poderia ser implantado para fornecer maior cobertura aos passeios e promover melhorias no microclima local, atendendo às exigências de acessibilidade. Mesmo que a Rua Albano Reis apresente elevado número de indivíduos, ainda assim, foi constatado um excesso de espaçamento entre os indivíduos arbóreos, consequentemente comprometendo sua eficácia quanto à oferta de cobertura vegetal, propiciando um ambiente com maiores níveis de radiação solar e clima menos agradável aos pedestres.

Além disso, nota-se que os maiores valores médios de IAF (FIGURA 4-C), diâmetro de copa e número de árvores são atribuídos às ruas Guaratuba (0,50), Fernando Amaro (17,13m) e Arcésio Guimarães (70 indivíduos) respectivamente, as quais têm em comum a espécie *Tipuana tipu*. Com estes resultados, é possível reafirmar a qualidade de cobertura proporcionada pela espécie.

Sanusi et al. (2017), ressaltaram que o impacto com que uma árvore na calçada é capaz de alterar o microclima local varia de acordo com a espécie utilizada, suas principais características do dossel (ângulo e o tamanho das folhas), bem como a arquitetura da copa ou densidade, sendo que as diferenças no IAF e área de copa são primordiais na determinação dos benefícios microclimáticos. Entretanto, deve-se considerar que certas espécies têm um limite de IAF que podem atingir, devendo este fator ser levado em conta ao comparar ou selecionar espécies arbóreas para implantação nas calçadas, fornecendo sombra e/ou resfriamento.

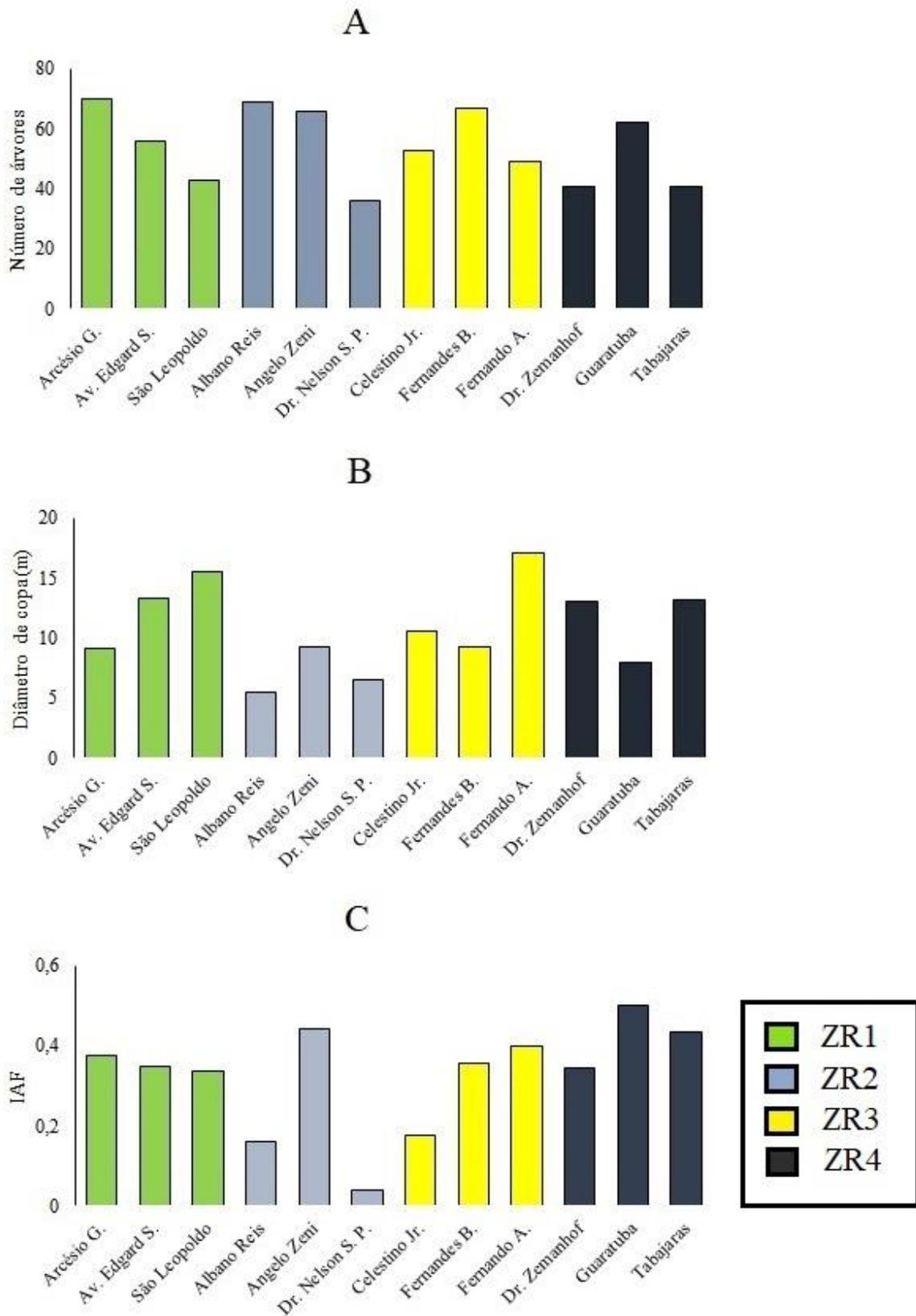


Figura 4 – Distribuição dos valores médios do número de árvores (A), diâmetro de copa (B) e Índice de Área Foliar (C) para as ruas com calçadas arborizadas.

Áreas vegetadas podem reduzir as temperaturas do ambiente ao interceptarem a radiação solar e sombrearem as superfícies, por meio de sua folhagem que absorve essa radiação solar e apresenta baixo índice de reflexão (ADAMS; SMITH, 2014; BASSO; CORRÊA, 2014). Basso e Corrêa (2014), em seu estudo para verificar a redução de temperaturas superficiais, simulando cenários que utilizem a capacidade máxima de árvores de grande e pequeno porte, analisaram a distribuição de *Lagerstroemia indica* nas calçadas. Considerando o sombreamento de 27,5% da área avaliada, constataram que em média 6,7°C poderiam ser amenizados na temperatura local. Contudo, considerando as demais espécies presentes no estudo, concluíram que *Lagerstroemia indica* apresentou menor eficácia.

Apesar de se usar neste trabalho o termo “ruas não arborizadas”, as vias escolhidas que se enquadram nesta categoria não podem ser consideradas totalmente desprovidas de arborização. A composição e plantio de espécies não padronizadas apresentam mudanças entre quarteirões, ruas próximas ou até mesmo entre segmentos de rua e não forma uma composição com cobertura contínua pela copa das árvores. Possivelmente estes indivíduos arbóreos foram plantados pelos moradores locais, sem apresentar algum tipo de orientação ou regulamento. Este tipo de plantio nem sempre é bem-visto, ao ocasionar comprometimento do efeito estético, bem como por apresentar riscos com a inserção de espécies inadequadas e falta de manutenção (SCHROEDER; CANNON JR., 1987; SUCOMINE; SALES, 2010; BOBROWSKI; BIONDI, 2012).

5.2. Análise Técnica da Qualidade Visual da Paisagem

A Qualidade Visual da Paisagem (QVP) de ruas arborizadas (APÊNDICE 1 e TABELA 3) apresentou um coeficiente de variação de 15,49%, com QVP variando de 130,3 a 256,3. Já a Qualidade da Paisagem das ruas não arborizadas (TABELA 4), apresentou coeficiente de variação de 6,61%, com QVP variando de 102,4 a 142,4. Para análises comparativas de Qualidade Visual da Paisagem foram escolhidos os valores obtidos na Estação Verão porque representou o período de maior vigor dos elementos vegetais e pleno desenvolvimento dessas paisagens. Nota-se maior variação na QVP de ruas arborizadas (FIGURA 5), uma vez que estas apresentam diferentes espécies, com portes e tamanhos distintos, idades diferentes e com variações nos tipos de tratos culturais, como podas.

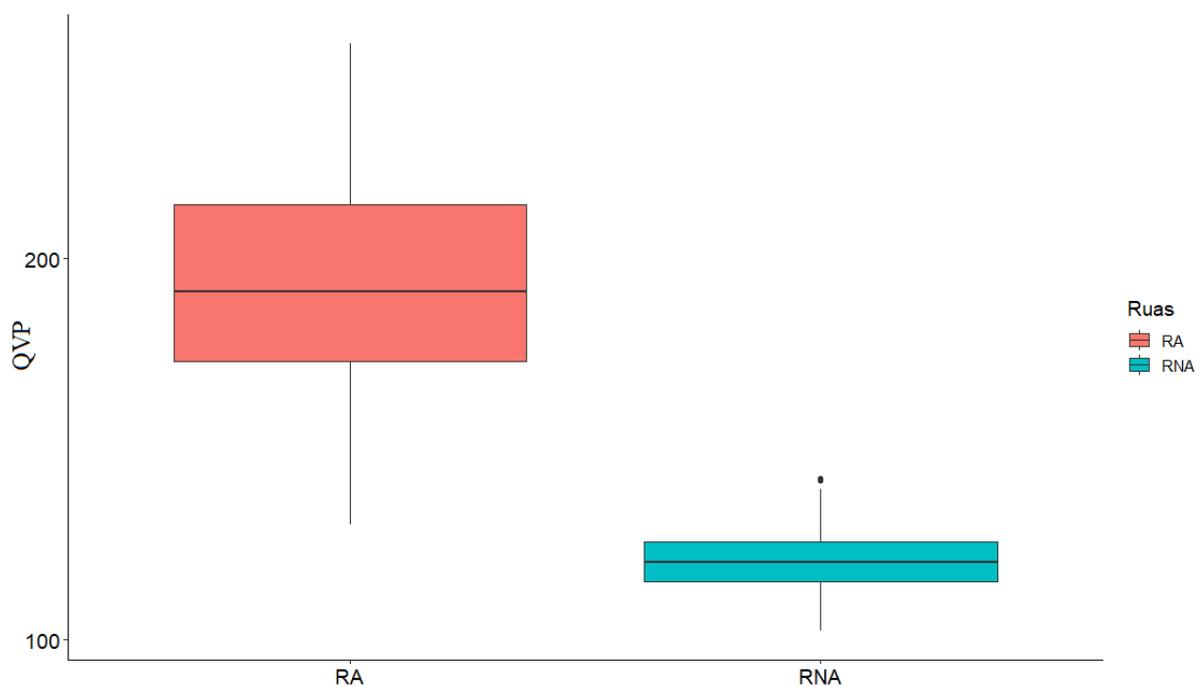


Figura 5 – Variação dos valores da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para ruas arborizadas (RA) e não arborizadas (RNA).

5.2.1. Análise Técnica da Qualidade Visual da Paisagem de calçadas arborizadas

Nota-se que a maior parte das paisagens de calçadas arborizadas apresenta qualidade visual média e a menor parte baixa (FIGURA 6). Das 72 fotografias pertencentes ao banco de dados de ruas com calçadas arborizadas, 19 (26,4%) tiveram Qualidade Visual da Paisagem classificada como Alta, 36 (50,0%) como Média e 17 (23,6%) como Baixa (TABELA 3).

Também, é notável a maior variação entre os valores de classe Baixa, apresentando valores de QVP entre 130,3 a 174,7 e um coeficiente de variação de 10,14% (FIGURA 7).

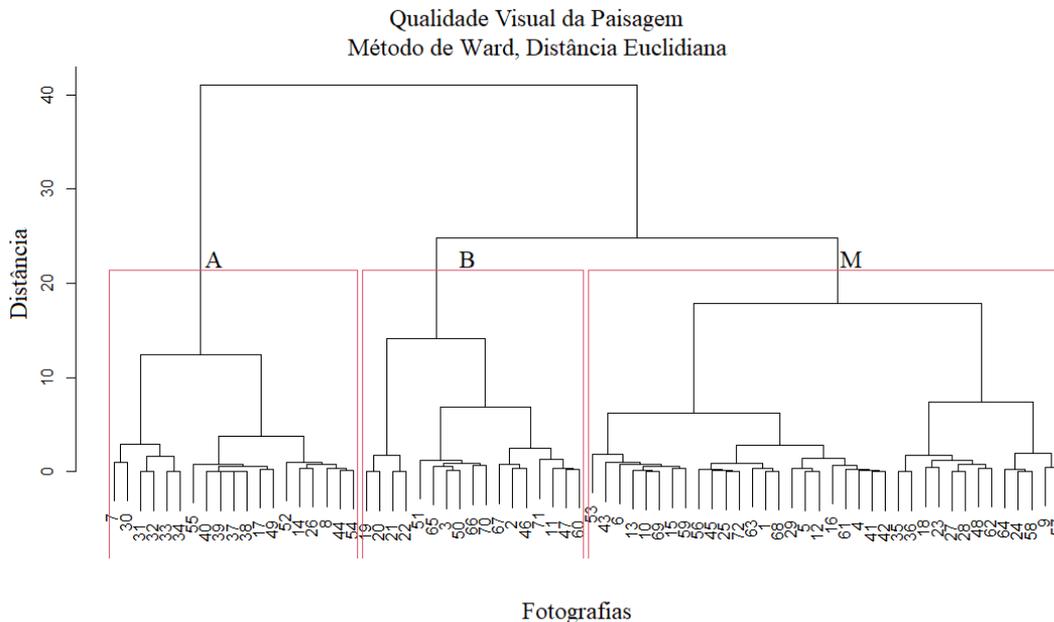


Figura 6 – Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*) das Paisagens de ruas com calçadas arborizadas, com correlação cofenética igual a 0,57. Sendo: A – Qualidade Visual da Paisagem Alta; B – Qualidade Visual da Paisagem Baixa; M – Qualidade Visual da Paisagem Média.

Tabela 3. Estatística descritiva para a qualidade visual das paisagens avaliadas em ruas com calçadas arborizadas.

	Total	Classe Alta	Classe Média	Classe Baixa
Número de Fotos	72	19	36	17
Valor Relativo (%)	100	26,4	50,0	23,6
Média QVP	192,89	230,73	192,44	153,80
Coefficiente de Variação (%)	15,49	5,59	6,06	10,14

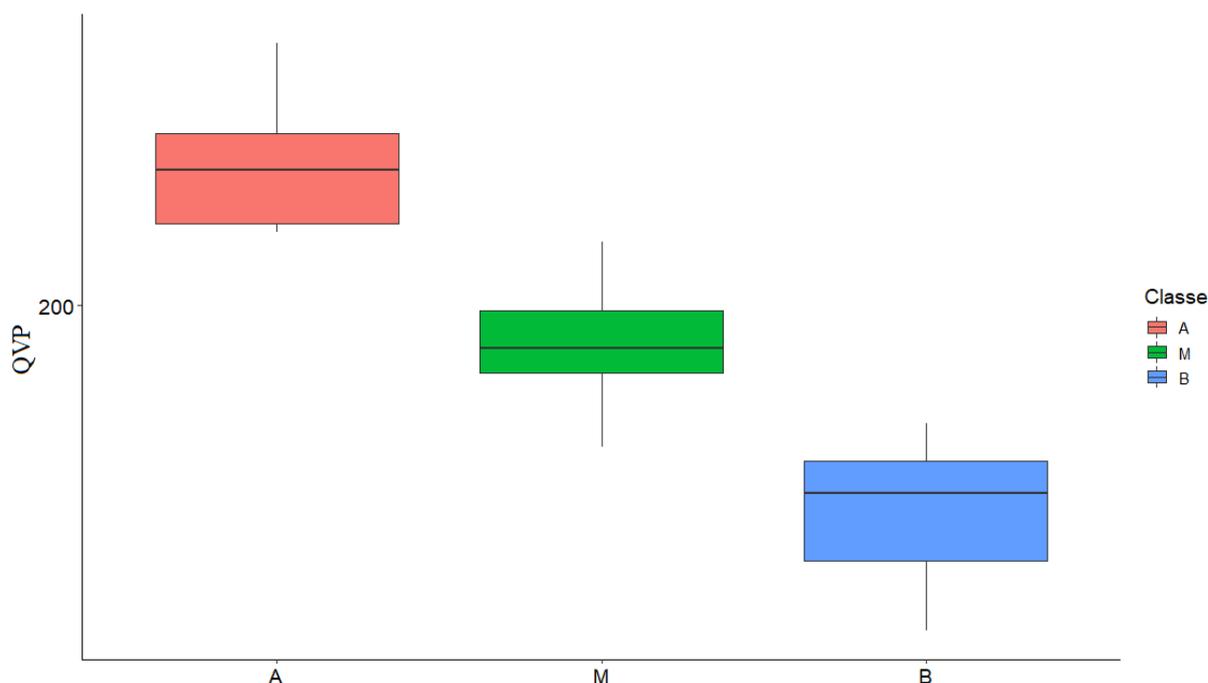


Figura 7 – Variação dos valores da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para as diferentes Classes de Qualidade em ruas arborizadas. Sendo: A – Classe Alta; M – Classe Média; B – Classe Baixa.

De maneira geral, as paisagens pertencentes à classe de qualidade Alta (FIGURA 8), apresentam predominância de indivíduos de grande porte plantados nas calçadas, como por exemplo a espécie *Tipuana tipu* que está presente em algumas das ruas avaliadas (FIGURAS 8-A e 8-B). Nesse contexto, é comum em ruas com indivíduos de grande porte a realização de podas com o intuito de evitar conflitos com a fiação de energia elétrica, demais construções ou os próprios veículos transitando. Assim, é percebido nesses indivíduos quando na fase adulta, a formação de corredores contendo galhos e troncos em grande altura, formando uma cobertura de folhas, que encobrem e reduzem a aparição de elementos do ambiente construído e céu nas paisagens (BOBROWSKI; BIONDI, 2017). Além disso, a presença de gramíneas ou até mesmo espécies arbustivas nas áreas permeáveis destas calçadas, bem como trepadeiras em muros de residências próximas, contribuem para elevar o valor da vegetação observado nas fotografias (FIGURA 8-C).

Outro ponto observado, é que, mesmo em ruas com predominância de árvores de pequeno ou médio porte, há expressiva presença de indivíduos arbóreos dentro das propriedades das vias avaliadas ou ruas vizinhas (FIGURA 8-D), ocorrendo maior encobrimento das construções e aumento da presença de elementos vegetais, consequentemente gerando valores

de QVP mais altos, apesar de ocorrer aumento da visibilidade de céu ao observador nessas paisagens ao ampliar seu campo de visão.

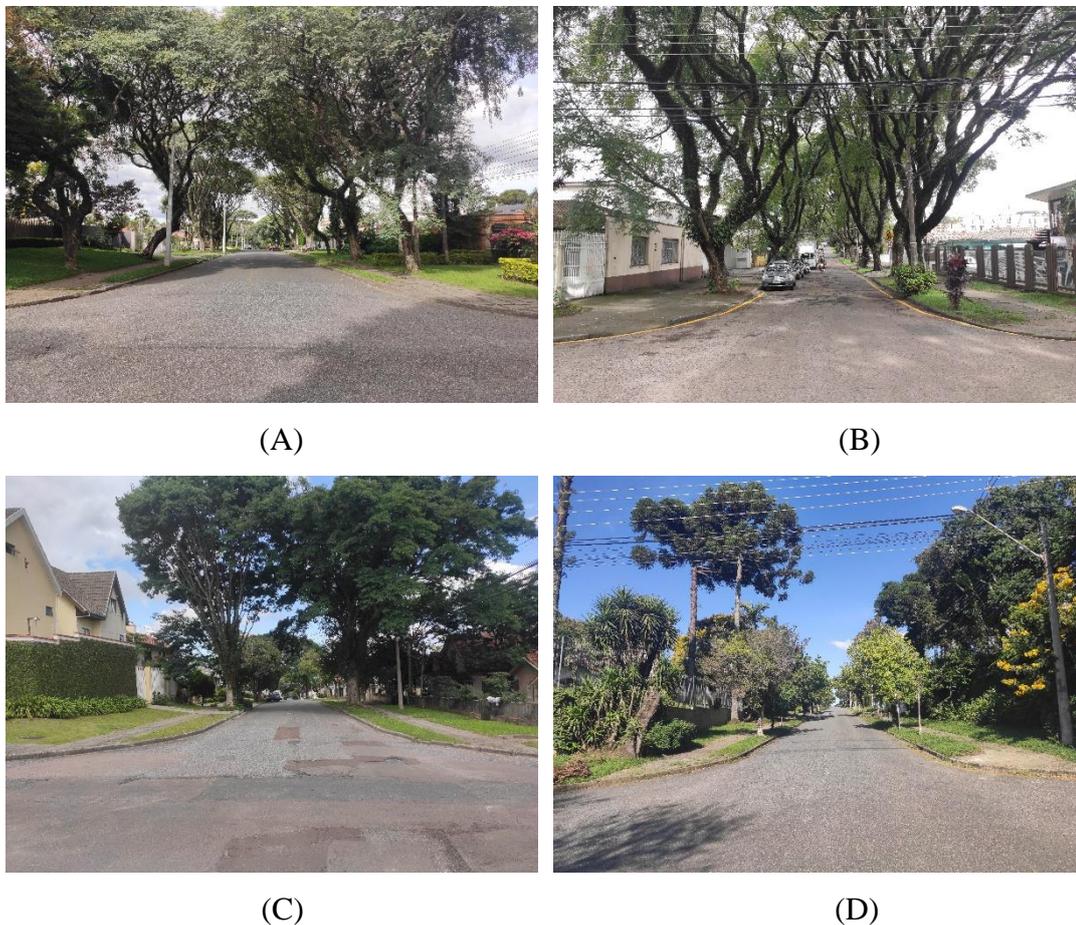


Figura 8 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Alta em ruas com calçadas arborizadas. Sendo: (A) e (B) exemplos de ruas com indivíduos de grande porte; (C) exemplo de rua com presença de gramíneas, canteiros e trepadeiras além de árvore; (D) exemplo de ruas com grande presença de indivíduos arbóreos dentro das propriedades e ruas vizinhas.

Já, as paisagens pertencentes à classe Média (FIGURA 9), também se caracterizam comumente com espécies de maior porte, como *Handroanthus albus*, *Handroanthus heptaphyllus* e *Parapiptadenia rigida* (FIGURAS 9-A e 9-C). Apesar dessas espécies proverem uma notável cobertura das vias, algumas características morfométricas tendem a gerar “corredores menos fechados” que os da classe Alta, elevando o fator céu e ambiente construído (FIGURAS 9-B e 9-D) e, conseqüentemente, gerando menor valor de QVP.



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 9 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Média em ruas com calçadas arborizadas. Sendo: (A) e (C) exemplos de ruas com indivíduos de grande porte; (B) e (D) exemplo de ruas com proporção de vegetação menor e maior presença de elementos céu e ambiente construído.

As paisagens pertencentes à classe de qualidade Baixa apresentam maior quantidade de céu e urbanização em relação às demais classes (FIGURAS 10-C e 10-D). Em algumas ruas avaliadas há a presença de indivíduos de pequeno a médio porte, como as espécies como *Lagerstroemia indica* e *Acer negundo*, em calçadas com baixa permeabilidade (FIGURAS 10-A e 10-B), o que explicaria um valor menor de QVP. Outra questão é que, mesmo havendo presença de gramíneas e arbustos nas áreas permeáveis de certas calçadas e indivíduos arbóreos dentro das propriedades das vias avaliadas e ruas vizinhas, estes não se fazem tão significativos no cenário a ponto de evidenciar a vegetação e elevar o valor de QVP ao nível das outras duas classes.



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 10 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Baixa em ruas com calçadas arborizadas. Sendo: (A) e (B) exemplos de ruas com indivíduos de pequeno a médio porte, como Lagerstroemia indica, e calçadas com baixa permeabilidade; (C) e (D) exemplo de ruas com proporção de vegetação menor e maior presença de elementos céu e ambiente construído.

Rossetti et al. (2010), ressaltaram alguns fatores que afetam o desenvolvimento das árvores nas urbes, como fiação elétrica e demais equipamentos urbanos distribuídos de maneira incompatível, canteiros com tamanhos reduzidos e construções inadequadas. Os espaços das infraestruturas urbanas também tendem a reduzir o número de árvores nas calçadas, por exemplo a presença de postes que, em média, diminui em cinco árvores, independentemente do tamanho da espécie plantada (DA MATA et al., 2019). Ainda quanto à presença de fiação elétrica, indivíduos de médio porte não são recomendados, uma vez que permanecem entre a zona de alta e baixa tensão, não restando muitas possibilidades de condução para elevar ou rebaixar a copa das espécies, além de haver descaracterização destas e maiores gastos com manutenção (BOBROWSKI; BIONDI, 2016).

Pelas Figuras 10-A e 10-B, é possível perceber que um dos empecilhos encontrados nesta rua é a presença de rede de energia elétrica em ambos os lados da via. No entanto, são

redes compactas, o que possibilita a implantação de árvores de maior porte. Também observa-se que mesmo no caso de ruas com árvores de maior porte que foram classificadas na Classe Baixa, não há problemas evidentes quanto área de canteiro e implantação destes indivíduos ou com questões relacionadas à fiação elétrica, uma vez que nos casos de presença de fiação, é recorrente se apresentarem unilateralmente (Figura 10-C e 10-D), proporcionando, no mínimo, o plantio linear de árvores maiores de um lado das ruas.

Bobrowski et al. (2012), em sua pesquisa avaliando o padrão do plantio na arborização nas ruas de Curitiba, ressaltaram que espécies como *Lagerstroemia indica* (FIGURA 10-A e 10-B), têm sido utilizadas na arborização de calçadas por apresentarem redução de problemas com a estrutura urbana, ocasionando menor grau de conflitos e prejuízos. Essa espécie, além de beleza cênica, é considerada adequada no paisagismo urbano, uma vez que cresce com sucesso em áreas com condições pouco favoráveis ao desenvolvimento de elementos vegetais, com grande poluição do ar, drenagem precária, solo pobre, entre outros fatores (ROY et al., 2019). Contudo, características como a apreciação pela beleza da floração, ou seja, benefícios estéticos, acabam sobressaindo aos benefícios ambientais para esta espécie quando comparadas à indivíduos de grande porte. Martini et al. (2017) verificaram que em calçadas com a espécie de grande porte *Tipuana tipu*, há melhores resultados para as variações da regulação microclimática quando comparada às espécies de menor porte nas calçadas de Curitiba, Paraná. Esses resultados coincidem com os apresentados aqui, uma vez que a maioria das fotografias enquadradas na Classe Alta de QVP apresentavam plantios da espécie *Tipuana tipu*. Desta forma, é possível presumir que espécies de grande porte, se conduzidas de forma adequada, além de fornecer grande qualidade visual, contribuindo com aspectos estéticos, também sobressaem em fatores ecológicos.

Outro ponto a destacar, é que além de benefícios ecológicos e estéticos, árvores de maior porte são consideradas mais seguras, por apresentar menor índices de criminalidade ao não interferir na visão dos passeios e ruas, como pode vir a ocorrer para espécies menores (DONOVAN; PRESTEMON, 2012).

Da Mata et al. (2019), ao avaliar a projeção de copa de árvores de diferentes espécies e tamanhos, na arborização de calçadas na cidade de Irati, Paraná, verificaram que as espécies de grande porte proporcionam maior aumento de área de copa ao longo dos anos, mesmo apresentando menor capacidade de indivíduos a serem plantados. Apesar de árvores de pequeno porte apresentarem um número de árvores de até de 50% maior do que árvores de grande porte, espécies de grande porte podem apresentar área de copa 79% maior.

Considerando o tamanho médio das calçadas deste estudo por Classe de QVP, os valores encontram-se próximos de: Classe Alta de 4,55 m a 10,65 m, Classe Média de 3,91 m a 10,62 m e Classe Baixa de 3,70 m a 10,62 m. Nota-se que a Classe Baixa apresenta a maior variabilidade (FIGURA 11), bem como, os valores mais baixos quanto às dimensões das calçadas. Todavia, esses valores não se distanciam tanto, surgindo assim o questionamento da possibilidade de implantação de espécies de maior porte nessas áreas para geração de níveis de QVP mais altos, assim como maior oferta de serviços ecossistêmicos.

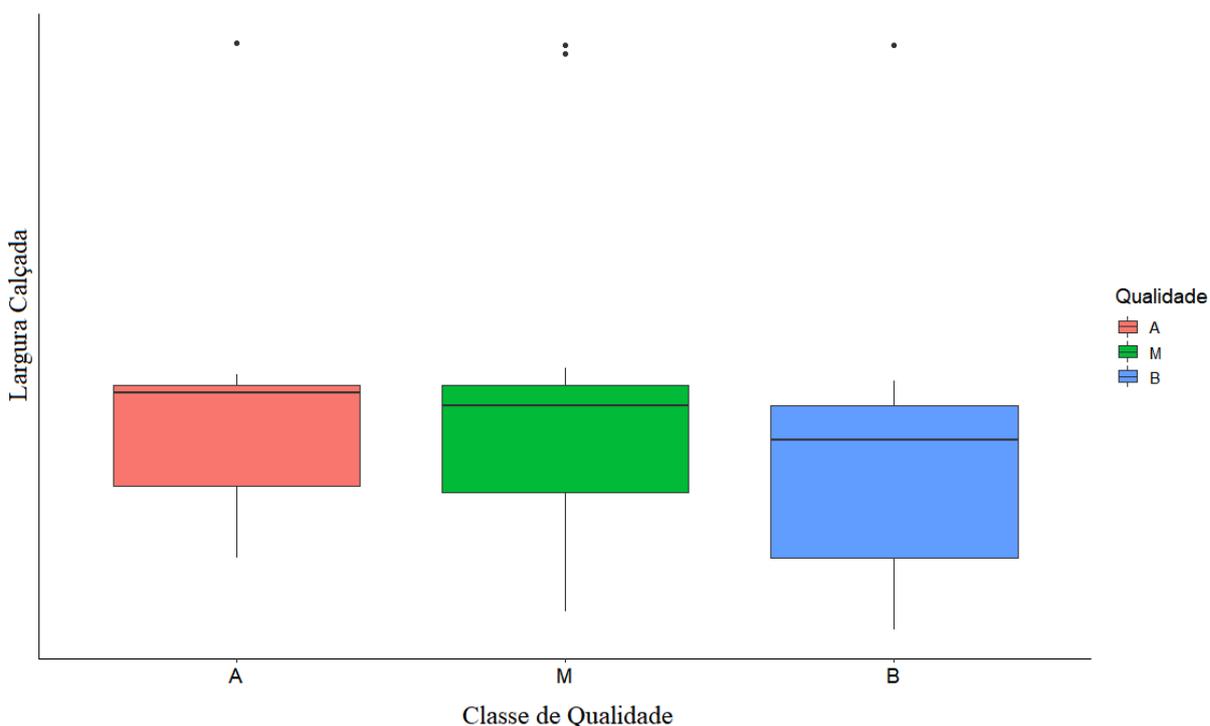


Figura 11 – Variação dos valores de largura de calçadas para as diferentes Classes de Qualidade em ruas arborizadas. Sendo: A – Classe Alta; M – Classe Média; B – Classe Baixa.

Lee et al. (2009) em seu estudo sobre critérios para projetos de paisagens de calçadas com base na percepção emocional, sugerem que a largura da calçada ideal é de 3,50 metros. Além disso, com relação a proporção de vegetação, céu e ambiente construído nas paisagens, os valores recomendados são de 40%, 13% e 47% (somando-se 13% rua, 9% calçadas e 25% construções) respectivamente. Também enfatizam que para desenvolver paisagens de calçadas mais agradáveis, é necessário fornecer árvores e garantir uma largura de passeio lateral adequada.

Jiang et al. (2015) realizaram pesquisa a fim de verificar se um maior número de árvores em ruas residenciais gera aumento na preferência da população, utilizaram de

fotografias panorâmicas e aéreas para avaliar a porcentagem de vegetação presente nas paisagens de ruas arborizadas. Com a pesquisa de preferências quanto a densidade da vegetação, chegaram a resultados que sugerem que, para garantir um nível moderado de preferência, a densidade de cobertura de árvores não deve ser inferior a 41% nas fotografias panorâmicas e 20% nas fotografias aéreas. Evidenciando que os elementos vegetais contribuem de forma positiva nas paisagens urbanas.

Considerando os resultados destes estudos e comparando com as médias das proporções de ambiente construído, vegetação e céu das ruas arborizadas para a estação verão (49,29%, 30,97% e 19,74%), nota-se que os valores são próximos aos encontrados por Lee et al. (2009) e a proporção de vegetação vai de encontro com os achados de Jiang et al. (2015). Também, ao considerar a largura das calçadas nestas paisagens, o valor médio encontra-se acima de 6 metros, o que garante um bom espaço para inserção de um passeio adequado bem como proporções satisfatórias para o desenvolvimento dos indivíduos arbóreos na maioria destas ruas avaliadas.

Outro ponto, é que os resultados demonstram que paisagens com a presença elevada de elementos do ambiente construído proporcionam valores de QVP mais baixos, o que vai de encontro com os resultados obtidos por Gavrilidis et al. (2016) e Bobrowki et al. (2010), em que se obteve menores valores para paisagens onde ocorria urbanização e conseqüente depreciação visual da paisagem natural. Gavrilidis et al. (2016) argumentaram que áreas com alta densidade de moradias coletivas demonstram tendência para uma qualidade do ambiente menor, em vista de locais com casas individuais, que comumente são acompanhadas por espaços como jardins, atribuindo maiores quantidade de “verde” nestes bairros. Contudo, Bastarz (2009), em seu estudo relacionado às preferências da paisagem na cidade de Morretes, Paraná, encontrou valores altos na qualidade das paisagens para cenários com elementos de infraestrutura e edificações quando estas se apresentavam em estilo antigo, integrando-se aos elementos naturais. Deste modo, faz-se necessário ressaltar a importância de pesquisas qualitativas, relacionadas à percepção e preferência do público, verificando se estes vão de encontro com a análise técnica, uma vez que nem sempre elementos inertes são percebidos de maneira negativa.

5.2.2. Análise Técnica da Qualidade Visual da Paisagem de calçadas não arborizadas

Nota-se que a maior parte das paisagens de calçadas não arborizadas apresenta qualidade visual média, somando quase metade das fotografias avaliadas, e a menor parte baixa

(FIGURA 12). Das 72 fotografias pertencentes ao banco de dados de ruas com calçadas não arborizadas, 17 (23,6%) tiveram QVP classificada como Alta (A), 30 (41,7%) como Média (M) e 25 (34,7%) como Baixa (B) (TABELA 4). Também, é notável que os valores que apresentam maior variação são os pertencentes à classe Alta, com coeficiente de variação de 3,96% (FIGURA 13).

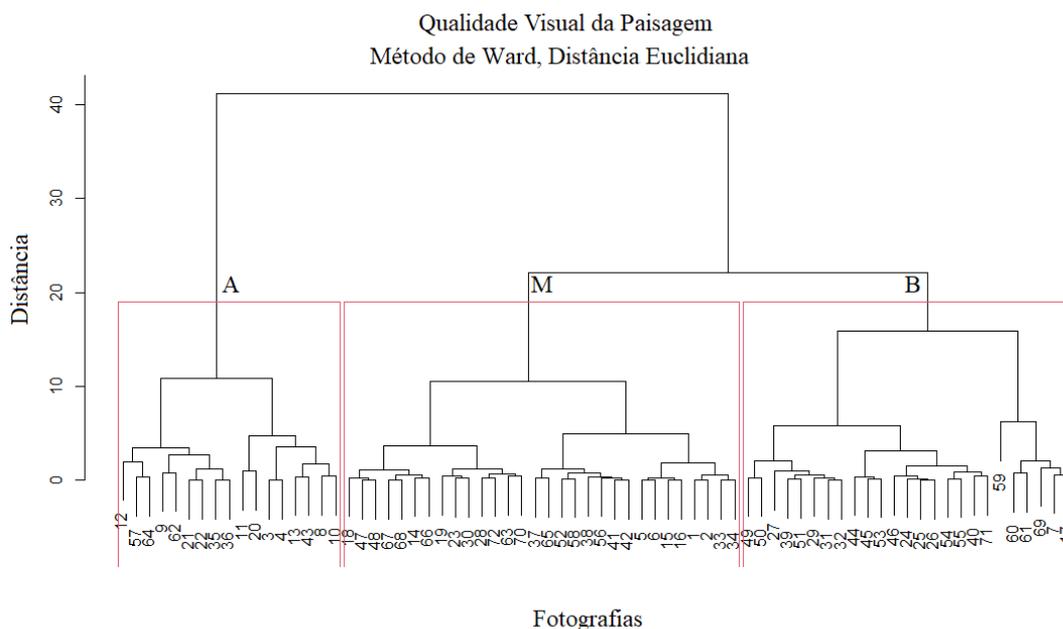


Figura 12 – Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*) das Paisagens de ruas com calçadas não arborizadas, com correlação cofenética igual a 0,61. Sendo: A – Qualidade Visual da Paisagem Alta; B – Qualidade Visual da Paisagem Baixa; M – Qualidade Visual da Paisagem Média.

Tabela 4. Estatística descritiva para qualidade visual das paisagens avaliadas em ruas com calçadas não arborizadas.

	Total	Classe Alta	Classe Média	Classe Baixa
Número de Fotos	72	17	30	25
Valor Relativo (%)	100	23,6	41,7	34,7
Média QVP	120,80	131,77	121,42	113,25
Coefficiente de Variação (%)	6,61	3,96	2,21	3,02

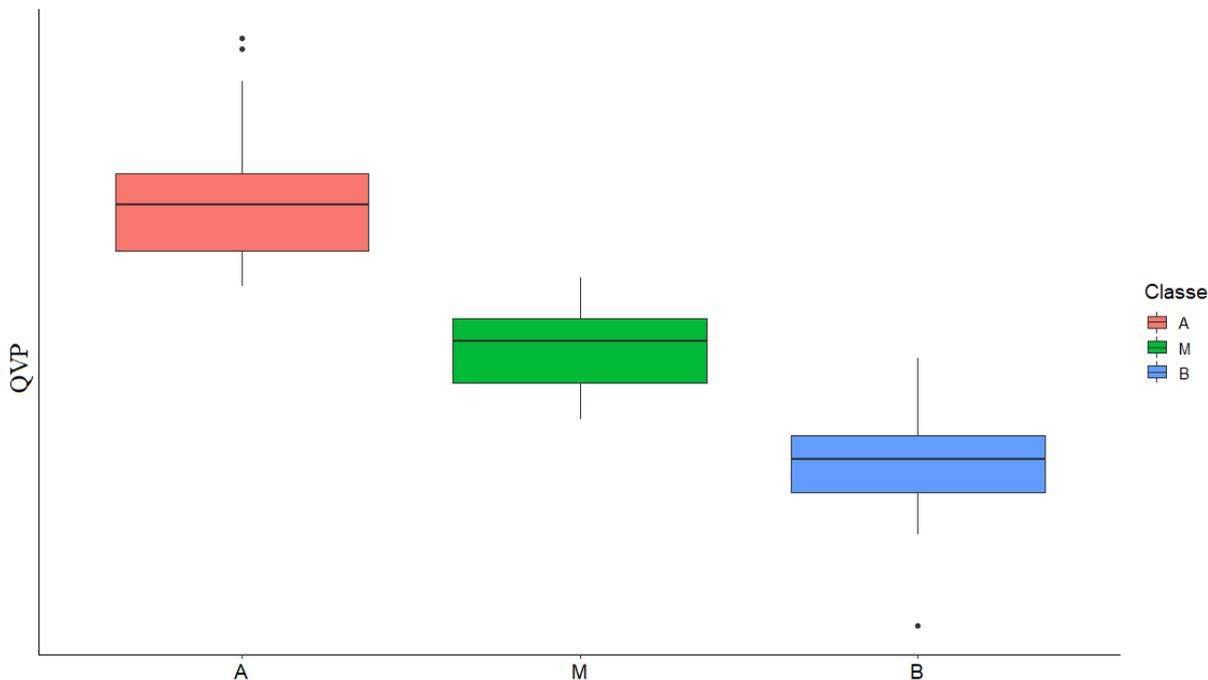


Figura 13 – Variação dos valores da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para as diferentes Classes de Qualidade em ruas não arborizadas. Sendo: A – Qualidade Visual da Paisagem Alta; M – Qualidade Visual da Paisagem Média; B – Qualidade Visual da Paisagem Baixa.

De maneira geral, as paisagens pertencentes à classe de qualidade Alta (FIGURA 14), demonstram que essas áreas contêm presença de alguns indivíduos arbóreos, todavia, sem um planejamento adequado. Não há padrão de plantio com as espécies inseridas, espaçamento ou uniformidade. Pode-se verificar espécies como *Araucaria angustifolia*, *Cupressus sempervires*, *Syagrus rommanzoffiana*, dentre outras. Além desse fator, os valores mais elevados de QVP podem ser explicados pela presença de árvores dentro das propriedades, em espaços como quintais ou jardins, que se tornam mais visíveis dependendo da inclinação da rua em relação ao ponto de tomada da fotografia.



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 14 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Alta em ruas com calçadas não arborizadas. Sendo: (A), (B), (C) e (D) exemplos de ruas com diferentes espécies presentes nas calçadas e dentro das propriedades e diferentes inclinações das ruas em relação ao ponto de tomada da fotografia.

Já as paisagens enquadradas na classe Média de qualidade (FIGURA 15), apresentam menor presença de indivíduos arbóreos em relação à classe Alta. Contudo, seu valor superior à classe Baixa também pode ser justificado pela presença de vegetação na vizinhança como um todo. Alguns ângulos das fotografias proporcionam um campo de visão mais amplo, para além da visão da rua, o que acaba influenciando no valor final da porcentagem de vegetação nas fotografias avaliadas.



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 15 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Média em ruas com calçadas não arborizadas. Sendo: (A), (B), (C) e (D) exemplos de ruas com diferentes espécies presentes nas calçadas e dentro das propriedades e diferentes inclinações das ruas em relação ao ponto de tomada da fotografia.

As fotografias agrupadas na classe de QVP Baixa, apresentaram elevado valor de ambiente construído e céu (FIGURA 16), variando entre 42% a 81,2% e para céu entre 16,4% a 42,6%. Nota-se que as construções são mais adensadas, não havendo tanta preocupação ou até mesmo grandes espaços para inserção de jardins ou quintais nestas áreas, o que torna as extensões permeáveis nas calçadas com gramíneas e canteiros basicamente as únicas porções de vegetação nas paisagens.



(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 16 – Fotografias de Paisagens classificadas como Qualidade Baixa em ruas com calçadas não arborizadas. Sendo: (A), (B), (C) e (D) exemplos de ruas com maior adensamento de construções, menores áreas permeáveis nas calçadas e pouca presença de jardins dentro das propriedades.

É notável que nos cenários de ruas com calçadas não arborizadas há menor cuidado com a infraestrutura das vias em relação às paisagens com calçadas arborizadas, não havendo planejamento para inserção de elementos vegetais nestes ambientes. Também se observa que estes locais são em sua maioria residenciais com pouca ou quase nenhuma presença de prédios ou construções de elevada altura. São áreas com padrão construtivo de menor qualidade, com infraestruturas mais antigas, e em determinadas situações em condições mais precárias. No entanto, é perceptível que pelas dimensões das estruturas presentes, há possibilidade do planejamento e realização do plantio de árvores nas calçadas (3,43 m a 6,93 m), o que poderia amenizar o impacto visual gerado pelos elementos inertes e suas condições. Outro ponto observado e considerado positivo, é que nesses ambientes há presença expressiva de espécies nos jardins/quintais, o que contribui para a qualidade visual das paisagens destas ruas.

Schroeder e Cannon Jr. (1987), em seu estudo de qualidade visual de ruas residenciais, destacaram a importância tanto das árvores presentes em calçadas quanto daquelas cultivadas em quintais/jardins. Para eles, as árvores em calçadas devem continuar a ter alta prioridade no manejo de árvores urbanas, todavia, a formação de programas de incentivo aos proprietários de casas, encorajando-os e auxiliando-os no plantio e cuidados de indivíduos arbóreos em suas propriedades, também pode agregar grandes benefícios estéticos para o público, uma vez que ambos os modelos de plantios contribuem significativamente para a qualidade visual destes ambientes.

Como já levantado nas discussões para ruas arborizadas, além dos benefícios estéticos, amenizando o impacto visual, os serviços ecossistêmicos gerados pelas árvores e a melhoria da qualidade de vida também devem ser destacados. Armson et al. (2012), em sua pesquisa sobre o efeito da sombra das árvores e da grama nas temperaturas das superfícies em uma área urbana, a partir de seus resultados, verificaram que tanto árvores quanto a presença de grama podem proporcionar resfriamento do ambiente, contribuindo na redução de ilhas de calor. Contudo, advertiram que a grama demonstra pouco efeito sobre as temperaturas locais do ar, assim, não fornece grande efeito sobre o conforto térmico humano, o que espécies arbóreas podem proporcionar ao projetarem sombras e um resfriamento de local eficaz.

Deste modo, vale ressaltar a importância de calçadas que apresentem uma estrutura adequada tanto para o desenvolvimento de espécies arbóreas, quanto áreas permeáveis, oferecendo maiores áreas com gramíneas e, conseqüentemente, contribuindo para amenizar problemas relacionados ao clima, poluição, escoamento superficial, auxiliando no aumento da biodiversidade e na conectividade das paisagens, redução de ruídos, melhorias da saúde física e mental das pessoas, valorização de imóveis entre outros benefícios de cunho ambiental, social e econômico (VAILSHERY et al., 2013; MULLANEY et al., 2015; NESBITT et al., 2017). Assim, torna-se cada vez mais necessário compreender como o público que frequenta esses ambientes atribui importância a natureza urbana em um contexto em que os serviços ecossistêmicos para os seres humanos são muitas vezes difíceis de serem perceptíveis ou mensuráveis (ORDÓÑEZ et al., 2017).

5.3. Distinções da Qualidade Visual da Paisagem

Constatou-se diferenças significativas (p -valor < 0,01) entre a qualidade visual da paisagem considerando o ângulo da fotografia, as estações do ano e as zonas residenciais (TABELA 5, Anova A e B), para calçadas arborizadas, sem interação entre os fatores

analisados. Com relação às ruas não arborizadas, constatou-se haver diferença significativa (p -valor $<0,01$) apenas entre zonas residenciais (TABELA 5, Anova C).

Tabela 5. Análise de Variância da Qualidade Visual da Paisagem de calçadas de Curitiba, Paraná, considerando três diferentes abordagens para calçadas arborizadas (Anova A e B) e calçadas não arborizadas (Anova C).

Anova A					
Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Blocos – Ângulo das fotografias	1	46609	46609	63,05*	0
Fator 1 – Estação	3	24939	8313	11,24*	0
Fator 2 – Zoneamento	3	17352	5784	7,82*	4,0 ⁻⁵
Estação x Zoneamento	9	7054	784	1,06*	3,9 ⁻¹
Resíduos	559	413204	739		
Total	575	509157	Shapiro-Wilk (p -valor = 0,33); CV:13,65%		
Anova B					
Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Blocos – Estações	3	24939	8313	11,356*	3,0 ⁻⁷
Fator 1- Ângulo da Foto	1	46609	46609	63,669*	0
Fator 2 – Zoneamento	3	17352	5784	7,901*	3,6 ⁻⁵
Ângulo da Foto x Zoneamento	3	6650	2217	3,028*	2,9 ⁻²
Resíduos	565	413608	732		
Total	575	509157	Shapiro-Wilk (p -valor = 0,18); CV: 13,58%		
Anova C					
Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Blocos – Ângulo da fotografia	1	8,30 ⁻¹⁰	8,30 ⁻¹⁰	1,1449	0,285
Fator 1 – Estação	3	3,89 ⁻⁸	1,29 ⁻⁸	17,8925	0,019
Fator 2 – Zoneamento	3	7,25 ⁻⁹	2,41 ⁻⁹	3,3323	0,000
Estação x Zoneamento	9	7,10 ⁻⁹	7,89 ⁻¹⁰	1,0883	0,369
Resíduos	559	4,05 ⁻⁷	7,25 ⁻¹⁰		
Total	575	4,95⁻⁷	Shapiro-Wilk (p -valor = 0,48); CV: 0%		

Nota: GL: Graus de Liberdade; SQ: Soma de Quadrado; QM: Quadrado Médio; F: Valor de F; Pr>F: Probabilidade de F.

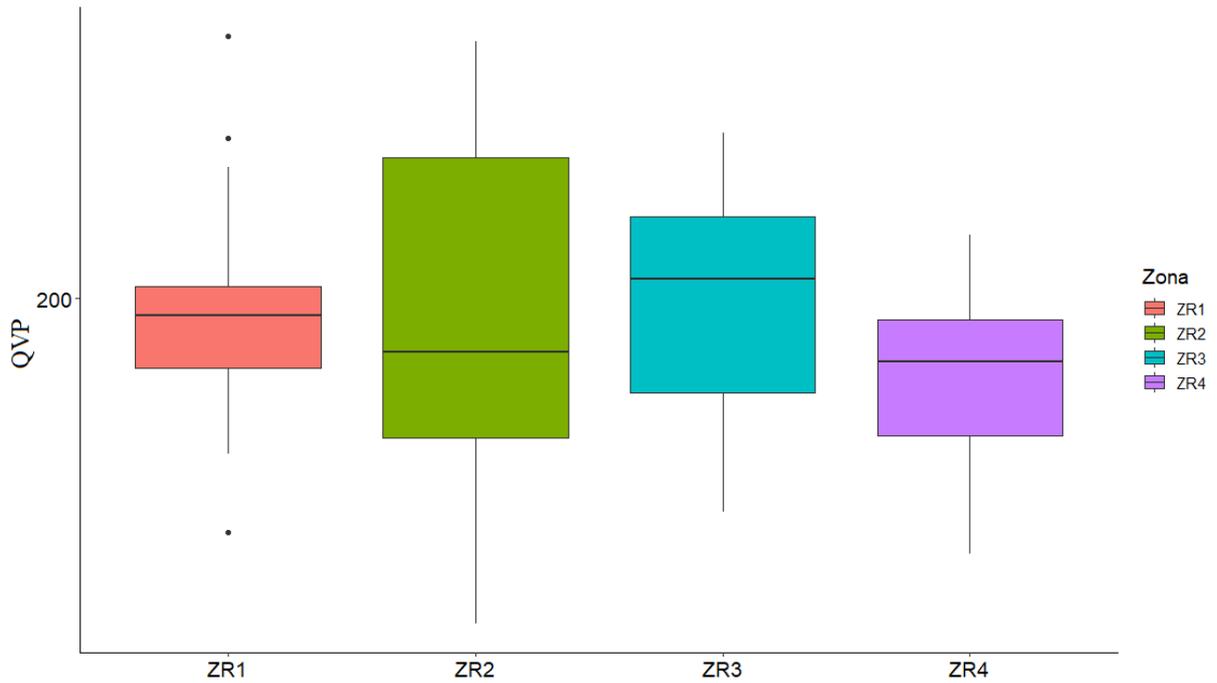
5.3.1. Análise da Qualidade Visual da Paisagem por Zonas Residenciais

Ao analisar a influência das Zonas Residenciais sobre a QVP de ruas com calçadas arborizadas (TABELA 6), observou-se que a Zona Residencial 4 (ZR4) difere estatisticamente das demais, apresentando a menor média. Além disso, constatou-se que a ZR4 foi a única a não ter nenhuma fotografia classificada como Classe Alta de QVP (APÊNDICE 1 e FIGURA 6). Já nas ruas com calçadas não arborizadas, constatou que a Zona Residencial 1 (ZR1) diferiu significativamente das demais, apresentando maior média. Na Figura 17-A, é possível observar as menores médias da ZR4 nas ruas arborizadas, bem como na Figura 17-B nota-se os valores mais elevados da ZR1 para ruas não arborizadas. Além disso, é possível visualizar a maior variabilidade entre os dados para a ZR2 em ambos os casos.

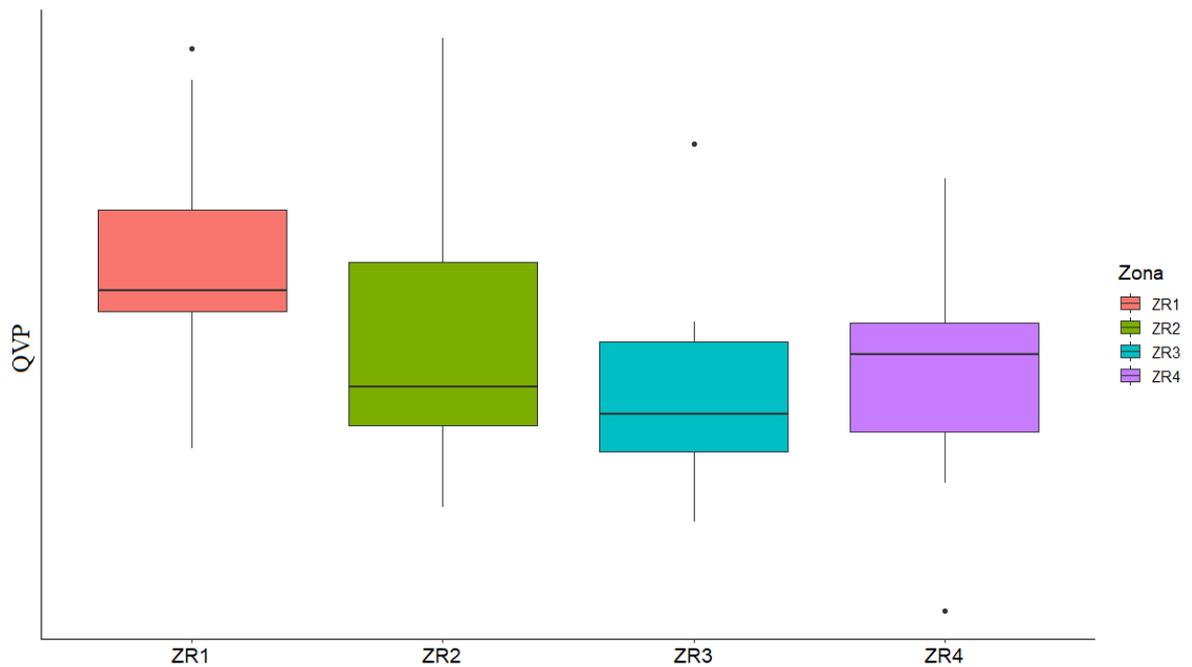
Tabela 6. Teste de Tukey para diferentes Zonas Residenciais em ruas com calçadas arborizadas e não arborizadas.

Quanto ao Zoneamento					
Ruas Arborizadas			Ruas Não Arborizadas		
Tratamentos	Médias		Tratamentos	Médias	
ZR3	204,54	a	ZR1	125,23	a
ZR1	201,45	a	ZR2	121,24	b
ZR2	200,92	a	ZR3	120,55	b
ZR4	190,04	b	ZR4	119,77	b

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de significância.



(A)



(B)

Figura 17 – Variação dos valores da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para as diferentes Zonas Residenciais (ZR1, ZR2, ZR3 e ZR4) em ruas arborizadas e não arborizadas.

Apesar da ZR4 apresentar indivíduos de grande porte, os resultados de um menor valor de QVP em relação as demais zonas pode ser justificado por esta apresentar alguns segmentos

de ruas com construções de alturas mais elevadas, evidenciando maior proporção de construções na composição das paisagens das fotografias analisadas. Isso é justificável, pois, conforme a Lei Municipal nº15.511/2019, a ZR4 caracteriza-se por predominância residencial de média densidade de ocupação e prioritariamente ocupação com habitação coletiva e comércios e serviços de atendimento, permitindo edifícios habitacionais básicos com alturas entre 6 pavimentos e com recuo frontal de 5 m. Além disso, é notável a falta de um padrão nos plantios dos canteiros, não havendo reposição de mudas após a retirada de indivíduos que apresentaram algum tipo de risco ou que foram afetados por algum evento de origem natural ou antrópica. Observou-se que em alguns casos, os elementos arbóreos apresentam podas drásticas, o que eventualmente ocasionaram redução da proporção de vegetação nas imagens obtidas, bem como indivíduos com perda de vigor, seja por senescência, ataque por erva-de-passarinho ou intervenções (FIGURA 18).



Figura 18 – Fotografias de Paisagens de Ruas com Calçadas Arborizadas pertencentes à Zona Residencial 4.

A poda é uma das atividades de manutenção mais importante, causando um grande impacto na estrutura das árvores a curto e longo prazo. Quando realizada de forma inadequada, pode gerar riscos, comprometendo a capacidade fitossanitária dos indivíduos arbóreos, além de

perda do valor estético, comprometendo conseqüentemente o valor da qualidade da paisagem urbana (BADRULHISHAM; OTHMAN, 2016). Bobrowki et al. (2017), em seu estudo também realizado na cidade de Curitiba, Paraná, avaliando a morfometria de espécies florestais plantadas em calçadas, constataram que práticas de poda podem gerar menores valores de proporção de copa para espécies de grande porte, ao almejar reduzir ao máximo de galhos que venham a entrar em conflito com as estruturas urbanas, como exemplo a *Tipuana tipu*. A necessidade de podas intensas, com remoção de grande volume de copa, geram impactos visuais e descaracterização da arquitetura típica da espécie.

É interessante observar que o estudo se mostrou condizente, uma vez que não fora realizada uma análise das condições das estruturas das árvores, contudo, os cálculos de QVP foram capazes de apontar a redução da qualidade em ambientes com indivíduos arbóreos comprometidos ou com sua distribuição alterada nas paisagens.

Outro ponto a se destacar, é com relação ao adensamento urbano. Estudos apontam que a demanda por espaços de convivência nas cidades em crescimento está aumentando e uma das estratégias encontradas para solucionar esta questão é o adensamento de bairros existentes. Entretanto, o adensamento implica no aumento de áreas impermeáveis, podendo representar uma ameaça ao espaço verde urbano, além de proporcionar maior vulnerabilidade à ocorrência de inundações/enchentes em momentos de precipitação extrema, impacto nas medidas de eficiência energética com a perda de radiação solar e menor disponibilidade de luz do dia, formação de ilhas de calor e aumento no consumo de energia elétrica. Uma forma de melhorar o equilíbrio natureza-urbanização é por meio de um planejamento urbano sustentável, uma vez que as árvores fornecem serviços importantes para o controle da qualidade do ar e regulação do fluxo hídrico (KONG et al., 2014; HAALAND; VAN DEN BOSH, 2015; LÓPEZ et al., 2016; GRÉT-REGAMEY et al., 2020). Nota-se que a ZR4, apesar de apresentar indivíduos de grande porte, que tendem a fornecer maiores benefícios, ruas com calçadas com espaços consideráveis de canteiro e presença de gramíneas, ainda assim apresentou os menores valores de QVP. Pode-se supor que além do efeito das atividades como poda excessiva, o adensamento destas áreas também pode estar atrelado ao comprometimento dos elementos vegetais presentes nestes ambientes, de forma a reduzir expressão de sua qualidade, gerando impactos ambientais e visuais.

Com relação às ruas não arborizadas, os resultados podem ser justificados devido a ZR1 apresentar características como maior presença de indivíduos arbóreos nas calçadas das ruas em avaliação, bem como vegetação nos recuos frontais e em quintais residenciais em

comparação às outras zonas. Além disso, há maior presença de vegetação na vizinhança, como ocorreu para alguns casos de paisagens avaliadas com Qualidade Alta, sendo estas visíveis no campo de visão do observador, elevando a proporção de vegetação na avaliação da QVP. Também é notável grande presença de canteiros com espécies arbustivas e presença de gramíneas, em alguns casos, havendo ausência de passeio para pedestres nestas calçadas (FIGURA 19).



Figura 19 – Fotografias de Paisagens de Ruas com Calçadas Não Arborizadas pertencentes à Zona Residencial 1.

5.3.2. Análise da Qualidade Visual da Paisagem por Estação

Para a estação inverno constatou-se diferença significativa na QVP em relação às demais estações do ano (p -valor $<0,01$). Isso pode ser justificado pelo período caracterizar-se como a época de perda de folhas, para algumas espécies, e menor vigor, influenciando diretamente na proporção de vegetação das paisagens (CORDEIRO et al., 2017). Quanto às ruas não arborizadas, nota-se que o outono teve maior média, o que pode ser considerado um resultado inesperado em um primeiro momento. Contudo, esses resultados podem ser justificados em uma análise mais criteriosa das fotografias, pela presença de espécies

perenifólias nos jardins das residências das ruas avaliadas, desta forma, os valores não se alteraram tanto com relação às estações Verão e Primavera.

Tabela 7. Teste de Tukey para diferentes estações do ano em ruas com calçadas arborizadas e não arborizadas.

Quanto às Estações					
Ruas Arborizadas			Ruas Não Arborizadas		
Tratamentos	Médias		Tratamentos	Médias	
Primavera	206,94	a	Outono	122,96	a
Verão	202,26	a	Primavera	121,85	ab
Outono	198,72	a	Verão	121,41	ab
Inverno	189,02	b	Inverno	120,57	b

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de significância.

Além disso, para ruas arborizadas, observa-se que as estações Verão e Primavera apresentaram valores superiores, uma vez que o período se apresenta como propício para espécies, seguindo seu ciclo de florescimento e condições das folhas. No entanto, é notável que a estação Primavera apresentou a maior média. Isso pode ser justificado pelas condições de coletas das fotografias na estação Verão, que sofreram com as interferências climáticas. Sendo que, durante esse período, Curitiba passa por mudanças repentinas do clima ao longo do dia, fazendo com que a presença de nuvens em certos momentos influenciassem na qualidade final apresentada nas fotografias da coleta desta estação. Isso pode ser verificado pela Figura 20-B, a qual foi a única a apresentar influência de luz e sombra na fotografia, o que não ocorre com tanta intensidade nas Figuras 20-A, 20-C e 20-D.

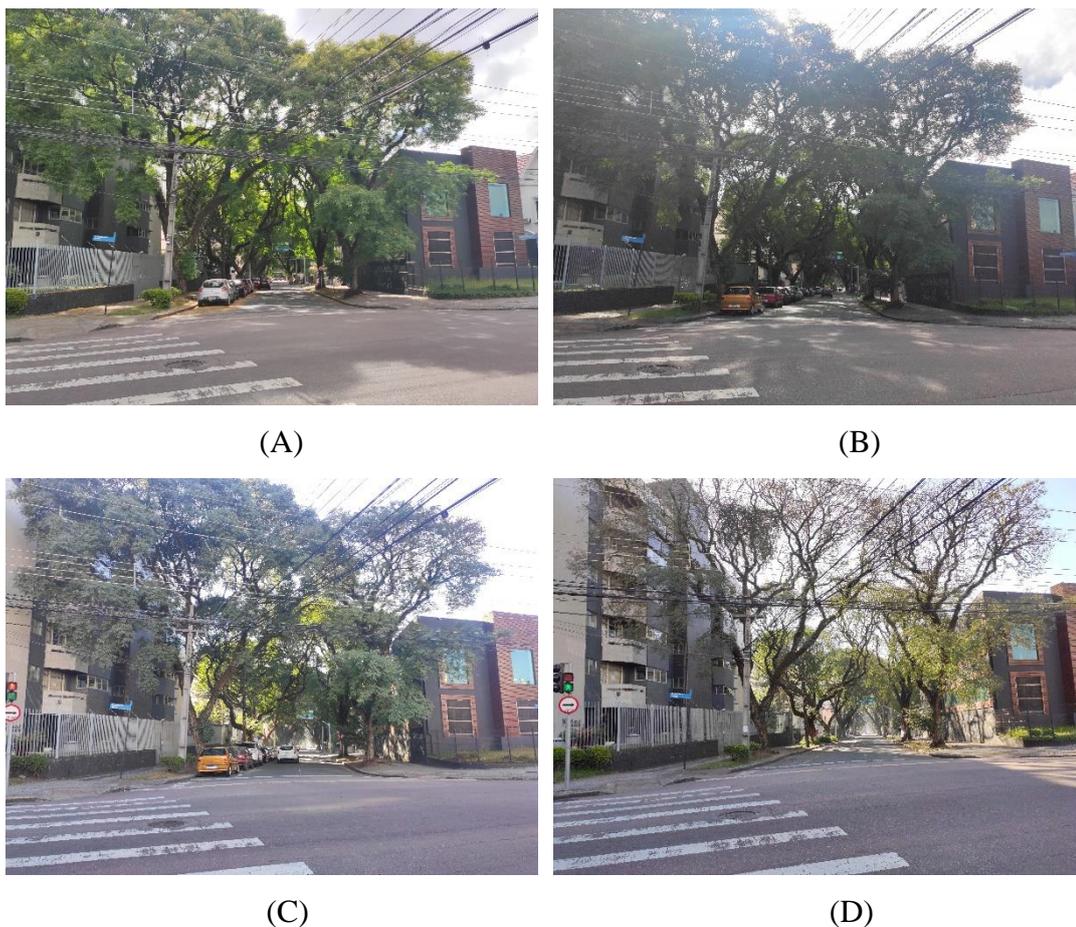


Figura 20 – Fotografias da Rua Fernando Amaro registradas em diferentes estações, sendo: (A) - Primavera; (B) - Verão; (C) - Outono; e (D) - Inverno.

Ao levar em consideração os valores de IAF adquiridos das fotografias hemisféricas nas estações Verão e Inverno, períodos extremos do ciclo fisiológico para as plantas, as médias apresentadas foram de 0,33 e 0,10, respectivamente. Nota-se uma queda drástica que vai de acordo com os valores de QVP apresentados nas imagens em perfil transversal. Estudos relacionados ao IAF em florestas secundárias subtropicais e tropicais úmidas, como o de Zhu et al. (2016) e Wirth et al. (2001), corroboram com estes resultados, uma vez que observaram que as espécies decíduas têm um efeito significativo na variação do IAF. Como o inverno é o principal período de senescência foliar destas espécies, os valores tendem a reduzir. Também destacam que espécies decíduas e suas proporções desempenham um papel importante nas variações do IAF ao longo das estações, afetando significativamente as mudanças dos valores do verão para o inverno.

Por outro lado, observando os resultados para além da Qualidade Visual da Paisagem, a redução dos valores de IAF na estação Inverno podem ser um ponto positivo considerando o clima da região, com invernos rigorosos, com excesso de umidade que podem ocasionar danos

às construções. Martini et al. (2017), em seu estudo em Curitiba, Paraná, verificaram que o arranjo paisagístico contendo indivíduos de *Tipuana tipu* plantadas em ambos os lados da via, de modo a formar um túnel pelas copas entrelaçadas, é considerada a melhor escolha quando se procura o microclima mais agradável em todas as estações do ano. Isso se deve, uma vez que há maior retenção da umidade e fornecimento de sombra no verão e maior radiação solar sobre ruas e edifícios ao entorno no inverno, por se tratar de uma espécie caducifólia, assim, ao perder suas folhas permite maior entrada de luz, aquecendo a atmosfera. Também constataram que a maior diferença na temperatura das ruas avaliadas foi na estação verão (2,51 °C) e a menor no inverno (1,23 °C), destacando que esses resultados contribuem favoravelmente sobre o papel da vegetação e da Silvicultura Urbana na regulação microclimática, atenuando altas temperaturas nas vias, sem ocasionar resfriamento significativo no inverno.

Deve-se enfatizar que as mudanças de temperatura e valores de umidade podem afetar o sequestro de carbono nas cidades. De Oliveira et al. (2017), em seu estudo relacionado ao sequestro de carbono e ilhas de calor urbanas nas cidades de Rio de Janeiro, São Paulo, Brasília e Belo Horizonte, destacaram que os valores de temperatura variam em função da sazonalidade. Deste modo, o verão apresenta temperaturas mais elevadas devido a maior intensidade da radiação e maior concentração de umidade com períodos mais chuvosos, ocasionando maior atividade fotossintética da vegetação e maiores níveis de sequestro de carbono. Já no inverno, o processo é inverso. Apesar das condições não serem as mesmas, pode-se considerar efeito semelhante para Curitiba, Paraná.

Já com relação as ruas não arborizadas, outro ponto a ser ressaltado, é com a questão do valor médio de QVP do Outono se sobressair em uma diferença pequena as demais estações, o que pode ser explicado pela provável condição do clima do período, com fotografias não sofrendo tanta interferência da luz solar que é mais intensa principalmente no Verão, semelhante ao que ocorreu nas ruas com calçadas arborizadas, em que as médias para Primavera foram maiores que as do Verão, provavelmente pela influência do contraste de sombras. Ao observar a Figura 21-B, percebe-se a presença de algumas nuvens no cenário, ocasionando este efeito e gerando valores menores de QVP para a estação Verão com relação ao Outono e Primavera. Outra questão analisada, é que apesar do Outono apresentar maior média, os valores entre as estações não são tão discrepantes. E considerando as condições dessas paisagens de ruas com calçadas sem um padrão de arborização, a baixa proporção de vegetação acaba por não se modificar drasticamente dos períodos mais favoráveis para os menos propícios às espécies florestais.



Figura 21 – Fotografias da Rua Pretextato Tabor Júnior registradas em diferentes estações, sendo: (A) - Primavera; (B) - Verão; (C) - Outono; e (D) - Inverno.

Por meio do mapa perceptual obtido (FIGURA 22), nota-se maior correspondência entre as estações Verão, Primavera e Outono e, é possível perceber o distanciamento dos valores da estação Inverno com relação às demais, principalmente para dados de ruas com calçadas arborizadas. Os resultados são condizentes uma vez que o período apresenta queda na proporção de vegetação. Ademais, a estação Primavera encontra-se mais próxima da classe Alta de QVP, reafirmando o que já foi discutido nos tópicos anteriores. Ao mesmo tempo que as ruas sem arborização adequada apresentam, quando comparadas com as arborizadas, maior correspondência com à classe baixa de QVP. Esses resultados colaboram para a ampliação das discussões sobre a importância das árvores no ambiente urbano e a maior necessidade de planejamento. Elsadek et al. (2019) enfatiza em seu estudo em Xangai, sobre a influência das árvores urbanas à beira de ruas e estradas, destacando a importância do aumento de cobertura desses elementos para a saúde pública, contribuindo com benefícios psicológicos ao reduzir os

níveis de estresse e ansiedade da população, bem como contribuindo para regulação microclimática.

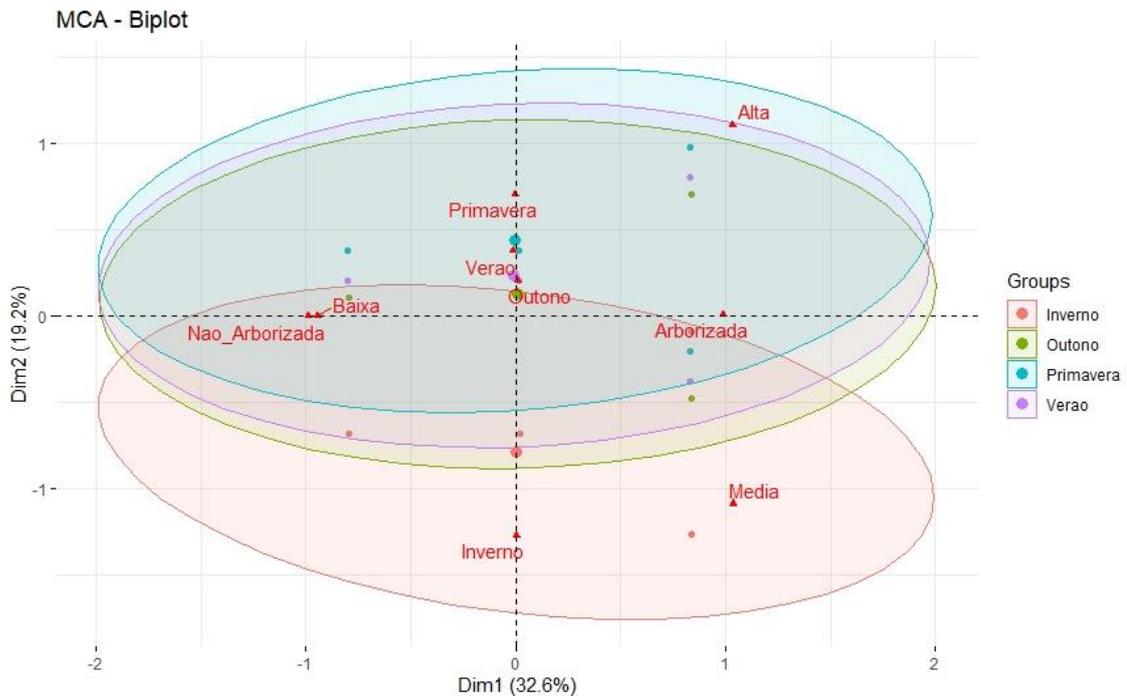


Figura 22 – Análise de Correspondência Múltipla (MCA) para valores de QVP em diferentes estações e condições arborização de ruas.

Essas melhorias no clima do ambiente urbano podem ser ressaltadas por Martini et al. (2013), em seu estudo na cidade de Curitiba, Paraná, no qual enfatizaram sobre a importância da arborização de ruas, comprovando quantitativamente que a vegetação arbórea proporciona um microclima mais ameno em todas as estações do ano, com valores menores de temperatura máxima e mínima e mais elevados de umidade relativa, havendo menor amplitude de variação.

Ambientes mais atrativos tanto em questões ecológicas quanto visuais/estéticas são capazes de atrair maior público a utilizar esses locais para lazer, deslocamento ou prática de exercícios, ao aumentar a caminhabilidade destes ambientes (Yin; Wang, 2016; Yin, 2017; TSAI et al., 2016; WANG et al., 2021). Será necessário que os gestores estejam preparados num futuro próximo para atender as demandas e necessidade do público que frequenta diariamente as ruas. Estudos de percepção presentes na literatura (WARTMANN et al., 2021; GWEDLA; SHACKLETON, 2019;) reafirmam ao longo dos últimos anos que as pessoas se mostram mais atentas à questões relacionadas à importância da vegetação nas urbes.

5.3.3. Análise da influência do ângulo de tomada das fotografias

Ao avaliar-se a influência das Zonas Residenciais sobre os Ângulos das fotografias (TABELA 8), foi possível observar que para o Ângulo 1, as zonas ZR1 e ZR4 diferem-se estatisticamente e para o Ângulo 2 as zonas ZR2 e ZR1, ZR3 e ZR2 e ZR4 e ZR1 são iguais.

Tabela 8. Teste de Tukey para a influência das Zonas Residenciais sobre o Ângulo 1 e 2 das fotografias em ruas com calçadas arborizadas.

Ângulo 1			Ângulo 2		
Tratamentos	Médias		Tratamentos	Médias	
ZR1	197,81	a	ZR3	216,77	a
ZR2	192,32	ab	ZR2	212,52	ab
ZR3	189,31	ab	ZR1	205,1	bc
ZR4	181,52	b	ZR4	198,55	c

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de significância.

Também, ao avaliar-se o inverso, a influência dos Ângulos das fotografias sobre as Zonas Residenciais, com o Teste de Tukey, evidenciou-se diferenças nas ruas arborizadas entre ângulos e zonas residenciais ZR2, ZR3 e ZR4 (TABELA 9).

Tabela 9. Teste de Tukey para averiguar influência dos Ângulos 1 e 2 sobre Zonas Residenciais.

ZR1			ZR2		
Tratamentos	Médias		Tratamentos	Médias	
Ângulo 1	197,81	a	Ângulo 2	212,52	a
Ângulo 2	205,1	a	Ângulo 1	189,31	b
ZR3			ZR4		
Tratamentos	Médias		Tratamentos	Médias	
Ângulo 2	216,77	a	Ângulo 2	198,55	a
Ângulo 1	192,32	b	Ângulo 1	181,55	b

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de significância.

Com estes resultados, percebe-se que o ângulo escolhido não interfere consideravelmente nos valores de QVP, contudo, ao avaliar-se por Zonas, há diferenças. O Ângulo 2 (mais próximo) apresenta valores superiores de QVP. Isso pode ser explicado por

reduzir a proporção de céu e ambiente construído nas fotografias. Além disso, há diferença entre as características das Zonas, variando forma e porte dos indivíduos e nas estruturas urbanas, o que conseqüentemente influenciará na paisagem das fotografias (FIGURA 23).



(A1)



(A2)

Figura 23 – Fotografias de Paisagens de Ruas com Calçadas Arborizadas em diferentes ângulos, sendo: A1 – Ângulo 1 e A2 – Ângulo 2.

O enquadramento determina o espaço fotográfico e pode traduzir uma paisagem em imagem. Também, as relações espaciais de distância e posicionamento estão conectadas diretamente com o ângulo e plano escolhidos, uma vez que a proporção dos elementos recebe influência de como o espaço é concebido. Ou seja, o enquadramento influencia na manutenção da escala ou sua distorção, assim como a escala interfere no que se é capturado no enquadramento ou deixado de fora. E o tipo de enquadramento (horizontal, vertical), determina o peso na imagem, a proporção e a direção do olhar. Além disso, a distância física também é um fator a ser considerado na influência do ângulo de visão de uma fotografia, conseqüentemente na composição da imagem, podendo fazer alguns elementos desaparecerem

ou aumentarem e/ou diminuïrem as proporções de outros, realçando ou reduzindo (DE ALMEIDA MOURA, 2018).

A fotografia está muito além da utilização para ilustração de textos, ofertando múltiplas alternativas à pesquisa científica. As metodologias visuais mostram-se eficientes e possibilitam alinhamento a outros métodos de pesquisa, tanto quantitativos como qualitativos (GODOY; LEITE, 2019). Nessa linha, Svobodova et al. (2014), em seu estudo atentam para a questão de que em uma avaliação de preferências visuais utilizando-se de fotografias, o conteúdo presente nestas não é o único fator a se considerar. A composição da fotografia também afeta as preferências visuais. Fotografias que apresentam o horizonte no terço inferior da imagem, automaticamente terão a ênfase da paisagem voltada para o céu, sendo o olhar do observador atraído para este e a paisagem contendo outros elementos desempenhará apenas um papel complementar na cena. O mesmo ocorre para o caminho inverso, quando o horizonte é colocado no terço superior da fotografia.

A maneira como estes fatores se apresentam em uma fotografia também influencia no grau do impacto visual. A expressão de um objeto é reduzida quando sua percepção visual diminui, o design menos destacado também terá o menor impacto visual e corresponderá à melhor integração na paisagem existente (DUPONTE et al., 2016).

Percebe-se que além da avaliação da influência de diferentes ângulos de fotografias na valoração da Qualidade Visual da Paisagem pelo método técnico, também é possível com esses dados investigar a interferência do ângulo na percepção e preferência popular, surgindo assim mais uma fonte de estudo a ser colocado em prática futuramente.

5.4. Modelagem da Qualidade Visual da Paisagem

5.4.1. Procedimento de seleção de variáveis *Stepwise*

5.4.1.1. Ruas com calçadas arborizadas

Das 60 variáveis pertencentes ao conjunto de dados de ruas arborizadas colocadas para a seleção no método *Stepwise*, quatro permaneceram para compor os modelos da estação Verão e Primavera e apenas uma variável para o Outono. Nota-se que a seleção da estação Inverno não se mostrou significativa (p -valor $>0,05$) (TABELA 10).

Tabela 10. Resumo do processo de seleção *Stepwise* para estimativa de Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para ruas com calçadas arborizadas nas diferentes estações do ano.

Estação	Variáveis selecionadas <i>Stepwise</i>	p -valor
Verão	$\ln Hcopa$, $Hcopa^3$, $\ln IAF$, $largcalçada^3$	$2,6^{-4}$
Outono	$\ln DAP$	$6,6^{-3}$
Inverno	\sqrt{Dcopa}	0,56
Primavera	$\ln Hcopa$, $Hcopa^3$, $largrua^3$, $\ln IAF$	$1,7^{-3}$

A partir das variáveis selecionadas, foi possível obter de acordo com as estações do ano três modelos de regressão para serem ajustados como apresentado na Tabela 11.

Tabela 11. Modelos compostos por *Stepwise* para estimar Qualidade Visual da Paisagem (QVP) por estação do ano para ruas com calçadas arborizadas.

Estação	Modelo
Verão	$QVP = \beta_0 + \beta_1(\ln Hcopa) + \beta_2(Hcopa^3) + \beta_3(\ln IAF) + \beta_4(largcalçada^3) + \epsilon_i$
Outono	$QP = \beta_0 + \beta_1(\ln DAP) + \epsilon_i$
Primavera	$QVP = \beta_0 + \beta_1(\ln Hcopa) + \beta_2(Hcopa^3) + \beta_3(largrua^3) + \beta_4(\ln IAF) + \epsilon_i$

Em que: QVP = Qualidade Visual da Paisagem; DAP = diâmetro à altura do peito (1,30m); H = altura; IAF = Índice de Área Foliar; β_i = coeficientes da regressão a serem estimados; \ln : logaritmo natural; ϵ_i = erro aleatório.

Nota-se que o modelo referente às estações Verão e Primavera incorporaram 4 variáveis independentes, tendo apenas como diferença entre eles a variável largura da rua³ e largura da calçada³. Ambos são modelos compostos por variáveis relacionadas tanto aos elementos arbóreos quanto à infraestrutura urbana, ao contrário do modelo do Outono, que

expressa apenas uma variável independente relacionada às características dos indivíduos arbóreos (TABELA 12).

Tabela 12. Coeficientes e estatísticas dos modelos para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas arborizadas.

Modelo Estação	Coeficientes	p-valor	Estatística		
			R ²	RMSE (%)	MAE (%)
Verão	$\beta_0 = -34,3263$	0,37	0,39	12,45	9,51
	$\beta_1 = 194,1232$	8,41 ⁻⁷			
	$\beta_2 = -0,87277$	7,36 ⁻⁵			
	$\beta_3 = -13,5567$	0,002			
	$\beta_4 = 0,023518$	0,038			
Outono	$\beta_0 = 97,280$	0,002	0,12	13,98	11,71
	$\beta_1 = 24,672$	0,002			
Primavera	$\beta_0 = -123,588$	0,07	0,25	15,26	12,17
	$\beta_1 = 271,4197$	1,7 ⁻⁵			
	$\beta_2 = -1,30956$	9,02 ⁻⁵			
	$\beta_3 = 0,038389$	0,005			
	$\beta_4 = -14,7774$	0,02			

Em que: β_i = coeficientes estimados da equação; R² = coeficiente de determinação; Em que: RMSE (%) = Raíz do Erro Quadrático Médio em porcentagem; MAE (%) = Erro Absoluto Médio em porcentagem; ns = não significativo; * = p-valor $\leq 0,05$.

É possível observar pelos resultados obtidos, que o modelo da estação Verão apresentou o maior Coeficientes de Determinação (R² = 0,39) e menor Erro Quadrático Médio em porcentagem (RMSE % = 12,45). Além disso, é possível observar que o uso do procedimento *Stepwise* cumpriu com seu propósito, reduzindo as variáveis a comporem os modelos, contudo, não apresentando tanta precisão.

Com relação a distribuição dos resíduos (Figura 24-A e 24-B), graficamente é possível observar que os modelos do Verão e Primavera são semelhantes, demonstrando tendenciosidade para subestimar e superestimar valores da QVP nas classes mais baixas e mais altas. Também, nota-se que a distribuição dos dados para a estação Verão se apresenta um pouco mais dispersa que para a estação Primavera.

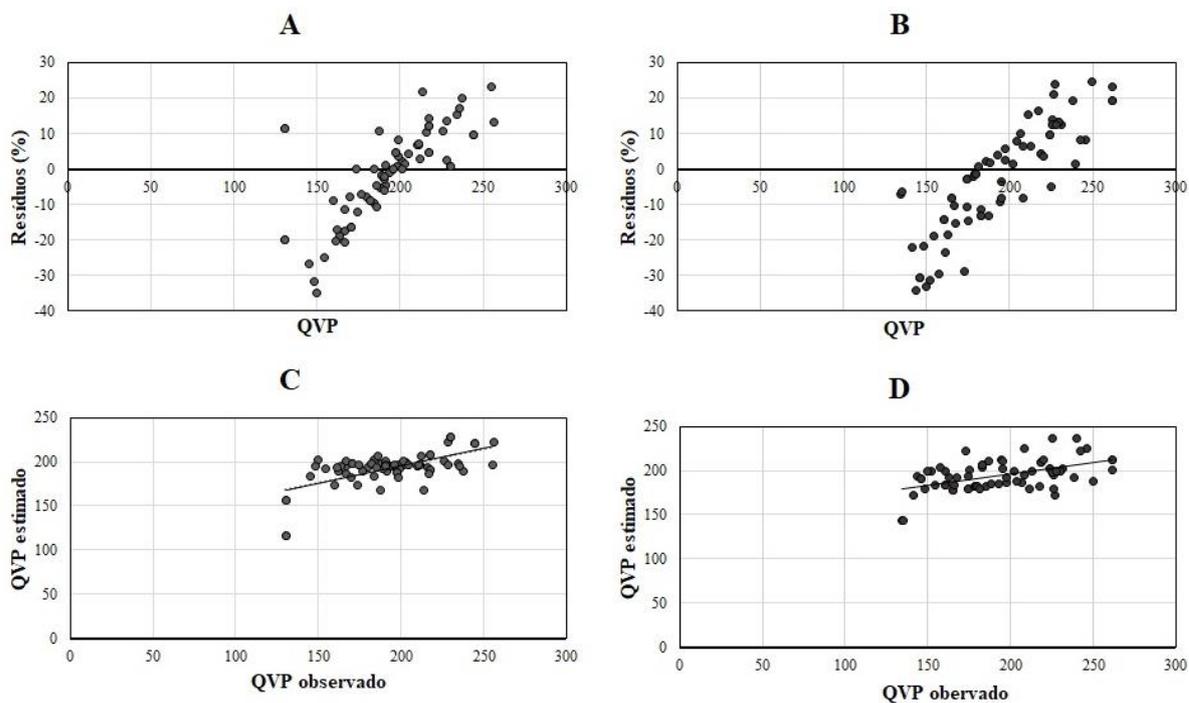


Figura 24 – Distribuição dos resíduos para os modelos Verão (A) e Primavera (B) e QVP observado vs QVP estimado para os modelos do Verão (C) e Primavera (D) para ruas com calçadas arborizadas.

5.4.1.2. Ruas com calçadas não arborizadas

O mesmo procedimento foi adotado para os dados das ruas com calçadas não arborizadas. Das 24 variáveis pertencentes a este conjunto de dados colocadas para a seleção no procedimento *Stepwise*, três permaneceram para compor o modelo da estação inverno e apenas uma variável para os modelos das estações Verão e Primavera. Nota-se que a seleção da estação Outono não se mostrou significativa (TABELA 13).

Tabela 13. Resumo do processo de seleção *Stepwise* para estimativa de Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para ruas com calçadas não arborizadas nas diferentes estações do ano.

Estação	Variáveis selecionadas <i>Stepwise</i>	p-valor
Verão	$largcalçada^2$	5,2 ⁻³
Outono	$largcalçada$	0,41
Inverno	$largcalçada^3$, $\ln largrua$, $Hedifício^3$	1,0 ⁻²
Primavera	$largcalçada^2$	7,4 ⁻³

A partir da variáveis selecionadas, foi possível obter de acordo com as estações do ano três modelos de regressão para serem ajustados como apresentado na Tabela 14.

Tabela 14. Modelos compostos por *Stepwise* para estimar Qualidade Visual da Paisagem (QVP) por estação do ano para ruas com calçadas não arborizadas.

Estação	Modelo
Verão	$QVP = \beta_0 + \beta_1(largcalçada^2) + \varepsilon$
Inverno	$QVP = \beta_0 + \beta_1(largcalçada^3) + (\ln largrua) + (Hedifício^3) + \varepsilon$
Primavera	$QVP = \beta_0 + \beta_1(largcalçada^2) + \varepsilon$

Em que: QVP = Qualidade Visual da Paisagem; largcalçada = largura da calçada; Hedifício = altura dos edifícios; β_i = coeficientes da regressão a serem estimados; \ln : logaritmo natural.

Percebe-se que o modelo para a estação do Inverno é o único composto por três variáveis independentes, enquanto os demais por apenas uma. Os resultados são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Coeficientes e estatísticas dos modelos para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas não arborizadas.

Modelo	Coeficientes	p-valor	Estatística		
			R ²	RMSE (%)	MAE (%)
Verão	$\beta_0 = 116,9559$ $\beta_1 = 0,150907$	$2,76^{-61}$ 0,03	0,06	6,44	4,98
Inverno	$\beta_0 = 293,633568$ $\beta_1 = 0,07107292$ $\beta_2 = -101,484269$ $\beta_3 = -0,00238153$	$4,89^{-8}$ $2,00^{-4}$ $4,44^{-4}$ $6,65^{-3}$	0,18	5,03	3,85
Primavera	$\beta_0 = 117,914$ $\beta_1 = 0,149$	$1,68^{-33}$ 0,028	0,06	6,12	4,89

Em que: β_i = coeficientes estimados da equação; R² = coeficiente de determinação; Em que: RMSE (%) = Raíz do Erro Quadrático Médio em porcentagem; MAE (%) = Erro Absoluto Médio em porcentagem; ns = não significativo; * = p -valor $\leq 0,05$.

O modelo da estação Inverno apresentou melhor estatística em comparação com as demais estações, com Coeficiente de Determinação (R²) de 0,18 e Erro Quadrático Médio em porcentagem (RMSE %) de 5,03. Ao analisar a distribuição dos resíduos para o modelo da estação Inverno (FIGURA 25-A), nota-se uma grande tendência em subestimar e superestimar os valores de QVP nas classes mais baixas e mais altas. Além disso, ao observar o gráfico de QVP estimados vs observado (FIGURA 25-B), percebe-se que os pontos encontram-se próximos da linha média, o que explica um baixo valor do RMSE %.

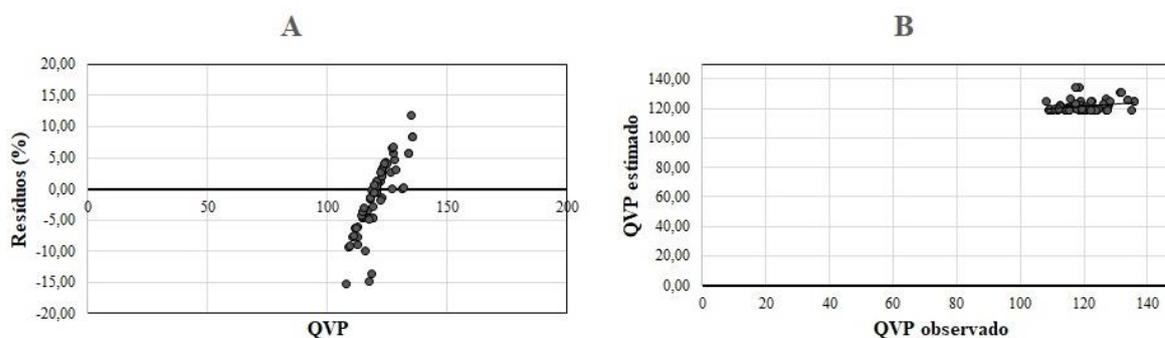


Figura 25 – Distribuição dos resíduos para o modelo Inverno (A) e QVP observado vs QVP estimado (B) para ruas com calçadas não arborizadas.

5.4.2. Modelos Aditivos Generalizados

5.4.2.1. Modelos Aditivos Generalizados para ruas com calçadas arborizadas

A partir dos grupos de variáveis, foi possível obter seis modelos por estação do ano, com os resultados apresentados na Tabela 16. O banco de dados da estação Primavera não apresentou nenhum modelo com coeficientes significativos.

Tabela 16. Coeficientes e estatísticas dos Modelos Aditivos Generalizados para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas arborizadas.

Modelos Verão							
Modelo	Variáveis	Coeficientes		RMSE (%)	AIC	R ²	MAE (%)
X	IAF, DAP, Dcopa, Altura árvore	β_0	212,3027	10,71	676,46	0,53	8,36
		β_1	-65,9905				
		β_2	0,87329				
		β_3	6,184125				
		β_4	-9,15313				
x ²	FVC ² , Dcopa ²	β_0	148,113	14,23	690,79	0,33	10,11
		β_1	59,53919				
		β_2	0,126067				
x ³	FVC ³ , Dcopa ³	β_0	167,7957	12,86	692,45	0,31	10,29
		β_1	47,55796				
		β_2	0,00497				
\sqrt{x}	\sqrt{IAF} , \sqrt{DAP} , \sqrt{Dcopa} , $\sqrt{Altura\ árvore}$, $\sqrt{Largura\ rua}$, $\sqrt{Largura\ calçada}$	β_0	19,85972	9,91	681,21	0,59	7,39
		β_1	-97,6516				
		β_2	28,16365				
		β_3	37,99729				
		β_4	-90,8296				
		β_5	58,80352				
Ln x	lnIAF, lnDAP, lnDcopa, lnAltura árvore, lnLargura rua, lnLargura calçada	β_0	-190,212	10,02	682,91	0,58	7,37
		β_1	-20,4462				
		β_2	87,12973				
		β_3	57,92155				
		β_4	-128,316				
		β_5	73,30243				
1/x	1/DAP, 1/Dcopa, 1/Altura árvore	β_0	215,6002	11,12	673,87	0,48	8,35
		β_1	-3048,77				
		β_2	-687,14				
		β_3	1286,268				

Tabela 17. Coeficientes e estatísticas dos Modelos Aditivos Generalizados para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas arborizadas. Continuação.

Modelos Outono							
Modelo	Variáveis	Coeficientes		RMSE (%)	AIC	R ²	MAE (%)
X	Dcopa	β_0	180,99324	11,02	655,21	0,19	9,29
		β_1	2,322523				
x ³	Dcopa	β_0	197,7905	11,27	658,51	0,15	9,25
		β_1	0,00005426416				
Lnx	lnIAF	β_0	224,06037	11,25	658,27	0,15	9,36
		β_1	6,867639				
1/x	1/IAF	β_0	210,3250869	11,21	657,78	0,15	9,26
		β_1	-0,1761436				
Modelo Inverno							
1/x	1/IAF, 1/FVC	β_0	288,34681287	11,62	664,00	0,16	9,05
		β_1	-0,06779404				
		β_2	-92,12041383				

Em que: β_i = coeficientes estimados da equação; R² = coeficiente de determinação; Em que: RMSE (%) = Raiz do Erro Quadrático Médio em porcentagem; MAE (%) = Erro Absoluto Médio em porcentagem; ns = não significativo; * = p -valor $\leq 0,05$.

Observa-se que os modelos que tiveram melhor desempenho foram os pertencentes à estação Verão, com o modelo do conjunto das variáveis transformadas com raiz quadrada (\sqrt{x}) apresentando os melhores resultados, ou seja, com maior R² (0,59) e menor RMSE (%) (9,91). O modelo é composto por seis variáveis (\sqrt{IAF} , \sqrt{DAP} , \sqrt{Dcopa} , $\sqrt{Altura\ árvore}$, $\sqrt{Largura\ rua}$, $\sqrt{Largura\ calçada}$), sendo que estas são representativas tanto da mensuração dos elementos arbóreos presentes na paisagem quanto da estrutura urbana, o que pode explicar seu melhor resultado com relação aos demais. Além disso, o segundo melhor modelo (*lnx*) também é composto por essas seis mesmas variáveis, transformadas pelo logaritmo neperiano, o que corrobora com a suposição de que modelos que incluam tanto variáveis da infraestrutura urbana quanto da vegetação são capazes de fazer uma estimativa da QVP mais adequada. E os melhores resultados provindos do banco de dados do verão vão de encontro com a discussão levantada nos resultados gerados no procedimento *Stepwise*.

Pela Figura 26, é possível visualizar as curvas de alisamento para as variáveis consideradas no melhor modelo da estação Verão. Percebe-se que a relação entre QVP e as variáveis apresentam possíveis não linearidades, uma vez que não demonstram a estrutura rígida de uma função paramétrica.

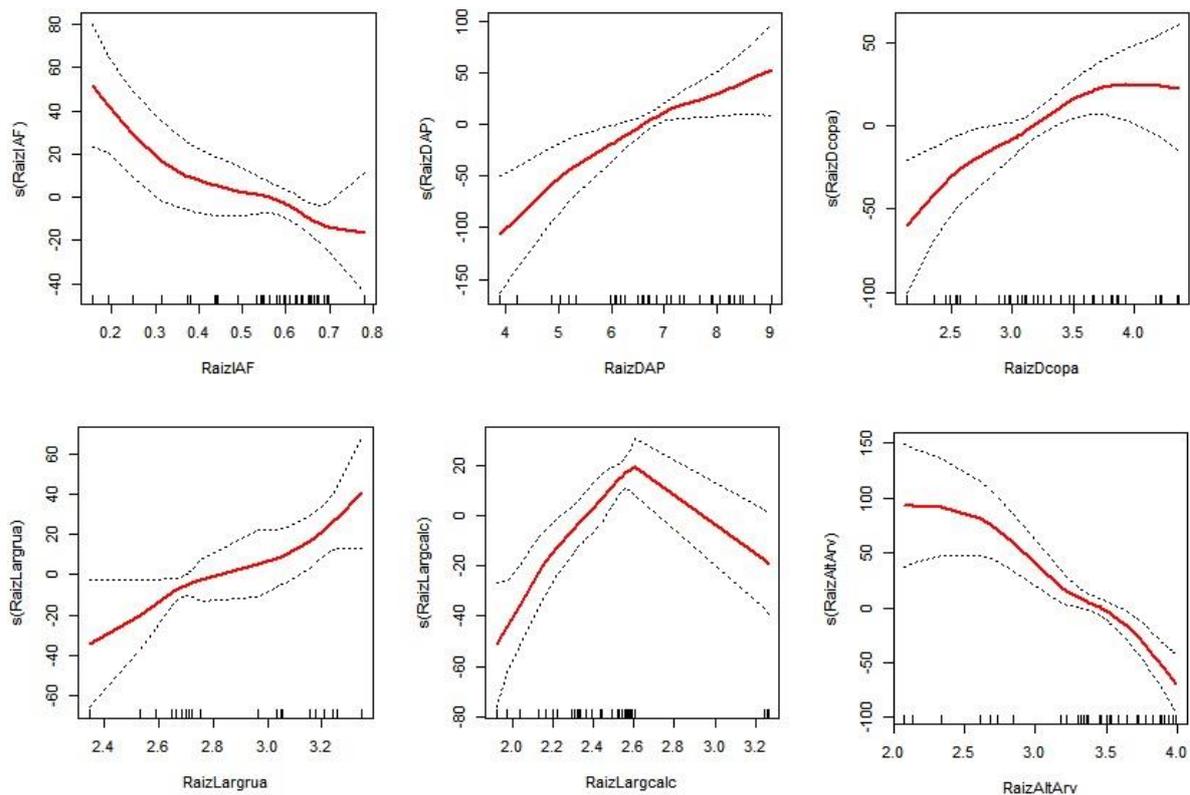


Figura 26 – Curvas de alisamento para QVP em função de \sqrt{IAF} , \sqrt{DAP} , \sqrt{Dcopa} , \sqrt{Altura} árvore, $\sqrt{Largura}$ rua, $\sqrt{Largura}$ calçada no modelo \sqrt{x} da estação Verão para ruas com calçadas arborizadas.

5.4.2.1. Modelos Aditivos Generalizados para ruas com calçadas não arborizadas

O mesmo foi realizado para as ruas com calçadas não arborizadas, a partir dos grupos de variáveis, foi possível obter seis modelos por estação do ano, com os resultados apresentados na Tabela 17. Apenas as estações Verão e Primavera apresentaram modelos com coeficientes significativos.

Tabela 18. Coeficientes e estatísticas dos Modelos Aditivos Generalizados para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas não arborizadas.

Modelos Verão							
Modelo	Variáveis	Coeficientes		RMSE (%)	AIC	R ²	MAE (%)
X	Largura calçada	β_0	112,341778	6,18	505,86	0,12	4,84
		β_1	1,721571				
\sqrt{x}	$\sqrt{\text{Largura calçada}}$	β_0	103,541375	6,16	505,59	0,12	4,83
		β_1	7,835893				
Modelos Primavera							
Modelo	Variáveis	Coeficientes		RMSE (%)	AIC	R ²	MAE (%)
X	Largura calçada	β_0	113,4523	5,87	499,509	0,12	4,73
		β_1	1,682404				
x ²	Largura calçada ²	β_0	117,9139	5,85	499,0534	0,13	4,68
		β_1	0,149339				
x ³	Largura calçada ³	β_0	119,4896	5,84	498,8436	0,13	4,64
		β_1	0,015891				
\sqrt{x}	$\sqrt{\text{Largura calçada}}$	β_0	104,9017	5,88	499,8355	0,12	4,76
		β_1	7,635113				
lnx	lnLargura calçada	β_0	108,5561	5,89	500,1957	0,11	4,79
		β_1	8,399701				

Em que: β_i = coeficientes estimados da equação; R² = coeficiente de determinação; Em que: RMSE (%) = Raíz do Erro Quadrático Médio em porcentagem; MAE (%) = Erro Absoluto Médio em porcentagem; ns = não significativo; * = p-valor $\leq 0,05$.

Observa-se que os modelos tiveram desempenho muito semelhante, com R² variando entre 0,11 a 0,13 e RMSE (%) entre 5,84 a 6,18. Além disso, nota-se que todos são compostos apenas por uma variável, largura da calçada e suas transformações. É provável que os resultados abaixo do esperado para estes modelos se atribui por apresentarem apenas uma variável, não conseguindo estimar com tanta precisão a QVP. Pela Figura 27, nota-se, assim como para os dados de ruas arborizadas, que o modelo x³ da estação Primavera capturou as não-linearidades presentes.

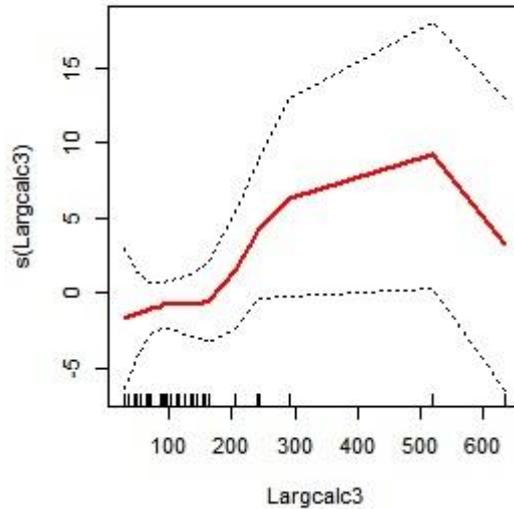


Figura 27 – Curva de alisamento para QVP em função de Largura da calçada no modelo x^3 da estação Primavera para ruas com calçadas não arborizadas.

5.4.3. Machine Learning

5.4.3.1. Machine Learning para ruas com calçadas arborizadas

Dos seis algoritmos testados, o que apresentou melhores resultados foi o *Random Forest* (RF). Deste modo, para fins de comparação com os resultados dos Modelos Aditivos Generalizados e *Stepwise*, os resultados são apresentados na Tabela 18.

Tabela 19. Estatísticas com o algoritmo *Random Forest* para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas arborizadas.

Estação	RMSE (%)	R ²	MAE (%)
Verão	12,41	0,37	10,22
Primavera	15,54	0,31	12,76
Outono	11,20	0,28	9,14
Inverno	14,27	0,17	10,71

Em que: RMSE (%) = Raíz do Erro Quadrático Médio em porcentagem; R² = Coeficiente de Determinação; MAE (%) = Erro Absoluto Médio em porcentagem.

É possível observar pelos resultados obtidos, que o modelo das estação Verão apresentou o melhor ajuste, com Coeficiente de Determinação (R²) de 0,37 e Raíz do Erro Quadrático Médio (RMSE %) de 12,41. Outro ponto, é que assim como para *Stepwise* e

Modelos Aditivos Generalizados, o modelo de *machine learning* referente à estação Verão sobressaiu-se em relação às demais estações, sendo este o período configurado pelo pleno crescimento das árvores, maior vigor, conformação da copa, ou seja, maior proporção de vegetação nas paisagens. Mesmo com diferenças nos resultados apresentados, os três métodos demonstraram seguir a mesma tendência. Além disso, é possível observar que as três principais variáveis do modelo Verão são altura da árvore, DAP e diâmetro de copa (Figura 28). Nota-se que nenhuma destas variáveis foram integradas aos melhores modelos dos outros métodos avaliados anteriormente. Além disso, são variáveis relacionadas às características dos indivíduos arbóreos.

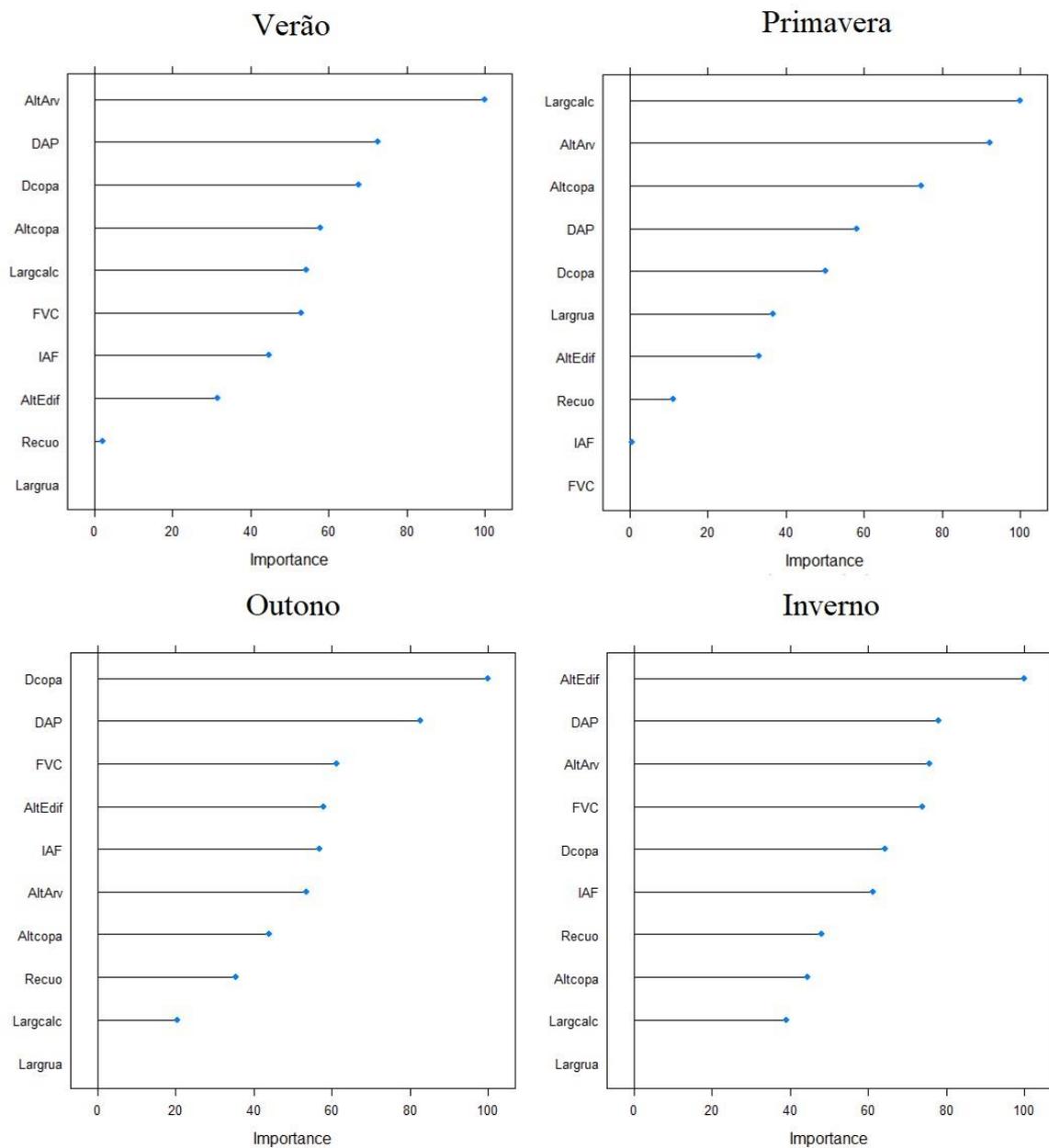


Figura 28 – Valor de importância de cada variável na estimativa da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para o algoritmo *Random Forest* nas estações para ruas com calçadas arborizadas.

Com relação à distribuição dos resíduos (Figura 29), graficamente é possível observar que as variáveis não apresentam forte correlação.

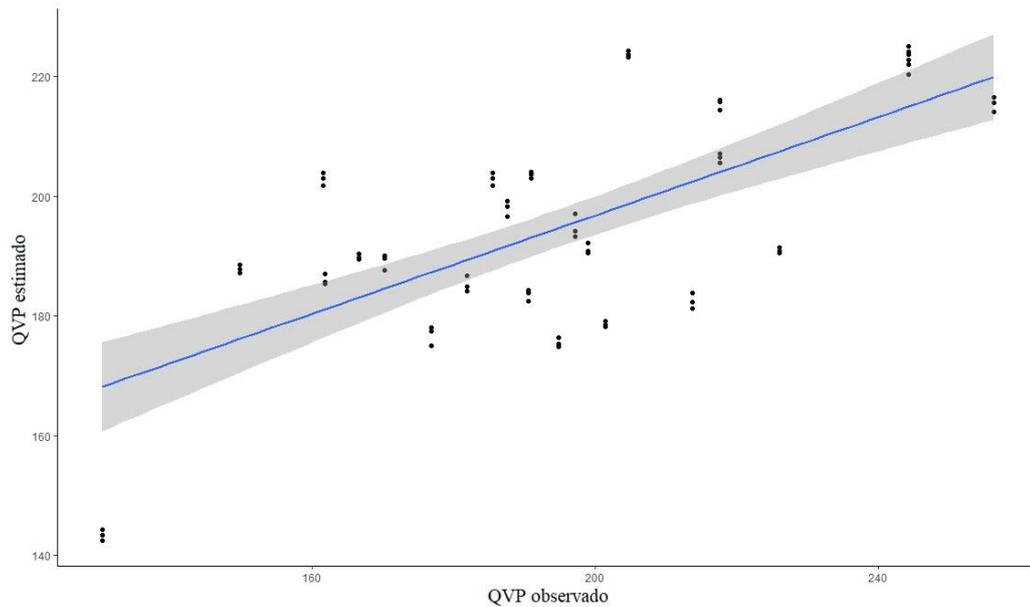


Figura 29 – Distribuição QVP estimada vs QVP observada com o algoritmo *Random Forest* para a estação Verão em ruas com calçadas arborizadas.

5.4.3.2. *Machine Learning* para ruas com calçadas não arborizadas

Assim como para ruas com calçadas arborizadas, dos seis algoritmos testados, o que apresentou melhores resultados para ruas não arborizadas foi o *Random Forest* (TABELA 21).

Tabela 20. Estatísticas com o algoritmo *Random Forest* para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas não arborizadas.

Estação	RMSE (%)	R ²	MAE (%)
Verão	5,67	0,33	4,32
Primavera	5,18	0,35	4,29
Outono	6,05	0,15	5,28
Inverno	4,89	0,32	3,93

Em que: RMSE (%) = Raíz do Erro Quadrático Médio em porcentagem; R² = Coeficiente de Determinação; MAE (%) = Erro Absoluto Médio em porcentagem.

Nota-se que os modelos das estações Verão, Primavera e Inverno apresentaram estatísticas próximas, sendo que o ajuste da estação Primavera apresentou maior Coeficiente de Determinação (R² = 0,35), e o segunda menor Raíz do Erro Quadrático Médio (RMSE % = 5,18). Observa-se (FIGURA 30) que as principais variáveis nos ajustes são largura da rua e largura da calçada, variáveis estas que foram incorporadas em modelos apresentados nos

métodos anteriores. Com relação a distribuição dos resíduos (Figura 31), graficamente é possível observar que não há forte correlação.

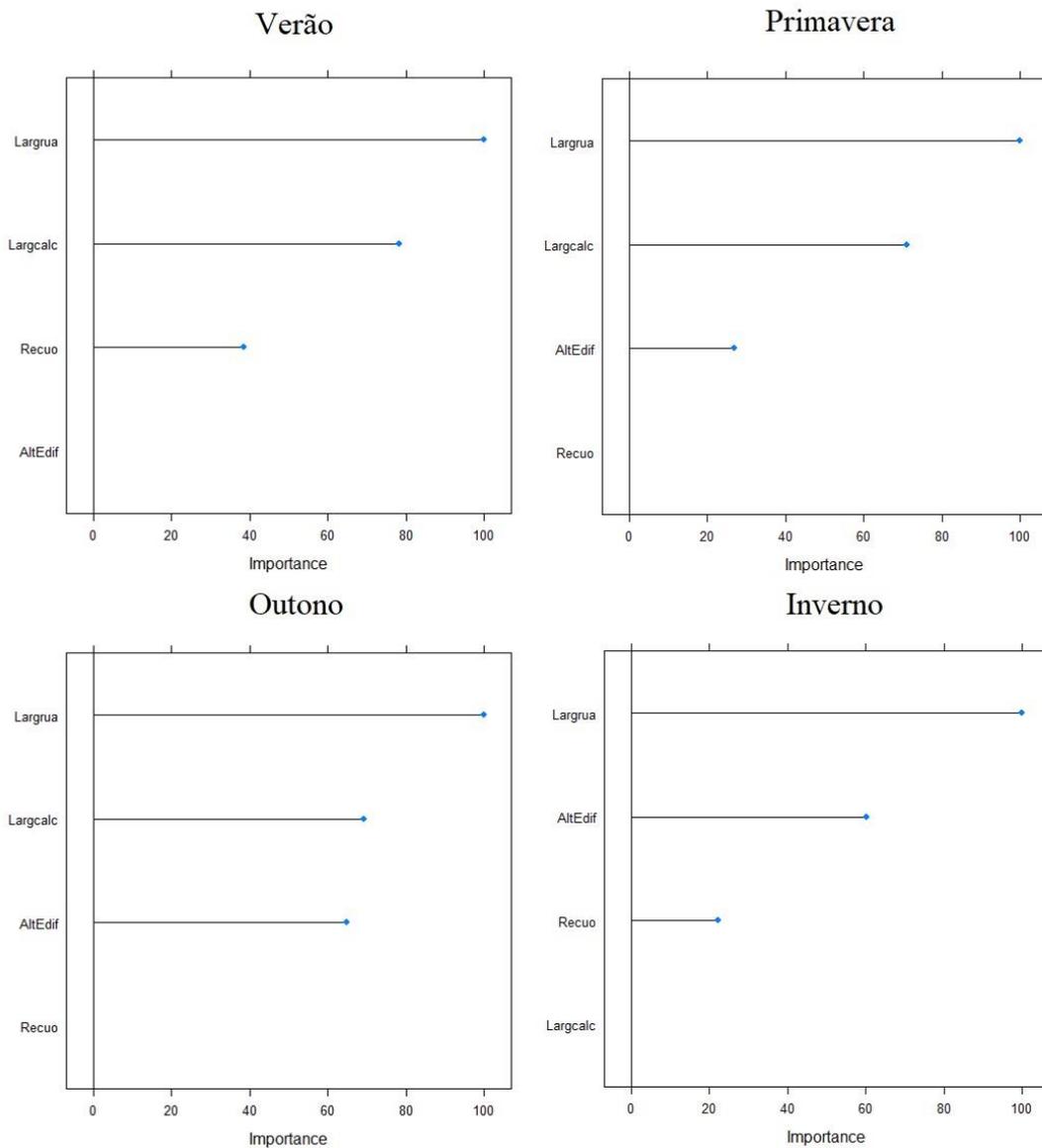


Figura 30 – Valor de importância de cada variável na estimativa da Qualidade Visual da Paisagem (QVP) para o algoritmo *Random Forest* nas estações para ruas com calçadas não arborizadas.

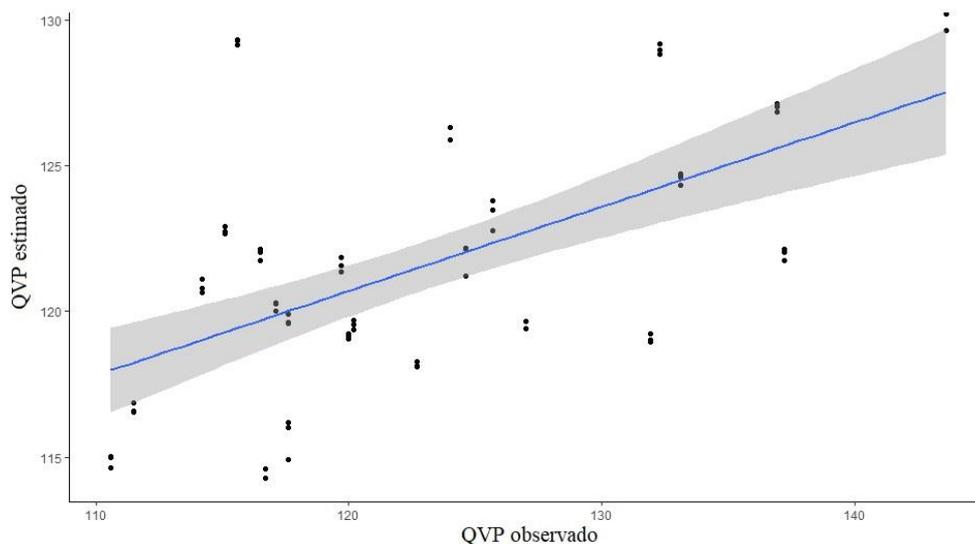


Figura 31 – Distribuição QVP estimada vs QVP observada com o algoritmo *Random Forest* para a estação Primavera em ruas com calçadas não arborizadas.

Nota-se (TABELA 20), que dos três métodos avaliados, os Modelos Aditivos Generalizados apresentaram os melhores resultados quando se trata de paisagens de ruas com calçadas arborizadas. Os MAG's muitas vezes são utilizados de forma bem-sucedida como ferramentas para melhor compreender sistemas biológicos e são aplicados em pesquisas ecológicas complexas, uma vez que permitem modelar de forma mais flexível e capturar as relações não-lineares (YEE; MITCHELL, 1991; GUI SAN et al., 2002). Assim, é possível que estes sejam mais adequados para avaliações de cenários com maior número de variáveis pertencentes aos elementos vegetais, uma vez que capturam melhor as relações entre variáveis. Já para ruas não arborizadas, observa-se que os resultados por *machine learning* foram um pouco melhores. Pela avaliação desses três métodos, percebe-se as barreiras que ainda são encontradas para avaliar-se as paisagens de áreas urbanas, uma vez que estes ambientes e os elementos arbóreos presentes têm relações complexas, que nem sempre são capturadas por um método ou outro, sendo ainda muito necessário avanços em pesquisas relacionadas.

Tabela 20. Estatísticas dos melhores ajustes para cada método avaliado para estimar a Qualidade Visual da Paisagem (QVP) das estações em ruas com calçadas arborizadas e não arborizadas.

Ruas arborizadas			Ruas não arborizadas		
Modelagem	R ²	RMSE (%)	Modelagem	R ²	RMSE (%)
<i>Stepwise</i>	0,39	12,45	<i>Stepwise</i>	0,18	5,03
MAG's	0,59	9,91	MAG's	0,13	3,65
<i>machine learning</i>	0,37	10,22	<i>machine learning</i>	0,35	5,18

Em que: RMSE (%) = Raiz do Erro Quadrático Médio em porcentagem; R² = Coeficiente de Determinação.

Além disso, observou-se poucos estudos referentes a elaboração de modelos de Qualidade Visual da Paisagem para ambientes urbanos como ruas. A maioria concentra-se em parques e praias. Felix et al. (2016), analisando a qualidade visual da paisagem em praias arenosas, utilizaram-se de dois modelos de regressão múltipla, sendo que um deles incorporou 17 variáveis independentes e o outro 10. O primeiro apresentou valores do Coeficiente de Correlação (R) de 0,9182 e R^2_{adj} de 0,84. Já no segundo caso, os valores foram menores, R de 0,6287 e R^2_{adj} de 0,3940. Além disso, enfatizam que a análise de regressão linear múltipla permitiu constatar quais elementos contribuíram na avaliação das praias, observando que a presença de elementos naturais, como arborização urbana e morros, colaboraram positivamente na avaliação das paisagens. Resultados semelhantes foram verificados por Marenzi (1996).

Schoroeder e Cannon (1987), realizaram um estudo para medir a Qualidade Visual da Paisagem de ruas de seis comunidades em Ohio. Para isto, mediram o DAP de todas as árvores presentes em 80 segmentos, classificando em 5 classes de diâmetro. Além disso, obtiveram fotografias dos extremos dos segmentos e realizaram uma pesquisa popular quanto às preferências. Por fim, realizaram uma regressão múltipla para prever a Qualidade Visual de Paisagens urbanas a partir do tamanho dos indivíduos arbóreos e sua densidade, assim encontraram valor de R^2_{adj} de 0,818. Os autores ressaltam que a equação resultante pôde descrever como a qualidade visual está associada ao tamanho das árvores e à densidade.

Gungor et al. (2018) realizaram um estudo semelhante, com o uso do método psicofísico, em que fizeram uso de fotografias e aplicação de questionários para avaliar a Qualidade Visual da Paisagem de alguns parques em Selçuk, na Turquia. O fotoquestionário utilizou-se da escala de Likert com 5 pontos e foram abordadas algumas questões aos entrevistados quanto às características gerais da paisagem como naturalidade, diversidade, vivacidade, manutenção e segurança, devendo estas serem consideradas em suas avaliações. Além disso, foi realizada uma Análise de Correlação de Spearman Rho, para determinar as relações entre Qualidade Visual dos Parques e características pré-definidas da paisagem (proporção da superfície da água, equilíbrio entre material vegetal e elemento água, diversidade de cores, etc). Por fim, foi possível criar três modelos com análise de regressão linear multivariada, tendo como variável dependente a Qualidade Visual da Paisagem. O melhor modelo apresentou $R^2 = 0,97$.

Gungor et al. (2018) também destacam que desenhar paisagens com alta qualidade não é uma tarefa fácil, e é de grande importância considerar que a percepção humana está atrelada

às emoções, ao conforto humano e à qualidade visual do espaço, sendo que esses fatores devem ser tomados como relevantes no planejamento e gerenciamento de áreas urbanas. Se os ambientes forem projetados de forma ergonômica e reforçada com material vegetal, pode-se ter maior conforto necessário às pessoas, devido a contribuição da vegetação para neutralizar os ambientes, tornando-os com uma visão menos monótona e artificial. Os autores ainda enfatizaram sobre a questão de que é inevitável medir os efeitos das características físicas da paisagem na qualidade visual sem uma abordagem objetiva, mas para se projetar paisagens com alta qualidade visual, que sejam apreciadas para quem as frequenta, as preferências dos usuários devem ser determinadas.

Desse modo, levanta-se mais uma vez a necessidade de futuramente considerar uma análise da percepção e preferência popular quanto às paisagens apresentadas neste estudo, averiguando se vão de encontro aos resultados obtidos pela classificação objetiva aqui exposta. Além disso, evidencia-se a necessidade de um maior número de estudos na área da modelagem para a criação de modelos voltados para a Qualidade Visual da Paisagem em arborização de calçadas, considerando novas abordagens e assim surgindo novos bancos de dados para compreender melhor o comportamento destes ambientes tão complexos que são as cidades com suas estruturas interagindo com os elementos naturais.

6. CONCLUSÕES

A metodologia empregada neste estudo mostrou-se bastante útil para determinar a Qualidade Visual da Paisagem em calçadas arborizadas na cidade de Curitiba, Paraná e pode ser replicada facilmente em outras regiões. Além disso, ressalta-se que apesar dos avanços dos estudos de Qualidade Visual da Paisagem no ambiente urbano, ainda há carência de pesquisas complementares e mais amplas, principalmente voltadas para a avaliação em ruas com calçadas arborizadas e utilizando o método direto;

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que ruas com espécies de maior porte, como *Tipuana tipu*, com maior cobertura de copa e elevado Índice de Área Foliar (IAF), apresentam maiores valores de Qualidade Visual da Paisagem;

As estações Verão e Primavera apresentaram os maiores valores de QVP nas ruas arborizadas, enquanto o Inverno, sendo considerado o período de menor vigor das árvores, mostrou-se significativamente diferente das demais estações. Já para as ruas não arborizadas, a estação Outono diferiu significativamente das demais estações. Com esses resultados, percebe-se que além da sazonalidade, as características das espécies (caducifólias ou perenes) também interferem nos valores QVP;

O ângulo da fotografia não interfere significativamente nos valores de Qualidade Visual da Paisagem, todavia, quando analisado por Zona Residencial, detecta-se diferenças expressivas que podem comprometer os resultados se não observado um método padronizado de coleta de imagens.

Na comparação dos três métodos de modelagem, os resultados sugerem que Modelos Aditivos Generalizados apresentam maior capacidade preditiva quando comparados aos métodos de *machine learning* e *Stepwise* para dados de ruas com calçadas arborizadas. Os modelos que apresentaram melhor desempenho são compostos por variáveis relacionadas tanto aos elementos arbóreos quanto à infraestrutura urbana. Já para ruas com calçadas não arborizadas, *machine learning* apresentou estatística superior. Além disso, nota-se uma grande necessidade de estudos nesse campo de pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

- ABBAD, G.; TORRES, C. V. Regressão múltipla stepwise e hierarquia em Psicologia Organizacional: aplicações, problemas e soluções. **Universidade de Brasília**, Estudos de Psicologia 2002, 7 (Número Especial), 19-29.
- ADAMS, M. P.; SMITH, Peter L. A systematic approach to model the influence of the type and density of vegetation cover on urban heat using remote sensing. **Landscape and Urban Planning**, v. 132, p. 47-54, 2014.
- AK, M. K. Visual quality assessment methods in landscape architecture studies. In: **Advances in Landscape Architecture**. IntechOpen, 2013.
- AITA, E, B; FACCI, M. G. D. Subjetividade: uma análise pautada na Psicologia histórico-cultural. **Psicologia em revista**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 32-47, abr. 2011.
- ALVES, P. L.; FORMIGA, K. T. M. Efeitos da arborização urbana na redução do escoamento pluvial superficial e no atraso do pico de vazão. *Ciênc. Florest.* 2019, vol.29, n.1, pp.193-207. Epub May 30, 2019.
- ANDREACCI, F.; MARENZI, R. C. O método misto para valoração de paisagens costeiras. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 21, n. 2, p. 6-9, 2017.
- ARMSON, D.; STRINGER, P.; ENNOS, A. R. The effect of tree shade and grass on surface and globe temperatures in an urban area. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 11, n. 3, p. 245-255, 2012.
- BADRULHISHAM, N.; OTHMAN, N. Knowledge in tree pruning for sustainable practices in urban setting: improving our quality of life. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 234, p. 210-217, 2016.
Disponível em:
Knowledge in Tree Pruning for Sustainable Practices in Urban Setting: Improving Our Quality of Life (sciencedirectassets.com)
- BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011.
- BARONA, C. O. et al. Trends in urban forestry research in Latin America & the Caribbean: a systematic literature review and synthesis. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 47, p. 126-544, 2020.
- BASSO, J. M.; CORRÊA, R. S. Arborização urbana e qualificação da paisagem. **Paisagem e Ambiente**, n. 34, p. 129-148, 2014.
- BASTARZ, C. **Análise da preferência da paisagem do município de Morretes, Paraná como subsídio ao planejamento do turismo**. 122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- BASTARZ, C.; BIONDI, D. Aplicação do Método Q para a valoração da paisagem de Morretes, Paraná, Brasil, como subsídio ao planejamento do turismo. **Revista Turismo em Análise**, v. 22, n. 3, p. 651-680, 2011.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **RA'EGA**, Curitiba-PR, n. 8, p. 141-152, 2004.
- BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo**. Curitiba: FUPEF, 2005. 177p.
- BIONDI, D. **Arborização Urbana: aplicação à educação ambiental nas escolas**. Curitiba: A Autora, 2008.
- BIONDI, D. Floresta Urbana: Conceitos e Terminologias. In: BIONDI, D. **Floresta Urbana**. Curitiba: O Autor, 2015, 202p.
- BOBROWSKI, R.; VASHCHENKO, Y.; BIONDI, D. Qualidade visual da paisagem do Parque Natural Municipal Tanguá, Curitiba-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 2, p. 19-39, 2010.
- BOBROWSKI, R. A floresta urbana e a arborização de ruas. In: BIONDI, D. **Floresta Urbana**. Curitiba: O Autor, 2015, 202p.

- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Percepção e preferência popular por atributos estéticos e ecológicos na composição da arborização de ruas. **Floresta**, v. 46, n. 1, p. 123-133, 2016.
- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Distribuição e dinâmica da área de copa na arborização de ruas de Curitiba, Paraná, Brasil, no período de 1984-2010. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 625-635, 2012.
- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Percepção e preferência popular por atributos estéticos e ecológicos na composição da arborização de ruas. **Floresta**, v. 46, n. 1, p. 123-133, 2016.
- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Morfometria de espécies florestais plantadas nas calçadas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 12, n. 1, p. 1-16, 2017.
- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Caracterização do padrão de plantio adotado na arborização de ruas de Curitiba, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 3, p. 20-30, 2012.
- BOBROWSKI, R.; LIMA, E. M.; BIONDI, D. Alterações na arquitetura típica de Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze na arborização de ruas de Curitiba, Paraná. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 281-289, 2013.
- BREEN, A. et al. De "Governo à Governança"? Revisão Sistemática de Pesquisa para Gestão de Infraestrutura Verde Urbana na América Latina. **Fronteiras em Cidades Sustentáveis**, v. 2, p. 52, 2020.
- CARVALHO, C. H. R. **Mobilidade urbana: avanços, desafios e perspectivas**. 2016.
- CAVALCANTI, L. C. A. M. et al. **Deteção de elementos antrópicos em imagens aéreas da floresta amazônica**. 2016.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 215 p.
- COOPER, J.; WATKINSON, D.; OSKROCHI, R. Fractal analysis and perception of visual quality in everyday street vistas. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 37, n. 5, p. 808-822, 2010.
- COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA. **Arborização de Vias Públicas: Guia para os Municípios**. Curitiba, 2ª ed., 2015.
- CORDEIRO, A. P. A. et al. Regiões homogêneas de vegetação utilizando a variabilidade do NDVI. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 883-896, 2017.
- CORREA, F. A.; NETO, P. S. Q. Avaliação do Impacto de Parques Eólicos na Qualidade Visual da Paisagem Balneário Cassino, Rio Grande-RS. **OLAM-Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 1-2, 2017.
- COSTA, P. F. B. **Análise visual da paisagem. Caso de estudo – Concelho de Almada**. Dissertação de mestrado. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. 169p, 2011.
- DA MATA, J. B. et al. COMPOSITION CAPACITY OF SIDEWALK AFFORESTATION USING THREE DIFFERENT SIZED TREES. **Floresta**, v. 50, n. 1, p. 983-990, 2019.
- DA MATA, J. B. et al. Dimensionamento do espaço de crescimento de árvores urbanas como suporte ao planejamento de calçadas arborizadas. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 8, n. 57, 2020.
- DANIEL, T. C. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. **Landscape and urban planning**, v. 54, n. 1-4, p. 267-281, 2001.
- DA SILVA, F. F. et al. Arborização e acessibilidade em calçada: comentários sobre o deslocamento entre campi da Universidade Federal Fluminense. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 3, p. 43-63, 2011.
- DE ALMEIDA MOURA, R. Uso da Teoria da Imagem Fotográfica como Contribuição Metodológica de Análise Geográfica. **Espaço Aberto**, v. 8, n. 1, p. 39-52, 2018.

- DELANGRE, J.; RADOUX, J.; DUFRÊNE, M. Landscape delineation strategy and size of mapping units impact the performance of habitat suitability models. **Ecol. Informatics**, v. 47, p. 55-60, 2018.
- DE LIMA NETO, E. M. et al. Arborização de ruas e acessibilidade no bairro centro de Curitiba-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 4, p. 40-56, 2010.
- DE OLIVEIRA, M. T.; GANEM, K. A.; DE MELLO BAPTISTA, G. M. Análise sazonal da relação entre sequestro de carbono e ilhas de calor urbanas nas metrópoles de São Paulo, Rio De Janeiro, Belo Horizonte e Brasília. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 4, 2017.
- DE OLIVEIRA, L. A construção do espaço, segundo Jean Piaget. **Sociedade & natureza**, v. 17, n. 33, p. 105-117, 2005.
- DONOVAN, G. H.; PRESTEMON, J. P. The effect of trees on crime in Portland, Oregon. **Environment and behavior**, v. 44, n. 1, p. 3-30, 2012.
- DUPONT, L. et al. Comparing saliency maps and eye-tracking focus maps: The potential use in visual impact assessment based on landscape photographs. **Landscape and urban planning**, v. 148, p. 17-26, 2016.
- ELSADEK, M.; LIU, B.; LIAN, Z.; XIE, J. The influence of urban roadside trees and their physical environment on stress relief measures: A field experiment in Shanghai. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 42, p. 51-60, 2019.
- EWING, R.; HANDY, S. Measuring the unmeasurable: Urban design qualities related to walkability. **Journal of Urban design**, 2009, 14.1: 65-84.
- FAIRWEATHER, J. R.; SWAFFIELD, S. R.; SIMMONS, D. G. **Understanding visitors' experiences in Kaikoura using photographs of landscapes and Q method**. 1998.
- FELIX, G. et al. Landscape visual quality and meiofauna biodiversity on sandy beaches. **Environmental management**, 2016, 58.4: 682-693.
- FENG, Y.; LIU, Y.; TONG, X. Spatiotemporal variation of landscape patterns and their spatial determinants in Shanghai, China. **Ecological Indicators**, v. 87, p. 22-32, 2018.
- FERNANDES, D. L.; SOUZA, T. A.; TONON, L. M. P.; GÂNDARA, J. M. G. A paisagem urbana e a formação da imagem turística da cidade de Curitiba/PR: a percepção de visitantes e visitados. **Revista Hospitalidade**, p. 45-63, 2014.
- FERRONATO, M. L.; IOP, F.; SILVEIRA, E. R. ARBORIZAÇÃO URBANA E ACESSIBILIDADE NO LOTEAMENTO PARZIANELLO 1, NA CIDADE DE PATO BRANCO PARANÁ. **Revista Técnico-Científica**, v. 5, n. 6, 2017.
- FERRARA, L. D. A. **Olhar periférico: informação, linguagem, percepção ambiental**. Edusp, 1993.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley, 1986.
- GIDLOF-GUNNARSSON, A.; OHRSTR, 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.
- GAVRILIDIS, A. A. et al. Urban landscape quality index—planning tool for evaluating urban landscapes and improving the quality of life. **Procedia Environmental Sciences**, v. 32, p. 155-167, 2016.
- GRÊT-REGAMEY, A. et al. How urban densification influences ecosystem services—a comparison between a temperate and a tropical city. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 7, p. 075001, 2020.
- GRISE, M. M. M. A floresta urbana e a paisagem. In: BIONDI, D. **Floresta urbana**. Curitiba, 2015.

GRISE, M. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H. A PAISAGEM DA FLORESTA URBANA DE CURITIBA-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 11, n. 3, p. 37-55, 2016.

GODOY, K. E.; LEITE, I. S. Turismo e fotografia: um estudo bibliométrico sobre o uso de metodologias de análise da imagem nas pesquisas em turismo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 13, p. 71-91, 2019.

GOBSTER, P. H.; RIBE, R. G.; PALMER, J. F. Themes and trends in visual assessment research: Introduction to the Landscape and Urban Planning special collection on the visual assessment of landscapes. **Landscape and Urban Planning**, v. 191, p. 103635, 2019.

GOPEL, K. D. **AHP Priority Calculator**. AHP-OS.BPMSG, 2019.
Disponível em: < [AHP calculator - AHP-OS \(bpmsg.com\)](http://ahp-calculator.com)>

GOSAL, A. S.; ZIV, G. Landscape aesthetics: Spatial modelling and mapping using social media images and machine learning. **Ecological Indicators**, v. 117, p. 106638, 2020.

GRISE, M. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H. A floresta urbana da cidade de Curitiba-PR. **Floresta**, v. 46, n. 4, p. 425-438, 2017.

GUEGAN, D.; HASSANI, B. Regulatory learning: How to supervise machine learning models? An application to credit scoring. **The Journal of Finance and Data Science**, v. 4, n. 3, p. 157-171, 2018.

GUISAN, A.; EDWARDS JR, T. C.; HASTIE, T. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. **Ecological modelling**, v. 157, n. 2-3, p. 89-100, 2002.

GUNGOR, S. et al. Relationship between visual quality and landscape characteristics in urban parks. **Journal of Environmental Protection and Ecology**, v. 19, n. 2, p. 939-948, 2018.

GWEDLA, N.; SHACKLETON, C. M. Perceptions and preferences for urban trees across multiple socio-economic contexts in the Eastern Cape, South Africa. **Landscape and Urban Planning**, v. 189, p. 225-234, 2019.

HAALAND, C.; VAN DEN BOSCH, C. K. Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review. **Urban forestry & urban greening**, v. 14, n. 4, p. 760-771, 2015.

HAN, Y.; KANG, W.; THORNE, J.; SONG, Y. Modeling the effects of landscape patterns of current forests on the habitat quality of historical remnants in a highly urbanized area. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 41, p. 354-363, 2019.

HARDT, L. P. A. **Subsídios à gestão da qualidade da paisagem urbana: aplicação a Curitiba, Paraná**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, PR, 2000.

HARDT, L. P. A. Ecologia da paisagem: fundamentos à gestão do espaço urbano. **Olam Ciência e Tecnologia**, Rio Claro, SP: Universidade Estadual Paulista – UNESP, v.4, n.1, p.597-612, 2004.

HASSAN, D. M.; MOUSTAFA, Y. M.; EL-FIKI, S. M. Ground-floor façade design and staying activity patterns on the sidewalk: A case study in the Korba area of Heliopolis, Cairo, Egypt. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 10, n. 3, p. 453-461, 2019.

HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. Generalized Additive Models. **Statistical Science**, v. 1, n. 3, p. 297-318, 1986.

HURLEY, P. T.; EMERY, M. R. Locating provisioning ecosystem services in urban forests: Forageable woody species in New York City, USA. **Landscape and Urban Planning**, v. 170, p. 266-275, 2018.

IAPAR: (Instituto Agrônomo do Paraná) **Cartas Climáticas do Paraná**. 2020.

IAPAR: (Instituto Agrônomo do Paraná) **Cartas Climáticas do Paraná**. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC). **Curitiba em dados**. Curitiba, 2016.

IBGE. Paraná. Curitiba. **Infográficos: dados gerais do município**, 2020.

JIANG, B. et al. A dose–response curve describing the relationship between tree cover density and landscape preference. **Landscape and Urban Planning**, v. 139, p. 16-25, 2015.

KONG, F. et al. A satellite image-based analysis of factors contributing to the green-space cool island intensity on a city scale. **Urban forestry & urban greening**, v. 13, n. 4, p. 846-853, 2014.

KONIJNENDIJK, C.; GAUTHIER, M.. Urban forestry for multifunctional urban land use. **Cities farming for the future. Urban agriculture for sustainable cities, RUAF Foundation, IDRC and IIRR**, p. 411-442, 2006.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/280563037_Urban_Forestry_for_Multifunctional_Urban_Land_Use>

KRZYSCZAK, F. R. As diferentes concepções de meio ambiente e suas visões. **Revista de Educação do IDEAU**, v. 11, n. 23, p. 1-17, 2016.

LI, X. et al. Visual quality evaluation model of an urban river landscape based on random forest. **Ecological Indicators**, v. 133, p. 108381, 2021.

LINDEN, R. Técnicas de agrupamento. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, v. 4, n. 4, p. 18-36, 2009.

LIU, L. et al. A machine learning-based method for the large-scale evaluation of the qualities of the urban environment. **Computers, Environment and Urban Systems**, 2017, 65: 113-125.

LANDOVSKY, G. S.; BATISTA, D. B.; ARAKI, H. Análise da qualidade visual da paisagem da região de Tibagi, PR, aplicando o sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2006, 10.1: 188-195.

LEAL, L. et al. MICROCLIMA DE TIPOLOGIAS PAISAGÍSTICAS DO PARQUE MUNICIPAL TINGUI, CURITIBA, PARANÁ. **Revista Geografar**, v. 9, n. 1, p. 8-26, 2013.

LEE, B. J. et al. Design criteria for an urban sidewalk landscape considering emotional perception. **Journal of urban planning and development**, v. 135, n. 4, p. 133-140, 2009.

LIVESLEY, S. J.; MCPHERSON, E. G.; CALFAPIETRA, C. The urban forest and ecosystem services: impacts on urban water, heat, and pollution cycles at the tree, street, and city scale. **Journal of environmental quality**, v. 45, n. 1, p. 119-124, 2016.

Disponível em:

<<https://pdfs.semanticscholar.org/5245/cdb007c2e7d9c60cc3fb1e27f4aa3407deff.pdf>>

LÓPEZ, C. S. P. et al. Solar radiation and daylighting assessment using the sky-view factor (SVF) analysis as method to evaluate urban planning densification policies impacts. **Energy Procedia**, v. 91, p. 989-996, 2016.

LUO, J. Online design of green urban garden landscape based on machine learning and computer simulation technology. **Environmental Technology & Innovation**, v. 24, p. 101819, 2021.

LYNCH, K. **The image of the city**. MIT press, 1960.

MAESTRI, R; SANQUETTA, C. R.; SCOLFORO, J. R.; MACHADO, S. A.; CORTE, A. P D. Modelagem do crescimento florestal considerando variáveis do ambiente: revisão. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.14, n.3, p.103-110, Set/Dez 2013.

MANDAL, M.; CHATTERJEE, N. D. Forest landscape and its ecological quality: A stepwise spatiotemporal evaluation through patch-matrix model in Jhargram District, West Bengal State, India. **Regional Sustainability**, v. 2, n. 2, p. 164-176, 2021.

MARENZI, R. C. **Estudo da valoração da paisagem e preferencias paisagísticas no município da Penha-SC**. 1996.

- MARIN, A. A. Pesquisa em educação ambiental e percepção ambiental. **Pesquisa em educação ambiental**, v. 3, n. 1, p. 203-222, 2008.
- MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Influência da arborização de ruas na atenuação dos extremos meteorológicos no microclima urbano. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 1685-1695, 2013.
- MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. The microclimate of diferente landscape arrangements in street trees of Curitiba-PR State. **Ciência Florestal**, v.27, n.4, p.1257-1268, 2017.
- MARTINI, A. et al. Análise microclimática das diferentes tipologias de floresta urbana de Curitiba. **Floresta**, v. 47, n. 2, p. 137-144, 2017.
- MCPHERSON, E. G.; VAN DOORN, N. S.; PEPPER, P. J. Urban tree database and allometric equations. **Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-253. Albany, CA: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 86 p.**, v. 253, 2016.
- MITCHELL, M. G. E. et al. Identification of fine scale and landscape scale drivers of urban aboveground carbon stocks using high-resolution modeling and mapping. **Science of the Total Environment**, v. 622, p. 57-70, 2018.
- MERLEAU-PONTY, M. **O primado da percepção e suas consequências filosóficas**. Autêntica, 2017.
- MOISEN, G. G. et al. Predicting tree species presence and basal area in Utah: a comparison of stochastic gradient boosting, generalized additive models, and tree-based methods. **Ecological modelling**, v. 199, n. 2, p. 176-187, 2006.
- MONTEIRO, M. M. G. A Floresta Urbana e a Paisagem. In: BIONDI, D. **Floresta urbana**. Curitiba: A Autora, 2015.
- MULLANEY, J.; LUCKE, T.; TRUEMAN, S. J. A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. **Landscape and Urban Planning**, v.134, n.2, p.157–166, 2015.
- NESBITT, L. et al. The social and economic value of cultural ecosystem services provided by urban forests in North America: A review and suggestions for future research. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 25, p. 103-111, 2017.
- NOGUEIRA, M. L. M. Subjetividade e materialidade: cidade, espaço e trabalho. **Fractal: Revista de Psicologia**, v. 21, n. 1, p. 69-86, 2009.
- NORTH, E. A. et al. The influence of sidewalk replacement on urban street tree growth. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 24, p. 116-124, 2017.
- ORDÓÑEZ, C. et al. Public values associated with urban forests: Synthesis of findings and lessons learned from emerging methods and cross-cultural case studies. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 25, p. 74-84, 2017.
- PANAGOPOULOS, T. Linking forestry, sustainability and aesthetics. **Ecological economics**, v. 68, n. 10, p. 2485-2489, 2009.
- PARK, S.; HAMM, S.; KIM, J. Performance evaluation of the GIS-based data-mining techniques decision tree, random forest, and rotation forest for landslide susceptibility modeling. **Sustainability**, v. 11, n. 20, p. 5659, 2019.
- PERIOTTO, F. et al. Arborização urbana: características, funções e manejo. **ESTUDOS SOBRE IMPACTOS AMBIENTAIS**, p. 58, 2019.
- PERIOTTO, F.; DA SILVA, C. V.; DIAS, R. G. ARBORIZAÇÃO DE VIAS EM AVARÉ (SP): ANÁLISE DA RIQUEZA TAXONÔMICA E ACESSIBILIDADE NO ESPAÇO URBANO. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 15, n. 4, p. 47-61, 2020.
- PINHEIRO, J. Q. Psicologia Ambiental: a busca de um ambiente melhor. **Estudos de Psicologia (Natal)**, v. 2, n. 2, p. 377-398, 1997.

PIRES, P. S. **Avaliação da Qualidade Visual da Paisagem na Região Carbonífera de Criciúma-SC**. 72p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

PIRES, P. S. **A análise de indicadores da qualidade visual como etapa da caracterização de paisagens turísticas: uma aplicação no distrito-sede de Porto Belo-SC**. Turismo: visão e ação. Balneário Camboriú, n. 3, v. 7, 2005.

POLAT, A. T. et al. **Visual quality assessment in landscape architecture**. International Institute of Social and Economic Sciences, 2015.

QUADROS, L. S.; FREI, F. Percepção ambiental dos residentes da cidade de Assis/SP com relação à arborização viária da Avenida Rui Barbosa. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n. 2, p. 16 - 34, 2009.

RANDRUP, T. B.; MCPHERSON, E. G.; COSTELLO, L. R. A review of tree root conflicts with sidewalks, curbs, and roads. **Urban Ecosystems**, v. 5, n. 3, p. 209-225, 2001.

REAL, E.; ARCE, C.; SABUCEDO, J. M. Classification of landscapes using quantitative and categorical data, and prediction of their scenic beauty in north-western Spain. **Journal of environmental psychology**, v. 20, n. 4, p. 355-373, 2000.

REIS, A. T. L.; BIAVATTI, C. D.; PEREIRA, M. L. Composição arquitetônica e qualidade estética. **Ambiente construído**, v. 14, p. 191-213, 2014.

REIS, A. T. L.; PANZENHAGEN, A. F. P.; GERSON, V. L. C. Avaliações estéticas de interfaces com distintos níveis de permeabilidade e proximidade com os espaços abertos públicos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 259-274, jul./set. 2019.

RIBEIRO, F. A. B. S. Arborização Urbana em Urbelândia: Percepção da população. **Revista da Católica**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 224-237, 2009.

RICHARDS, D. R.; FRIESS, D. A. A rapid indicator of cultural ecosystem service usage at a fine spatial scale: Content analysis of social media photographs. **Ecological Indicators**, v. 53, p. 187-195, 2015.

ROPPA, C.; FALKENBERG, J. R.; STANGERLIN, D. M.; BRUN, F. G. K.; BRUN, E. J.; LONGHI, S. J. Diagnóstico da Percepção dos Moradores sobre a Arborização Urbana na Vila Estação Colônia – Bairro Camoni, Santa Maria – RS. **REVSBAU**, v. 2, n.2, 2007.

ROSSETTI, A. I. N.; PELLEGRINO, P. R. M.; TAVARES, A. R. As árvores e suas interfaces no ambiente urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2010.

ROY, R. K.; KHURAIJAM, J. S.; SINGH, Shilpi. Lagerstroemia for Urban Landscapes in India. 2019.

SANUSI, R. et al. Microclimate benefits that different street tree species provide to sidewalk pedestrians relate to differences in Plant Area Index. **Landscape and Urban Planning**, v. 157, p. 502-511, 2017.

SALBITANO, F.; BORELLI, S.; CONIGLIARO, M.; CHEN, Y. **Directrices para la silvicultura urbana y periurbana**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017.

SANCHIZ, M. B. **Guía de estudios de impacto e integración paisagística**. Paisaxe Galega. Xunta de Galicia, 2012.

Disponível em: <<http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0670146.pdf>>

SAHRAOUI, Y.; CLAUZEL, C.; FOLTÊTE, J. A metrics-based approach for modeling covariation of visual and ecological landscape qualities. **Ecological Indicators**, v. 123, p. 107331, 2021.

SCANAVARA JR., L.; CORRÊA, R. F. M. Benefícios ambientais da arborização urbana em Mogi Guaçu, SP. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS. 21 a 23 de maio de 2014 – Poços de Caldas – Minas Gerais.

SCHROEDER, H.W.; CANNON, W.N. Jr. The esthetic contribution of trees to residential streets in Ohio towns. **Journal of Arboriculture**, v. 9, n. 9, p. 237-243, 1983.

SCHROEDER, H.W.; CANNON, W.N. Jr. Visual quality of residential streets: both street and yard trees make a difference. **Journal of Arboriculture**, v. 13, n. 10, p. 236-239, 1987.

SCOLFORO, J. R. S.; *Biometria Florestal – Modelagem do crescimento e da produção. Textos acadêmicos*, UFLA, 2005, 352 p.

SILVA, L. F. et al. Intercepção da chuva por duas espécies arbóreas em áreas verdes urbanas. **Cerne**, v. 16, n. 4, p. 547-555, 2010.

SILVA, R. R. S.; BIONDI, D. Avaliação da preferência paisagística no Jardim Botânico de Curitiba, Paraná, Brasil. **REVSBAU**, Piracicaba – São Paulo, v.8, n.1, p.39-53, 2013.

SILVA, M. P.; DE CASTRO FONTES, M. S. G. Parâmetros espaciais e estético-ambientais de avaliação da qualidade da arborização viária. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 6, n. 38, 2018.

SOARES, A. M. J.; ALVES, R. L.; TARGINO, E. N. de M. A. Acessibilidade na arborização urbana: percepção de deficientes visuais sobre a mobilidade em espaços públicos arborizados. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 12, n. 3, p. 51-65, 2017.

SOARES-FILHO, B. S. et al. Modelagem de dinâmica de paisagem: concepção e potencial de aplicação de modelos de simulação baseados em autômato celular. **Megadiversidade**, v. 3, n. 1-2, p. 74-76, 2007.

STASINOPOULOS, M. D. et al. **Flexible regression and smoothing: using GAMLSS in R**. CRC Press, 2017.

STEENBERG, J. W. N.; MILLWARD, A. A.; NOAWAK, D. J.; ROBINSON, P. J. A conceptual framework of urban forest ecosystem vulnerability. **Environmental Reviews**, v. 25, n. 1, p. 115-126, 2016.

Disponível em:

<https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/jrnl/2017/nrs_2017_steenberg_001.pdf>

SUBRAMANIAN, A; SILVA, L. B.; COUTINHO, A. S. Aplicação de método e técnica multivariados para previsão de variáveis termoambientais e perceptivas. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 052-070, 2007.

SUCOMINE, N. M.; SALES, A. Caracterização e análise do patrimônio arbóreo da malha viária urbana central do município de São Carlos-SP. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, v. 05, n. 04, p.126-137, 2010.

SUN, R.; XIE, W.; CHEN, L.. A landscape connectivity model to quantify contributions of heat sources and sinks in urban regions. **Landscape and urban planning**, v. 178, p. 43-50, 2018.

SVOBODOVA, K. et al. Does the composition of landscape photographs affect visual preferences? The rule of the Golden Section and the position of the horizon. **Journal of Environmental Psychology**, v. 38, p. 143-152, 2014.

TSAI, W. et al. Urban vegetative cover fragmentation in the US: Associations with physical activity and BMI. **American journal of preventive medicine**, v. 50, n. 4, p. 509-517, 2016.

TSOKA, S.; TSIKALOUKAKI, K.; THEODOSIOU, T. Urban space's morphology and microclimatic analysis: A study for a typical urban district in the Mediterranean city of Thessaloniki, Greece. **Energy and Buildings**, v. 156, p. 96-108, 2017.

TUAN, Y. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. Londrina: Eduel, 2012.

TURGUT, H.; ATABEYOĞLU, O; YILMAZ, H, M. Akif IRMAK, M. A. Evaluating different planting design compositions for visual landscape quality in street planting. **Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, v. 13, n. 1, p. 49-66, 2012.

- VAILSHERY, L. S.; JAGANMOHAN, M.; NAGENDRA, H. Effect of street trees on microclimate and air pollution in a tropical city. **Urban forestry & urban greening**, v. 12, n. 3, p. 408-415, 2013.
- VIANA, S. M. et al. Valoração monetária: pesquisas em floresta urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 1, p. 76-88, 2012.
- WANG, M. et al. How does urban green space feature influence physical activity diversity in high-density built environment? An on-site observational study. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 62, p. 127129, 2021.
- WARTMANN, F. M. et al. Factors influencing visual landscape quality perceived by the public. Results from a national survey. **Landscape and Urban Planning**, v. 208, p. 104024, 2021.
- WEBER, R.; SCHNIER, J.; JACOBSEN, T. Aesthetics of streetscapes: influence of fundamental properties on aesthetic judgments of urban space. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 106, n. 1, p. 128 - 146, 2008.
- WHERRETT, J. R. Creating landscape preference models using internet survey techniques. **Landscape research**, v. 25, n. 1, p. 79-96, 2000.
- WIRTH, R.; WEBER, B.; RYEL, R. J. Spatial and temporal variability of canopy structure in a tropical moist forest. **Acta Oecologica**, Montrouge, v. 22, n. 5-6, p. 235-244, Sept. 2001.
- YAO, X.; LIU, Y. Machine learning. In: **Search Methodologies**. Springer, Boston, MA, 2014. p. 477-517.
- YEE, T. W.; MITCHELL, N. D. Generalized additive models in plant ecology. **Journal of vegetation science**, v. 2, n. 5, p. 587-602, 1991.
- YIN, L.; WANG, Z. Measuring visual enclosure for street walkability: Using machine learning algorithms and Google Street View imagery. **Applied geography**, v. 76, p. 147-153, 2016.
- YIN, L. Street level urban design qualities for walkability: Combining 2D and 3D GIS measures. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 64, p. 288-296, 2017.
- ZHANG, J.; GOU, Z. Tree crowns and their associated summertime microclimatic adjustment and thermal comfort improvement in urban parks in a subtropical city of China. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 59, p. 126912, 2021.
- ZHANG, Y.; ZHENG, B. Trees assessments of citizen willingness to support urban forestry: an empirical study in Alabama. **Arboriculture & Urban Forestry**, Champaign, v. 37, n. 3, p. 118 - 125, 2011.
- ZUBE, E. H.; SELL, J. L.; TAYLOR, J. G. Landscape perception: research, application and theory. **Landscape planning**, 1982, 9.1: 1-33.
- ZHU, W. et al. Spatial and seasonal variations of leaf area index (LAI) in subtropical secondary forests related to floristic composition and stand characters. **Biogeosciences**, v. 13, n. 12, p. 3819-3831, 2016.

8. APÊNDICES

Tabela 1. Análise da Qualidade Visual da Paisagem de ruas com calçadas arborizadas na estação verão.

Zona	Rua	Segmento	Foto	Construção (%)	Vegetação (%)	Céu (%)	QVP
ZR1	Arcésio Guimarães	1	S1L1A1	52	28	20	184
ZR1	Arcésio Guimarães	1	S1L2A1	51,3	16,6	32,1	149,8
ZR1	Arcésio Guimarães	2	S2L1A1	59,4	22,2	18,4	166,6
ZR1	Arcésio Guimarães	2	S2L2A1	50,1	31,6	18,3	194,8
ZR1	Arcésio Guimarães	3	S3L1A1	50,8	33,8	15,4	201,4
ZR1	Arcésio Guimarães	3	S3L2A1	53,9	32,7	13,4	198,1
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	1	S1L1A1	42,2	52,1	5,7	256,3
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	1	S1L2A1	46,3	42,7	11	228,1
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	2	S2L1A1	40,3	34,3	25,4	202,9
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	2	S2L2A1	55,2	30,3	14,5	190,9
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	3	S3L1A1	53,7	22,3	24	166,9
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	3	S3L2A1	50,9	33,8	15,3	201,4
ZR1	São Leopoldo	1	S1L1A1	55,2	29,5	15,3	188,5
ZR1	São Leopoldo	1	S1L2A1	47,3	44,8	7,9	234,4
ZR1	São Leopoldo	2	S2L1A1	57,1	29,6	13,3	188,8
ZR1	São Leopoldo	2	S2L2A1	47,4	33	19,6	199
ZR1	São Leopoldo	3	S3L1A1	49,5	38,6	11,9	215,8
ZR1	São Leopoldo	3	S3L2A1	44,5	26,5	29	179,5
ZR2	Albano Reis	1	S1L1A1	48,3	10,2	41,5	130,6
ZR2	Albano Reis	1	S1L2A1	48,3	10,2	41,5	130,6
ZR2	Albano Reis	2	S2L1A1	44,1	10,1	45,8	130,3
ZR2	Albano Reis	2	S2L2A1	44,1	10,1	45,8	130,3
ZR2	Albano Reis	3	S3L1A1	42,7	28,6	28,7	185,8
ZR2	Albano Reis	3	S3L2A1	43,3	37,3	19,4	211,9
ZR2	Angelo Zeni	1	S1L1A1	51,6	30,5	17,9	191,5
ZR2	Angelo Zeni	1	S1L2A1	45,4	45,8	8,8	237,4
ZR2	Angelo Zeni	2	S2L1A1	46,3	27,3	26,4	181,9
ZR2	Angelo Zeni	2	S2L2A1	46,3	27,3	26,4	181,9
ZR2	Angelo Zeni	3	S3L1A1	51,3	34,9	13,8	204,7
ZR2	Angelo Zeni	3	S3L2A1	37,3	51,7	11	255,1
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	1	S1L1A1	37,2	43,4	19,4	230,2
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	1	S1L2A1	37,2	43,4	19,4	230,2
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	2	S2L1A1	35,6	48,1	16,3	244,3
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	2	S2L2A1	35,6	48,1	16,3	244,3
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	3	S3L1A1	44,2	23,4	32,4	170,2
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	3	S3L2A1	44,2	23,4	32,4	170,2
ZR3	Celestino Junior	1	S1L1A1	48,6	39,2	12,2	217,6
ZR3	Celestino Junior	1	S1L2A1	48,6	39,2	12,2	217,6
ZR3	Celestino Junior	2	S2L1A1	48,6	39,2	12,2	217,6
ZR3	Celestino Junior	2	S2L2A1	48,6	39,2	12,2	217,6

ZR3	Celestino Junior	3	S3L1A1	50,1	32,4	17,5	197,2
ZR3	Celestino Junior	3	S3L2A1	50,1	32,4	17,5	197,2
ZR3	Fernandes de Barros	1	S1L1A1	58,8	30,1	11,1	190,3
ZR3	Fernandes de Barros	1	S1L2A1	47,9	42	10,1	226
ZR3	Fernandes de Barros	2	S2L1A1	52,2	29,7	18,1	189,1
ZR3	Fernandes de Barros	2	S2L2A1	51,9	18,1	30	154,3
ZR3	Fernandes de Barros	3	S3L1A1	52,8	20,6	26,6	161,8
ZR3	Fernandes de Barros	3	S3L2A1	47,5	25,6	26,9	176,8
ZR3	Fernando Amaro	1	S1L1A1	50,6	39	10,4	217
ZR3	Fernando Amaro	1	S1L2A1	58,7	22,2	19,1	166,6
ZR3	Fernando Amaro	2	S2L1A1	63,2	21,3	15,5	163,9
ZR3	Fernando Amaro	2	S2L2A1	50	45,2	4,8	235,6
ZR3	Fernando Amaro	3	S3L1A1	55,4	37,1	7,5	211,3
ZR3	Fernando Amaro	3	S3L2A1	48,1	42,7	9,2	228,1
ZR4	Dr. Zemanhof	1	S1L1A1	48,1	36,7	15,2	210,1
ZR4	Dr. Zemanhof	1	S1L2A1	51,2	31,2	17,6	193,6
ZR4	Dr. Zemanhof	2	S2L1A1	42,5	32	25,5	196
ZR4	Dr. Zemanhof	2	S2L2A1	43,2	37	19,8	211
ZR4	Dr. Zemanhof	3	S3L1A1	56,2	28,5	15,3	185,5
ZR4	Dr. Zemanhof	3	S3L2A1	54,3	20,5	25,2	161,5
ZR4	Guaratuba	1	S1L1A1	49,2	32,9	17,9	198,7
ZR4	Guaratuba	1	S1L2A1	48	23,2	28,8	169,6
ZR4	Guaratuba	2	S2L1A1	50,7	29,2	20,1	187,6
ZR4	Guaratuba	2	S2L2A1	43,9	37,9	18,2	213,7
ZR4	Guaratuba	3	S3L1A1	58,5	19,9	21,6	159,7
ZR4	Guaratuba	3	S3L2A1	56,2	24,6	19,2	173,8
ZR4	Tabajaras	1	S1L1A1	49,7	15,1	35,2	145,3
ZR4	Tabajaras	1	S1L2A1	52,4	28	19,6	184
ZR4	Tabajaras	2	S2L1A1	54,8	30,2	15	190,6
ZR4	Tabajaras	2	S2L2A1	59,4	24,9	15,7	174,7
ZR4	Tabajaras	3	S3L1A1	57	16	27	148
ZR4	Tabajaras	3	S3L2A1	51,8	30,2	18	190,6

Tabela 2. Análise da Qualidade Visual da Paisagem de ruas com calçadas arborizadas na estação outono.

Zona	Rua	Segmento	Foto	Construção (%)	Vegetação (%)	Céu (%)	QVP
ZR1	Arcésio Guimarães	1	S1L1A1	59,3	30,7	10	192,1
ZR1	Arcésio Guimarães	1	S1L2A1	59,3	30,7	10	192,1
ZR1	Arcésio Guimarães	2	S2L1A1	58,5	23,4	18,1	170,2
ZR1	Arcésio Guimarães	2	S2L2A1	51,5	32	16,5	196
ZR1	Arcésio Guimarães	3	S3L1A1	50,6	31	18,4	193
ZR1	Arcésio Guimarães	3	S3L2A1	56,9	30,8	12,3	192,4
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	1	S1L1A1	44,5	45	10,5	235
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	1	S1L2A1	53,6	32,8	13,6	198,4
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	2	S2L1A1	46,3	40,1	13,6	220,3
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	2	S2L2A1	54,5	35,7	9,8	207,1
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	3	S3L1A1	51,8	35	13,2	205
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	3	S3L2A1	58,7	35	6,3	205
ZR1	São Leopoldo	1	S1L1A1	45,7	36,7	17,6	210,1
ZR1	São Leopoldo	1	S1L2A1	48,1	42,4	9,5	227,2
ZR1	São Leopoldo	2	S2L1A1	38,1	41,9	20	225,7
ZR1	São Leopoldo	2	S2L2A1	38,1	41,9	20	225,7
ZR1	São Leopoldo	3	S3L1A1	56,6	37,7	5,7	213,1
ZR1	São Leopoldo	3	S3L2A1	42,2	42,2	15,6	226,6
ZR2	Albano Reis	1	S1L1A1	46,8	21,5	31,7	164,5
ZR2	Albano Reis	1	S1L2A1	40,2	22,2	37,6	166,6
ZR2	Albano Reis	2	S2L1A1	48,6	18,1	33,3	154,3
ZR2	Albano Reis	2	S2L2A1	50,2	37	12,8	211
ZR2	Albano Reis	3	S3L1A1	47	39,8	13,2	219,4
ZR2	Albano Reis	3	S3L2A1	46,6	44,6	8,8	233,8
ZR2	Angelo Zeni	1	S1L1A1	56,2	33,5	10,3	200,5
ZR2	Angelo Zeni	1	S1L2A1	51,5	40,5	8	221,5
ZR2	Angelo Zeni	2	S2L1A1	53,7	34,8	11,5	204,4
ZR2	Angelo Zeni	2	S2L2A1	53,7	34,8	11,5	204,4
ZR2	Angelo Zeni	3	S3L1A1	60,1	30,6	9,3	191,8
ZR2	Angelo Zeni	3	S3L2A1	49,8	42,9	7,3	228,7
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	1	S1L1A1	34,4	48,3	17,3	244,9
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	1	S1L2A1	50,7	39,3	10	217,9
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	2	S2L1A1	48,3	24,7	27	174,1
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	2	S2L2A1	39,5	46,2	14,3	238,6
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	3	S3L1A1	43,1	35,6	21,3	206,8
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	3	S3L2A1	49	28	23	184

ZR3	Celestino Junior	1	S1L1A1	58,8	27,8	13,4	183,4
ZR3	Celestino Junior	1	S1L2A1	68,3	27	4,7	181
ZR3	Celestino Junior	2	S2L1A1	55,4	34,6	10	203,8
ZR3	Celestino Junior	2	S2L2A1	68,4	20,9	10,7	162,7
ZR3	Celestino Junior	3	S3L1A1	55	31,7	13,3	195,1
ZR3	Celestino Junior	3	S3L2A1	47,3	39,7	13	219,1
ZR3	Fernandes de Barros	1	S1L1A1	48,1	46,2	5,7	238,6
ZR3	Fernandes de Barros	1	S1L2A1	45,4	48,8	5,8	246,4
ZR3	Fernandes de Barros	2	S2L1A1	39,1	45	15,9	235
ZR3	Fernandes de Barros	2	S2L2A1	41,2	34,5	24,3	203,5
ZR3	Fernandes de Barros	3	S3L1A1	42,9	36,5	20,6	209,5
ZR3	Fernandes de Barros	3	S3L2A1	46	38	16	214
ZR3	Fernando Amaro	1	S1L1A1	48,3	46,6	5,1	239,8
ZR3	Fernando Amaro	1	S1L2A1	56,7	37,6	5,7	212,8
ZR3	Fernando Amaro	2	S2L1A1	54,8	38,3	6,9	214,9
ZR3	Fernando Amaro	2	S2L2A1	44,9	51,3	3,8	253,9
ZR3	Fernando Amaro	3	S3L1A1	41,4	46	12,6	238
ZR3	Fernando Amaro	3	S3L2A1	41,7	51,8	6,5	255,4
ZR4	Dr. Zemanhof	1	S1L1A1	63,1	32,3	4,6	196,9
ZR4	Dr. Zemanhof	1	S1L2A1	59,2	32,9	7,9	198,7
ZR4	Dr. Zemanhof	2	S2L1A1	62,2	32,6	5,2	197,8
ZR4	Dr. Zemanhof	2	S2L2A1	42,5	44,8	12,7	234,4
ZR4	Dr. Zemanhof	3	S3L1A1	66,8	29,1	4,1	187,3
ZR4	Dr. Zemanhof	3	S3L2A1	70,5	20,7	8,8	162,1
ZR4	Guaratuba	1	S1L1A1	64,2	25,6	10,2	176,8
ZR4	Guaratuba	1	S1L2A1	41,1	38,9	20	216,7
ZR4	Guaratuba	2	S2L1A1	63,2	27	9,8	181
ZR4	Guaratuba	2	S2L2A1	46,9	41,3	11,8	223,9
ZR4	Guaratuba	3	S3L1A1	67,4	24,9	7,7	174,7
ZR4	Guaratuba	3	S3L2A1	64,6	27	8,4	181
ZR4	Tabajaras	1	S1L1A1	53,8	26,2	20	178,6
ZR4	Tabajaras	1	S1L2A1	54,2	29,9	15,9	189,7
ZR4	Tabajaras	2	S2L1A1	51	41	8	223
ZR4	Tabajaras	2	S2L2A1	55,7	34,1	10,2	202,3
ZR4	Tabajaras	3	S3L1A1	43,7	36,6	19,7	209,8
ZR4	Tabajaras	3	S3L2A1	54,4	35,5	10,1	206,5

Tabela 3. Análise da Qualidade Visual da Paisagem de ruas com calçadas arborizadas na estação inverno.

Zona	Rua	Segmento	Foto	Construção (%)	Vegetação (%)	Céu (%)	QVP
ZR1	Arcésio Guimarães	1	S1L1A1	53,7	22,4	23,9	167,2
ZR1	Arcésio Guimarães	1	S1L2A1	50,2	20,7	29,1	162,1
ZR1	Arcésio Guimarães	2	S2L1A1	54,2	21,3	24,5	163,9
ZR1	Arcésio Guimarães	2	S2L2A1	56,6	24,4	19	173,2
ZR1	Arcésio Guimarães	3	S3L1A1	52,8	29,8	17,4	189,4
ZR1	Arcésio Guimarães	3	S3L2A1	58,3	26,8	14,9	180,4
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	1	S1L1A1	49,9	35,4	14,7	206,2
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	1	S1L2A1	57,6	30,1	12,3	190,3
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	2	S2L1A1	49,4	24,9	25,7	174,7
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	2	S2L2A1	51	30	19	190
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	3	S3L1A1	49,5	24,2	26,3	172,6
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	3	S3L2A1	66,4	21,9	11,7	165,7
ZR1	São Leopoldo	1	S1L1A1	54,6	30,9	14,5	192,7
ZR1	São Leopoldo	1	S1L2A1	51	37,2	11,8	211,6
ZR1	São Leopoldo	2	S2L1A1	56,3	30,2	13,5	190,6
ZR1	São Leopoldo	2	S2L2A1	56,3	30,2	13,5	190,6
ZR1	São Leopoldo	3	S3L1A1	54,7	33,2	12,1	199,6
ZR1	São Leopoldo	3	S3L2A1	53,2	27,4	19,4	182,2
ZR2	Albano Reis	1	S1L1A1	52,7	8,2	39,1	124,6
ZR2	Albano Reis	1	S1L2A1	44,2	19,1	36,7	157,3
ZR2	Albano Reis	2	S2L1A1	47,2	15,8	37	147,4
ZR2	Albano Reis	2	S2L2A1	44,7	35	20,3	205
ZR2	Albano Reis	3	S3L1A1	42,7	35,4	21,9	206,2
ZR2	Albano Reis	3	S3L2A1	42,1	38,1	19,8	214,3
ZR2	Angelo Zeni	1	S1L1A1	55,1	25,4	19,5	176,2
ZR2	Angelo Zeni	1	S1L2A1	42,1	40,4	17,5	221,2
ZR2	Angelo Zeni	2	S2L1A1	55,1	27	17,9	181
ZR2	Angelo Zeni	2	S2L2A1	58,2	22,9	18,9	168,7
ZR2	Angelo Zeni	3	S3L1A1	66,7	20,2	13,1	160,6
ZR2	Angelo Zeni	3	S3L2A1	39,3	49,5	11,2	248,5
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	1	S1L1A1	50,8	31	18,2	193
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	1	S1L2A1	50,8	31	18,2	193
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	2	S2L1A1	61	14,8	24,2	144,4
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	2	S2L2A1	51,4	37,7	10,9	213,1
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	3	S3L1A1	52,9	24,8	22,3	174,4
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	3	S3L2A1	61,7	16,3	22	148,9

ZR3	Celestino Junior	1	S1L1A1	54,1	23,1	22,8	169,3
ZR3	Celestino Junior	1	S1L2A1	61,5	21,5	17	164,5
ZR3	Celestino Junior	2	S2L1A1	48	31	21	193
ZR3	Celestino Junior	2	S2L2A1	53,4	23,6	23	170,8
ZR3	Celestino Junior	3	S3L1A1	62,3	26,8	10,9	180,4
ZR3	Celestino Junior	3	S3L2A1	54	29,1	16,9	187,3
ZR3	Fernandes Barros	1	S1L1A1	56,4	33,6	10	200,8
ZR3	Fernandes Barros	1	S1L2A1	44,2	42	13,8	226
ZR3	Fernandes Barros	2	S2L1A1	46,4	35,1	18,5	205,3
ZR3	Fernandes Barros	2	S2L2A1	44,9	23,7	31,4	171,1
ZR3	Fernandes Barros	3	S3L1A1	46,5	24,1	29,4	172,3
ZR3	Fernandes Barros	3	S3L2A1	45,1	27,7	27,2	183,1
ZR3	Fernando Amaro	1	S1L1A1	59,6	30,8	9,6	192,4
ZR3	Fernando Amaro	1	S1L2A1	56,4	26,2	17,4	178,6
ZR3	Fernando Amaro	2	S2L1A1	63,8	19,7	16,5	159,1
ZR3	Fernando Amaro	2	S2L2A1	45,9	44,1	10	232,3
ZR3	Fernando Amaro	3	S3L1A1	52,3	26,7	21	180,1
ZR3	Fernando Amaro	3	S3L2A1	43,8	48,4	7,8	245,2
ZR4	Dr. Zemanhof	1	S1L1A1	51,4	37,3	11,3	211,9
ZR4	Dr. Zemanhof	1	S1L2A1	62,6	21,3	16,1	163,9
ZR4	Dr. Zemanhof	2	S2L1A1	46,7	27,1	26,2	181,3
ZR4	Dr. Zemanhof	2	S2L2A1	46,4	30,3	23,3	190,9
ZR4	Dr. Zemanhof	3	S3L1A1	61,8	28,6	9,6	185,8
ZR4	Dr. Zemanhof	3	S3L2A1	58,2	22,7	19,1	168,1
ZR4	Guaratuba	1	S1L1A1	55,8	28,6	15,6	185,8
ZR4	Guaratuba	1	S1L2A1	56,5	21,6	21,9	164,8
ZR4	Guaratuba	2	S2L1A1	55,6	22,1	22,3	166,3
ZR4	Guaratuba	2	S2L2A1	55,8	28,5	15,7	185,5
ZR4	Guaratuba	3	S3L1A1	61	18,9	20,1	156,7
ZR4	Guaratuba	3	S3L2A1	56,4	22,1	21,5	166,3
ZR4	Tabajaras	1	S1L1A1	62,3	11,8	25,9	135,4
ZR4	Tabajaras	1	S1L2A1	53,8	23,2	23	169,6
ZR4	Tabajaras	2	S2L1A1	57,8	26,2	16	178,6
ZR4	Tabajaras	2	S2L2A1	59,5	25,2	15,3	175,6
ZR4	Tabajaras	3	S3L1A1	48	18	34	154
ZR4	Tabajaras	3	S3L2A1	53,9	27,5	18,6	182,5

Tabela 4. Análise da Qualidade Visual da Paisagem de ruas com calçadas arborizadas na estação primavera.

Zona	Rua	Segmento	Foto	Construção (%)	Vegetação (%)	Céu (%)	QVP
ZR1	Arcésio Guimarães	1	S1L1A1	66,7	22,4	10,9	167,2
ZR1	Arcésio Guimarães	1	S1L2A1	39	21	40	163
ZR1	Arcésio Guimarães	2	S2L1A1	50,9	20,3	28,8	160,9
ZR1	Arcésio Guimarães	2	S2L2A1	37,3	37,6	25,1	212,8
ZR1	Arcésio Guimarães	3	S3L1A1	35,6	42	22,4	226
ZR1	Arcésio Guimarães	3	S3L2A1	45	36	19	208
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	1	S1L1A1	33,5	53,9	12,6	261,7
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	1	S1L2A1	33,5	53,9	12,6	261,7
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	2	S2L1A1	50,2	24,8	25	174,4
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	2	S2L2A1	50,2	24,8	25	174,4
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	3	S3L1A1	49,1	26	24,9	178
ZR1	Av. Edgard Stelfeld	3	S3L2A1	51,2	28,5	20,3	185,5
ZR1	São Leopoldo	1	S1L1A1	38,8	41,7	19,5	225,1
ZR1	São Leopoldo	1	S1L2A1	46,8	46,6	6,6	239,8
ZR1	São Leopoldo	2	S2L1A1	36,6	48,6	14,8	245,8
ZR1	São Leopoldo	2	S2L2A1	32,7	36	31,3	208
ZR1	São Leopoldo	3	S3L1A1	38,8	47,5	13,7	242,5
ZR1	São Leopoldo	3	S3L2A1	46,6	24,3	29,1	172,9
ZR2	Albano Reis	1	S1L1A1	51,2	11,5	37,3	134,5
ZR2	Albano Reis	1	S1L2A1	44,4	11,8	43,8	135,4
ZR2	Albano Reis	2	S2L1A1	50,5	13,8	35,7	141,4
ZR2	Albano Reis	2	S2L2A1	33,4	42,4	24,2	227,2
ZR2	Albano Reis	3	S3L1A1	48,2	31,8	20	195,4
ZR2	Albano Reis	3	S3L2A1	36,2	43,8	20	231,4
ZR2	Angelo Zeni	1	S1L1A1	51,9	41,3	6,8	223,9
ZR2	Angelo Zeni	1	S1L2A1	51,9	41,3	6,8	223,9
ZR2	Angelo Zeni	2	S2L1A1	39,7	27,7	32,6	183,1
ZR2	Angelo Zeni	2	S2L2A1	42,6	19,2	38,2	157,6
ZR2	Angelo Zeni	3	S3L1A1	32,1	41,8	26,1	225,4
ZR2	Angelo Zeni	3	S3L2A1	32,1	41,8	26,1	225,4
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	1	S1L1A1	37,3	39,5	23,2	218,5
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	1	S1L2A1	37,3	39,5	23,2	218,5
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	2	S2L1A1	37	43,3	19,7	229,9
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	2	S2L2A1	37	43,3	19,7	229,9
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	3	S3L1A1	41,8	21,7	36,5	165,1
ZR2	Dr. Nelson de Souza Pinto	3	S3L2A1	41,8	21,7	36,5	165,1

ZR3	Celestino Junior	1	S1L1A1	45,8	27,7	26,5	183,1
ZR3	Celestino Junior	1	S1L2A1	45,8	27,7	26,5	183,1
ZR3	Celestino Junior	2	S2L1A1	56,1	32,5	11,4	197,5
ZR3	Celestino Junior	2	S2L2A1	48,5	35,5	16	206,5
ZR3	Celestino Junior	3	S3L1A1	49,8	39,1	11,1	217,3
ZR3	Celestino Junior	3	S3L2A1	60,2	26,4	13,4	179,2
ZR3	Fernandes Barros	1	S1L1A1	44,2	32,4	23,4	197,2
ZR3	Fernandes Barros	1	S1L2A1	39,5	46,1	14,4	238,3
ZR3	Fernandes Barros	2	S2L1A1	40,5	20,2	39,3	160,6
ZR3	Fernandes Barros	2	S2L2A1	40,5	20,2	39,3	160,6
ZR3	Fernandes Barros	3	S3L1A1	39	26,5	34,5	179,5
ZR3	Fernandes Barros	3	S3L2A1	39	26,5	34,5	179,5
ZR3	Fernando Amaro	1	S1L1A1	50,2	42,6	7,2	227,8
ZR3	Fernando Amaro	1	S1L2A1	59,4	17,3	23,3	151,9
ZR3	Fernando Amaro	2	S2L1A1	51,1	25,1	23,8	175,3
ZR3	Fernando Amaro	2	S2L2A1	41,5	53,8	4,7	261,4
ZR3	Fernando Amaro	3	S3L1A1	56,8	34,7	8,5	204,1
ZR3	Fernando Amaro	3	S3L2A1	42,7	49,9	7,4	249,7
ZR4	Dr. Zemanhof	1	S1L1A1	44,7	40	15,3	220
ZR4	Dr. Zemanhof	1	S1L2A1	51,1	31,4	17,5	194,2
ZR4	Dr. Zemanhof	2	S2L1A1	40,4	30,9	28,7	192,7
ZR4	Dr. Zemanhof	2	S2L2A1	40,7	29,4	29,9	188,2
ZR4	Dr. Zemanhof	3	S3L1A1	48,7	22,1	29,2	166,3
ZR4	Dr. Zemanhof	3	S3L2A1	58,6	18,1	23,3	154,3
ZR4	Guaratuba	1	S1L1A1	54,4	24,9	20,7	174,7
ZR4	Guaratuba	1	S1L2A1	64	14,6	21,4	143,8
ZR4	Guaratuba	2	S2L1A1	43,7	37,1	19,2	211,3
ZR4	Guaratuba	2	S2L2A1	40,1	42,1	17,8	226,3
ZR4	Guaratuba	3	S3L1A1	63,4	16	20,6	148
ZR4	Guaratuba	3	S3L2A1	51,9	27	21,1	181
ZR4	Tabajaras	1	S1L1A1	52,1	15,4	32,5	146,2
ZR4	Tabajaras	1	S1L2A1	52,1	15,4	32,5	146,2
ZR4	Tabajaras	2	S2L1A1	53	29	18	187
ZR4	Tabajaras	2	S2L2A1	47,1	31,8	21,1	195,4
ZR4	Tabajaras	3	S3L1A1	55,5	16,7	27,8	150,1
ZR4	Tabajaras	3	S3L2A1	43,1	34,1	22,8	202,3

Tabela 5. Análise da Qualidade Visual da Paisagem de ruas com calçadas não arborizadas na estação verão.

Zona	Rua	Segmento	Foto	Construção (%)	Vegetação (%)	Céu (%)	QVP
ZR1	Antônio Grade	1	S1L1A1	41,7	24,8	33,5	124,8
ZR1	Antônio Grade	1	S1L2A1	41,7	24,8	33,5	124,8
ZR1	Antônio Grade	2	S2L1A1	34,3	28,3	37,4	128,3
ZR1	Antônio Grade	2	S2L2A1	34,3	28,3	37,4	128,3
ZR1	Antônio Grade	3	S3L1A1	44,0	23,8	32,2	123,8
ZR1	Antônio Grade	3	S3L2A1	44,0	23,8	32,2	123,8
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	1	S1L1A1	56,4	13,7	29,9	113,7
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	1	S1L2A1	35,0	33,2	31,8	133,2
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	2	S2L1A1	52,8	25,5	21,7	125,5
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	2	S2L2A1	36,4	31,1	32,5	131,1
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	3	S3L1A1	28,6	41,7	29,7	141,7
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	3	S3L2A1	40,4	39,5	20,1	139,5
ZR1	Helly de Macedo Souza	1	S1L1A1	39,6	33,0	27,4	133,0
ZR1	Helly de Macedo Souza	1	S1L2A1	46,4	21,4	32,2	121,4
ZR1	Helly de Macedo Souza	2	S2L1A1	44,4	23,3	32,3	123,3
ZR1	Helly de Macedo Souza	2	S2L2A1	44,4	23,3	32,3	123,3
ZR1	Helly de Macedo Souza	3	S3L1A1	55,7	16,5	27,8	116,5
ZR1	Helly de Macedo Souza	3	S3L2A1	46,6	18,5	34,9	118,5
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	1	S1L1A1	49,1	18,1	32,8	118,1
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	1	S1L2A1	32,7	42,4	24,9	142,4
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	2	S2L1A1	48,2	27,0	24,8	127,0
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	2	S2L2A1	48,2	27,0	24,8	127,0
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	3	S3L1A1	50,7	18,9	30,4	118,9
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	3	S3L2A1	48,0	15,3	36,7	115,3
ZR2	Gregório de Matos	1	S1L1A1	48,7	15,3	36,0	115,3
ZR2	Gregório de Matos	1	S1L2A1	48,7	15,3	36,0	115,3
ZR2	Gregório de Matos	2	S2L1A1	56,1	9,6	34,3	109,6
ZR2	Gregório de Matos	2	S2L2A1	50,2	15,3	34,5	115,3
ZR2	Gregório de Matos	3	S3L1A1	52,9	12,3	34,8	112,3
ZR2	Gregório de Matos	3	S3L2A1	50,5	18,0	31,5	118,0
ZR2	Lívio Moreira	1	S1L1A1	52,6	11,6	35,8	111,6
ZR2	Lívio Moreira	1	S1L2A1	52,6	11,6	35,8	111,6
ZR2	Lívio Moreira	2	S2L1A1	40,9	26,1	33,0	126,1
ZR2	Lívio Moreira	2	S2L2A1	40,9	26,1	33,0	126,1
ZR2	Lívio Moreira	3	S3L1A1	45,0	27,9	27,1	127,9
ZR2	Lívio Moreira	3	S3L2A1	45,0	27,9	27,1	127,9
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	1	S1L1A1	39,3	22,6	38,1	122,6
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	1	S1L2A1	41,6	21,2	37,2	121,2
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	2	S2L1A1	52,1	10,6	37,3	110,6
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	2	S2L2A1	46,0	14,9	39,1	114,9
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	3	S3L1A1	40,7	22,3	37,0	122,3
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	3	S3L2A1	40,7	22,3	37,0	122,3

ZR3	Pretextato Taborda Júnior	1	S1L1A1	38,5	35,0	26,5	135,0
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	1	S1L2A1	42,0	15,4	42,6	115,4
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	2	S2L1A1	44,2	14,3	41,5	114,3
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	2	S2L2A1	47,0	16,8	36,2	116,8
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	3	S3L1A1	47,2	18,9	33,9	118,9
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	3	S3L2A1	47,2	18,9	33,9	118,9
ZR3	Vieira Fazenda	1	S1L1A1	50,7	8,6	40,7	108,6
ZR3	Vieira Fazenda	1	S1L2A1	50,0	10,0	40,0	110,0
ZR3	Vieira Fazenda	2	S2L1A1	52,2	11,0	36,8	111,0
ZR3	Vieira Fazenda	2	S2L2A1	43,4	21,1	35,5	121,1
ZR3	Vieira Fazenda	3	S3L1A1	43,3	14,7	42,0	114,7
ZR3	Vieira Fazenda	3	S3L2A1	49,5	13,2	37,3	113,2
ZR4	Antônio Lago	1	S1L1A1	48,8	13,2	38,0	113,2
ZR4	Antônio Lago	1	S1L2A1	41,4	22,6	36,0	122,6
ZR4	Antônio Lago	2	S2L1A1	45,5	32,6	21,9	132,6
ZR4	Antônio Lago	2	S2L2A1	43,3	20,4	36,3	120,4
ZR4	Antônio Lago	3	S3L1A1	81,2	2,4	16,4	102,4
ZR4	Antônio Lago	3	S3L2A1	59,6	16,9	23,5	116,9
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	1	S1L1A1	57,3	20,6	22,1	120,6
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	1	S1L2A1	53,3	28,6	18,1	128,6
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	2	S2L1A1	52,5	14,4	33,1	114,4
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	2	S2L2A1	45,9	31,1	23,0	131,1
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	3	S3L1A1	38,2	22,9	38,9	122,9
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	3	S3L2A1	44,9	22,1	33,0	122,1
ZR4	João Batista Trentin	1	S1L1A1	45,8	20,3	33,9	120,3
ZR4	João Batista Trentin	1	S1L2A1	45,8	20,3	33,9	120,3
ZR4	João Batista Trentin	2	S2L1A1	62,3	11,3	26,4	111,3
ZR4	João Batista Trentin	2	S2L2A1	52,1	16,4	31,5	116,4
ZR4	João Batista Trentin	3	S3L1A1	46,2	13,0	40,8	113,0
ZR4	João Batista Trentin	3	S3L2A1	49,8	16,6	33,6	116,6

Tabela 6. Análise da Qualidade Visual da Paisagem de ruas com calçadas não arborizadas na estação outono.

Zona	Rua	Segmento	Foto	Construção (%)	Vegetação (%)	Céu (%)	QVP
ZR1	Antônio Grade	1	S1L1A1	49,1	23,5	27,4	123,5
ZR1	Antônio Grade	1	S1L2A1	51,6	26,1	22,3	126,1
ZR1	Antônio Grade	2	S2L1A1	46,5	29,4	24,1	129,4
ZR1	Antônio Grade	2	S2L2A1	47,5	22,4	30,1	122,4
ZR1	Antônio Grade	3	S3L1A1	52,7	21,2	26,1	121,2
ZR1	Antônio Grade	3	S3L2A1	49,0	25,3	25,7	125,3
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	1	S1L1A1	59,5	12,8	27,7	112,8
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	1	S1L2A1	59,4	16,5	24,1	116,5
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	2	S2L1A1	45,2	29,7	25,1	129,7
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	2	S2L2A1	55,3	17,1	27,6	117,1
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	3	S3L1A1	42,9	25,7	31,4	125,7
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	3	S3L2A1	53,1	32,0	14,9	132,0
ZR1	Helly de Macedo Souza	1	S1L1A1	41,6	30,3	28,1	130,3
ZR1	Helly de Macedo Souza	1	S1L2A1	52,0	21,2	26,8	121,2
ZR1	Helly de Macedo Souza	2	S2L1A1	43,8	29,4	26,8	129,4
ZR1	Helly de Macedo Souza	2	S2L2A1	50,6	22,8	26,6	122,8
ZR1	Helly de Macedo Souza	3	S3L1A1	50,2	18,8	31,0	118,8
ZR1	Helly de Macedo Souza	3	S3L2A1	41,7	25,8	32,5	125,8
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	1	S1L1A1	56,5	17,5	26,0	117,5
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	1	S1L2A1	57,6	15,3	27,1	115,3
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	2	S2L1A1	55,9	30,6	13,5	130,6
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	2	S2L2A1	33,2	42,2	24,6	142,2
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	3	S3L1A1	55,4	13,2	31,4	113,2
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	3	S3L2A1	42,2	29,8	28,0	129,8
ZR2	Gregório de Matos	1	S1L1A1	59,1	11,4	29,5	111,4
ZR2	Gregório de Matos	1	S1L2A1	43,2	20,0	36,8	120,0
ZR2	Gregório de Matos	2	S2L1A1	45,7	22,7	31,6	122,7
ZR2	Gregório de Matos	2	S2L2A1	51,7	14,0	34,3	114,0
ZR2	Gregório de Matos	3	S3L1A1	57,6	9,6	32,8	109,6
ZR2	Gregório de Matos	3	S3L2A1	46,5	17,1	36,4	117,1
ZR2	Lívio Moreira	1	S1L1A1	36,8	35,1	28,1	135,1
ZR2	Lívio Moreira	1	S1L2A1	30,4	33,5	36,1	133,5
ZR2	Lívio Moreira	2	S2L1A1	50,1	19,2	30,7	119,2
ZR2	Lívio Moreira	2	S2L2A1	41,5	29,3	29,2	129,3
ZR2	Lívio Moreira	3	S3L1A1	47,6	24,9	27,5	124,9
ZR2	Lívio Moreira	3	S3L2A1	57,8	16,3	25,9	116,3

ZR3	Alberto Muler Sobrinho	1	S1L1A1	53,0	20,1	26,9	120,1
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	1	S1L2A1	48,7	22,9	28,4	122,9
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	2	S2L1A1	41,2	23,7	35,1	123,7
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	2	S2L2A1	41,6	15,6	42,8	115,6
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	3	S3L1A1	43,2	24,1	32,7	124,1
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	3	S3L2A1	60,9	13,4	25,7	113,4
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	1	S1L1A1	48,5	33,4	18,1	133,4
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	1	S1L2A1	39,7	28,4	31,9	128,4
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	2	S2L1A1	46,8	12,7	40,5	112,7
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	2	S2L2A1	44,9	19,9	35,2	119,9
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	3	S3L1A1	38,9	34,3	26,8	134,3
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	3	S3L2A1	48,8	20,0	31,2	120,0
ZR3	Vieira Fazenda	1	S1L1A1	54,0	9,3	36,7	109,3
ZR3	Vieira Fazenda	1	S1L2A1	37,7	27,9	34,4	127,9
ZR3	Vieira Fazenda	2	S2L1A1	43,7	26,3	30,0	126,3
ZR3	Vieira Fazenda	2	S2L2A1	33,4	33,1	33,5	133,1
ZR3	Vieira Fazenda	3	S3L1A1	50,0	21,5	28,5	121,5
ZR3	Vieira Fazenda	3	S3L2A1	51,5	17,7	30,8	117,7
ZR4	Antônio Lago	1	S1L1A1	51,2	16,1	32,7	116,1
ZR4	Antônio Lago	1	S1L2A1	49,3	22,5	28,2	122,5
ZR4	Antônio Lago	2	S2L1A1	48,4	29,8	21,8	129,8
ZR4	Antônio Lago	2	S2L2A1	52,3	20,6	27,1	120,6
ZR4	Antônio Lago	3	S3L1A1	65,0	21,0	14,0	121,0
ZR4	Antônio Lago	3	S3L2A1	56,3	24,0	19,7	124,0
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	1	S1L1A1	55,4	28,1	16,5	128,1
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	1	S1L2A1	61,7	21,6	16,7	121,6
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	2	S2L1A1	51,6	15,2	33,2	115,2
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	2	S2L2A1	56,4	29,9	13,7	129,9
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	3	S3L1A1	37,9	32,3	29,8	132,3
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	3	S3L2A1	45,2	25,7	29,1	125,7
ZR4	João Batista Trentin	1	S1L1A1	41,6	25,4	33,0	125,4
ZR4	João Batista Trentin	1	S1L2A1	50,1	15,5	34,4	115,5
ZR4	João Batista Trentin	2	S2L1A1	41,2	28,6	30,2	128,6
ZR4	João Batista Trentin	2	S2L2A1	63,1	13,5	23,4	113,5
ZR4	João Batista Trentin	3	S3L1A1	53,5	13,3	33,2	113,3
ZR4	João Batista Trentin	3	S3L2A1	45,8	21,4	32,8	121,4

Tabela 7. Análise da Qualidade Visual da Paisagem de ruas com calçadas não arborizadas na estação inverno.

Zona	Rua	Segmento	Foto	Construção (%)	Vegetação (%)	Céu (%)	QVP
ZR1	Antônio Grade	1	S1L1A1	33,3	24,2	42,5	124,2
ZR1	Antônio Grade	1	S1L2A1	54,2	22,5	23,3	122,5
ZR1	Antônio Grade	2	S2L1A1	34,5	27,8	37,7	127,8
ZR1	Antônio Grade	2	S2L2A1	54,4	16,8	28,8	116,8
ZR1	Antônio Grade	3	S3L1A1	42,7	19,1	38,2	119,1
ZR1	Antônio Grade	3	S3L2A1	45,1	23,5	31,4	123,5
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	1	S1L1A1	43,5	27,5	29,0	127,5
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	1	S1L2A1	46,1	22,6	31,3	122,6
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	2	S2L1A1	36,9	35,2	27,9	135,2
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	2	S2L2A1	41,3	24,4	34,3	124,4
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	3	S3L1A1	31,3	31,4	37,3	131,4
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	3	S3L2A1	51,8	31,7	16,5	131,7
ZR1	Helly de Macedo Souza	1	S1L1A1	46,3	22,1	31,6	122,1
ZR1	Helly de Macedo Souza	1	S1L2A1	51,3	16,6	32,1	116,6
ZR1	Helly de Macedo Souza	2	S2L1A1	53,5	21,2	25,3	121,2
ZR1	Helly de Macedo Souza	2	S2L2A1	52,2	19,9	27,9	119,9
ZR1	Helly de Macedo Souza	3	S3L1A1	52,3	14,8	32,9	114,8
ZR1	Helly de Macedo Souza	3	S3L2A1	47,7	14,9	37,4	114,9
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	1	S1L1A1	36,3	35,7	28,0	135,7
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	1	S1L2A1	36,3	35,7	28,0	135,7
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	2	S2L1A1	40,0	33,8	26,2	133,8
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	2	S2L2A1	40,0	33,8	26,2	133,8
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	3	S3L1A1	51,4	18,9	29,7	118,9
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	3	S3L2A1	51,4	18,9	29,7	118,9
ZR2	Gregório de Matos	1	S1L1A1	56,8	12,4	30,8	112,4
ZR2	Gregório de Matos	1	S1L2A1	41,1	19,0	39,9	119,0
ZR2	Gregório de Matos	2	S2L1A1	54,7	14,6	30,7	114,6
ZR2	Gregório de Matos	2	S2L2A1	44,9	18,9	36,2	118,9
ZR2	Gregório de Matos	3	S3L1A1	55,5	12,6	31,9	112,6
ZR2	Gregório de Matos	3	S3L2A1	47,6	17,9	34,5	117,9
ZR2	Lívio Moreira	1	S1L1A1	37,8	22,9	39,3	122,9
ZR2	Lívio Moreira	1	S1L2A1	37,8	22,9	39,3	122,9
ZR2	Lívio Moreira	2	S2L1A1	53,7	20,5	25,8	120,5
ZR2	Lívio Moreira	2	S2L2A1	53,7	20,5	25,8	120,5
ZR2	Lívio Moreira	3	S3L1A1	54,7	17,9	27,4	117,9
ZR2	Lívio Moreira	3	S3L2A1	54,7	17,9	27,4	117,9

ZR3	Alberto Muler Sobrinho	1	S1L1A1	46,0	22,7	31,3	122,7
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	1	S1L2A1	50,6	22,2	27,2	122,2
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	2	S2L1A1	43,9	20,6	35,5	120,6
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	2	S2L2A1	52,1	12,6	35,3	112,6
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	3	S3L1A1	48,2	20,7	31,1	120,7
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	3	S3L2A1	46,0	22,5	31,5	122,5
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	1	S1L1A1	52,3	26,9	20,8	126,9
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	1	S1L2A1	49,5	15,6	34,9	115,6
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	2	S2L1A1	45,1	11,8	43,1	111,8
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	2	S2L2A1	49,4	15,2	35,4	115,2
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	3	S3L1A1	40,9	24,6	34,5	124,6
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	3	S3L2A1	52,0	14,8	33,2	114,8
ZR3	Vieira Fazenda	1	S1L1A1	49,5	8,8	41,7	108,8
ZR3	Vieira Fazenda	1	S1L2A1	28,8	27,2	44,0	127,2
ZR3	Vieira Fazenda	2	S2L1A1	50,7	18,7	30,6	118,7
ZR3	Vieira Fazenda	2	S2L2A1	35,2	27,5	37,3	127,5
ZR3	Vieira Fazenda	3	S3L1A1	68,7	10,3	21,0	110,3
ZR3	Vieira Fazenda	3	S3L2A1	55,4	14,7	29,9	114,7
ZR4	Antônio Lago	1	S1L1A1	49,2	9,5	41,3	109,5
ZR4	Antônio Lago	1	S1L2A1	52,2	17,8	30,0	117,8
ZR4	Antônio Lago	2	S2L1A1	48,7	26,4	24,9	126,4
ZR4	Antônio Lago	2	S2L2A1	45,8	17,3	36,9	117,3
ZR4	Antônio Lago	3	S3L1A1	72,6	8,0	19,4	108,0
ZR4	Antônio Lago	3	S3L2A1	48,4	28,4	23,2	128,4
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	1	S1L1A1	63,9	18,6	17,5	118,6
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	1	S1L2A1	68,1	17,2	14,7	117,2
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	2	S2L1A1	57,9	14,0	28,1	114,0
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	2	S2L2A1	56,3	24,0	19,7	124,0
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	3	S3L1A1	39,6	22,2	38,2	122,2
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	3	S3L2A1	51,8	19,7	28,5	119,7
ZR4	João Batista Trentin	1	S1L1A1	44,3	19,5	36,2	119,5
ZR4	João Batista Trentin	1	S1L2A1	44,3	19,5	36,2	119,5
ZR4	João Batista Trentin	2	S2L1A1	61,5	10,9	27,6	110,9
ZR4	João Batista Trentin	2	S2L2A1	61,6	12,2	26,2	112,2
ZR4	João Batista Trentin	3	S3L1A1	51,4	14,7	33,9	114,7
ZR4	João Batista Trentin	3	S3L2A1	55,4	15,4	29,2	115,4

Tabela 8. Análise da Qualidade Visual da Paisagem de ruas com calçadas não arborizadas na estação primavera.

Zona	Rua	Segmento	Foto	Construção (%)	Vegetação (%)	Céu (%)	QVP
ZR1	Antônio Grade	1	S1L1A1	38,2	17,6	44,2	117,6
ZR1	Antônio Grade	1	S1L2A1	38,2	17,6	44,2	117,6
ZR1	Antônio Grade	2	S2L1A1	28,8	32,3	38,9	132,3
ZR1	Antônio Grade	2	S2L2A1	28,8	32,3	38,9	132,3
ZR1	Antônio Grade	3	S3L1A1	37,0	24,0	39,0	124,0
ZR1	Antônio Grade	3	S3L2A1	37,0	24,0	39,0	124,0
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	1	S1L1A1	39,9	18,3	41,8	118,3
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	1	S1L2A1	44,2	27,0	28,8	127,0
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	2	S2L1A1	31,1	35,5	33,4	135,5
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	2	S2L2A1	29,2	33,5	37,3	133,5
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	3	S3L1A1	25,0	43,6	31,4	143,6
ZR1	Engenheiro Rômulo Gutierrez	3	S3L2A1	42,8	34,0	23,2	134,0
ZR1	Helly de Macedo Souza	1	S1L1A1	42,7	32,7	24,6	132,7
ZR1	Helly de Macedo Souza	1	S1L2A1	47,4	29,7	22,9	129,7
ZR1	Helly de Macedo Souza	2	S2L1A1	47,9	23,7	28,4	123,7
ZR1	Helly de Macedo Souza	2	S2L2A1	48,2	15,1	36,7	115,1
ZR1	Helly de Macedo Souza	3	S3L1A1	40,1	22,4	37,5	122,4
ZR1	Helly de Macedo Souza	3	S3L2A1	45,4	16,6	38,0	116,6
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	1	S1L1A1	42,5	16,5	41,0	116,5
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	1	S1L2A1	27,4	37,2	35,4	137,2
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	2	S2L1A1	42,4	36,9	20,7	136,9
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	2	S2L2A1	34,3	28,7	37,0	128,7
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	3	S3L1A1	43,6	18,4	38,0	118,4
ZR2	Antônio Correa Bittencourt	3	S3L2A1	49,1	13,4	37,5	113,4
ZR2	Gregório de Matos	1	S1L1A1	42,4	16,0	41,6	116,0
ZR2	Gregório de Matos	1	S1L2A1	33,2	20,5	46,3	120,5
ZR2	Gregório de Matos	2	S2L1A1	45,8	17,1	37,1	117,1
ZR2	Gregório de Matos	2	S2L2A1	49,5	15,3	35,2	115,3
ZR2	Gregório de Matos	3	S3L1A1	58,5	11,5	30,0	111,5
ZR2	Gregório de Matos	3	S3L2A1	47,0	22,2	30,8	122,2
ZR2	Lívio Moreira	1	S1L1A1	56,6	10,6	32,8	110,6
ZR2	Lívio Moreira	1	S1L2A1	56,6	10,6	32,8	110,6
ZR2	Lívio Moreira	2	S2L1A1	41,2	25,7	33,1	125,7
ZR2	Lívio Moreira	2	S2L2A1	41,2	25,7	33,1	125,7
ZR2	Lívio Moreira	3	S3L1A1	38,7	27,9	33,4	127,9
ZR2	Lívio Moreira	3	S3L2A1	38,7	27,9	33,4	127,9

ZR3	Alberto Muler Sobrinho	1	S1L1A1	35,8	24,9	39,3	124,9
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	1	S1L2A1	35,8	24,9	39,3	124,9
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	2	S2L1A1	42,5	20,0	37,5	120,0
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	2	S2L2A1	42,5	20,0	37,5	120,0
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	3	S3L1A1	47,4	19,8	32,8	119,8
ZR3	Alberto Muler Sobrinho	3	S3L2A1	44,8	18,1	37,1	118,1
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	1	S1L1A1	41,2	31,9	26,9	131,9
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	1	S1L2A1	38,6	15,6	45,8	115,6
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	2	S2L1A1	45,0	11,9	43,1	111,9
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	2	S2L2A1	36,5	16,7	46,8	116,7
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	3	S3L1A1	32,1	29,8	38,1	129,8
ZR3	Pretextato Taborda Júnior	3	S3L2A1	48,0	18,2	33,8	118,2
ZR3	Vieira Fazenda	1	S1L1A1	39,4	11,5	49,1	111,5
ZR3	Vieira Fazenda	1	S1L2A1	41,2	11,8	47,0	111,8
ZR3	Vieira Fazenda	2	S2L1A1	33,8	20,2	46,0	120,2
ZR3	Vieira Fazenda	2	S2L2A1	34,2	22,7	43,1	122,7
ZR3	Vieira Fazenda	3	S3L1A1	48,6	17,1	34,3	117,1
ZR3	Vieira Fazenda	3	S3L2A1	45,1	19,1	35,8	119,1
ZR4	Antônio Lago	1	S1L1A1	50,6	10,5	38,9	110,5
ZR4	Antônio Lago	1	S1L2A1	46,5	17,6	35,9	117,6
ZR4	Antônio Lago	2	S2L1A1	41,2	29,6	29,2	129,6
ZR4	Antônio Lago	2	S2L2A1	43,1	18,1	38,8	118,1
ZR4	Antônio Lago	3	S3L1A1	61,5	20,2	18,3	120,2
ZR4	Antônio Lago	3	S3L2A1	54,1	19,7	26,2	119,7
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	1	S1L1A1	52,9	24,6	22,5	124,6
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	1	S1L2A1	60,4	18,5	21,1	118,5
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	2	S2L1A1	44,0	17,0	39,0	117,0
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	2	S2L2A1	48,2	28,7	23,1	128,7
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	3	S3L1A1	42,1	24,2	33,7	124,2
ZR4	Dep. Atílio de Almeida Barbosa	3	S3L2A1	35,5	33,1	31,4	133,1
ZR4	João Batista Trentin	1	S1L1A1	46,7	20,8	32,5	120,8
ZR4	João Batista Trentin	1	S1L2A1	45,1	14,2	40,7	114,2
ZR4	João Batista Trentin	2	S2L1A1	51,3	12,6	36,1	112,6
ZR4	João Batista Trentin	2	S2L2A1	58,3	12,6	29,1	112,6
ZR4	João Batista Trentin	3	S3L1A1	46,6	10,3	43,1	110,3
ZR4	João Batista Trentin	3	S3L2A1	45,0	15,3	39,7	115,3