

BALANÇO ENTRE REMOÇÃO E INSERÇÃO DE ÁRVORES NO BAIRRO MIRAMAR, JOÃO PESSOA, PB

ANALYZE OF LOSS AND GAIN OF URBAN AFFORESTATION IN THE MIRAMAR NEIGHBORHOOD, JOÃO PESSOA, PB

Luciana Andrade dos Passos¹, Letícia Palazzi Perez², Vanessa Nunes Lopes³

RESUMO

Estudos espaço-temporais, com apoio de geotecnologias e de análise quali e qualitativas, têm contribuído para estudos da paisagem, incluindo processos de perdas e ganhos da arborização urbana. Este trabalho explora a relação entre remoção e inserção de indivíduos arbóreos presentes na arborização viária, com uso simultâneo de diferentes ferramentas de análise. Os objetivos da pesquisa foram relacionar identificar a influência das transformações arquitetônicas sobre a distribuição espaço-temporal dos indivíduos arbóreos, nos planos horizontal e vertical. Foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento e de interpretação visual de imagens de satélite, em 2011 e 2019; e em fichas de análise de elementos selecionados da paisagem alterada, para análise urbanística-arquitetônica, em 2011 e 2017, via *Google Street View*, em estudo de caso no bairro de Miramar, situado na Zona Leste de João Pessoa (PB). Como resultado, foi possível observar a redução de 16% no número de lotes arborizados, maior concentração de árvores em avenidas principais, e que, em relação às mudanças no uso do solo, as perdas ocorreram tanto em “edificações multifamiliares” quanto em “edificações térreas”, denotando que mesmo sem alteração de uso residencial para comercial, há substituição ou remoção total de indivíduos arbóreos.

Palavras-chave: Arborização urbana. Percepção. Paisagem urbana. Mudança de uso do solo.

ABSTRACT

Spatio-temporal studies, with the support of geotechnologies and quali-quantitative analysis, have contributed to the analysis of the landscape, including processes of losses and gains of urban afforestation. This work explores the relationship between the removal and insertion of urban tree individuals, with the simultaneous use of different analysis tools. The research objectives were related to identifying the influence of architectural transformations on the spatio-temporal distribution of arboreal individuals, in the horizontal and vertical views. Geoprocessing tools and visual interpretation of satellite images were used in 2011 and 2019; and in analysis sheets of selected elements of the altered landscape, for urban-architectural analysis, in 2011 and 2017, in a case study in the neighborhood of Miramar, located in the East Zone of João Pessoa (PB). As a result, it was possible to observe 16% in the number of wooded lots, a greater concentration of trees on main avenues, and that, in relation to changes in land use, losses occurred both in "multifamily buildings" and in houses, denoting that even without changing from residential to commercial use, there is a replacement or total removal of arboreal individuals.

Keywords: Urban afforestation; Urban landscape; Land use and cover change.

Recebido em 24.06.2022 e aceito em 14.10.2022

1 Arquiteta e Urbanista. Doutora. Professora Adjunta no Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba UFPB. João Pessoa/PB. Email: lucianadospassos@hotmail.com

2 Geógrafa. Doutora. Professora Visitante no Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba UFPB. João Pessoa/PB. Email: leticia.palazzi@gmail.com

3 Arquiteta e Urbanista. Especialista em ATHIS. Aluna no Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba UFPB. João Pessoa/PB. Cidade/Sigla do Estado. Email: vanessanuneslopes@gmail.com

INTRODUÇÃO

Dentre os diversos elementos naturais que constituem a paisagem das cidades, as árvores são representantes relevantes da natureza no ambiente urbano. A arborização urbana tem, por exemplo, a capacidade de estabelecer uma aproximação do ser humano com a natureza (ĆURIĆ et al., 2022; WOLF et. al, 2020). Os benefícios da arborização são amplos: compensam o aquecimento e mitigam o impacto das mudanças climáticas (RAGULA & CHANDRA, 2020); reduzem os efeitos da poluição do ar, agindo como um sumidouro de emissões atmosféricas (STORCH-BÖHM, 2020); aumentam as áreas permeáveis melhorando as condições ecológicas das cidades (VAROL et. al, 2019); espécies resistentes a poluição do ar (plantadas sozinhas ou em combinação) contribuem para a regeneração ambiental de áreas urbanas (MURESAN, 2022; GROTE et al., 2016; SELMI et al., 2016).

Para a população, os benefícios relacionados as árvores nas ruas - como a capacidade de sombrear, de refrescar o ambiente, de acalmar - superam os problemas práticos resultantes do seu plantio (MULLANEY et al., 2015). Contudo, observa-se a diminuição, em número e tamanho, das áreas verdes urbanas, em virtude do crescimento espacial das cidades e dos processos de pavimentação, construção de vias e edifícios, elevando assim a quantidade de áreas impermeáveis nas cidades (PEREZ et al., 2020; LACERDA et al., 2021; DA SILVA, 2018).

Pesquisas envolvendo análise espaço-temporal, em cidades da Austrália e dos Estados Unidos da América, com a utilização de dados de sensores remotos e métodos estatísticos, tem mostrado que há relação entre uso e ocupação do solo e tamanho de lote, com maior presença ou ausência de indivíduos arbóreos urbanos (LUCK et al., 2009); e que as remoções ocorrem, geralmente, em áreas privadas, enquanto as inserções ocorrem em espaços públicos, como as calçadas (KASPAR et al., 2017; ROMAN et al., 2021), fruto de políticas públicas para melhoria do conforto térmico e adaptação climática.

Estudos nas dimensões espaciais e temporais contribuem para análise da paisagem, permitindo a compreensão sobre os processos de remoção e inserção de árvores, em lotes públicos ou privados. Além disso, sob o enfoque da paisagem, suas é possível analisar alterações na arborização urbana a partir das características espaciais tanto no sentido vertical como no sentido horizontal (FERREIRA et al., 2001).

No sentido horizontal, a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica auxilia na localização e quantificação da cobertura arbórea nas cidades, e contribuindo para sistematizar as análises sobre a implicação das árvores na paisagem urbana (LOCATELLI et al., 2018). No sentido vertical, na escala do pedestre, as análises qualitativas têm revelado a relação das

árvores com o uso do solo, ou seja, da tipologia de uso (residencial, comercial, condomínio vertical, entre outros) dos edifícios na rua. (FERREIRA et al., 2001).

Sendo assim, a objetividade da análise dos planos vertical e horizontal e dos planos espacial e temporal têm relação com a escolha da percepção do fenômeno da arborização urbana (CUMMING et al., 2006; FERREIRA et al., 2001). A observação das árvores no sentido horizontal, a partir de mapas e plantas baixas, ou no sentido vertical, através de perspectivas e fotos, produz mudança na percepção da arborização urbana. Estas observações em diferentes escalas - como escala da quadra, da rua ou da edificação - aliadas a abordagens quali-quantitativas, contribuem de maneira diversa para o entendimento dos impactos da dinâmica urbana na vegetação das ruas.

Em João Pessoa, PB, o bairro Miramar, predominante residencial, de casas térreas, sofre pressão imobiliária para verticalização, além da ocupação de habitações de população de baixa renda nas margens de mata ciliar do Rio Jaguaribe. Neste contexto, os seguintes questionamentos são pertinentes: O bairro de Miramar tem “perdido” indivíduos arbóreos? Onde? As condições de uso e ocupação do solo e alterações arquitetônicas, no bairro, tem influência na remoção ou inserção de árvores urbanas? Que método pode estimular a percepção das alterações da paisagem sob o enfoque de remoção ou inserção das árvores do bairro de Miramar?

Assim, esta pesquisa apresenta um método multiferramental, com o uso de geoferramentas e fichas de dados e imagens, nos planos vertical e horizontal, para a análise de inserção e remoção de árvores urbanas e sua relação com a paisagem e alteração de uso e ocupação do solo. Em particular, foram definidos como objetivos: (i) relacionar os remoção ou inserção de árvores e sua distribuição quantitativa espacial-temporal, no plano horizontal; (ii) analisar os efeitos visuais qualitativos na paisagem decorrentes das alterações da arborização, no plano vertical; e (iii) identificar a influência das transformações arquitetônicas e de infraestrutura sobre a distribuição espaço-temporal dos indivíduos arbóreos, nos planos horizontal e vertical, no bairro Miramar, na capital do estado da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caso se dá no bairro de Miramar, situado na Zona Leste de João Pessoa (PB) (Figura 1), delimitado pelas Av. Ruy Carneiro e Ministro José Américo de Almeida, duas das principais avenidas da cidade. Tais avenidas apresentam uma vasta arborização consolidada, inclusive sendo duas das ruas mais marcantes na paisagem verde da cidade. Também apresenta como um dos seus limites o Rio Jaguaribe, ou seja, contém parte da APP

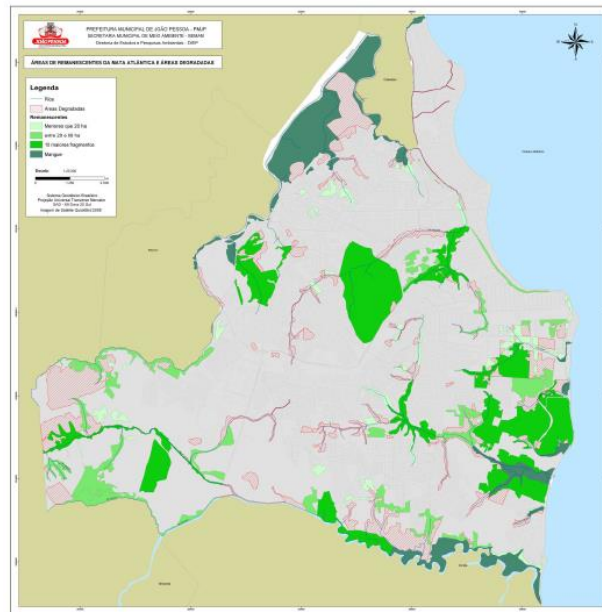
(Área de Preservação Permanente) desse rio, denominada de Parque Ecológico Jaguaribe pela Lei Complementar Municipal Nº 46/2007, que estabelece ainda “um conjunto de recomendações para a restauração e manutenção da mata ciliar e da fauna aquática e terrestre observada no local” (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA, 2007).



Fonte: Dados IBGE, 2010. Elaborado pelas autoras (2021).

Figura 1. Mapa de localização de João Pessoa e do bairro do Miramar.
Figure 1. Map of the location of João Pessoa and Miramar neighborhood.

O Município possui 30,67% de área verde, perfazendo o índice de área verde por habitante de 47,11m²/hab (Figura 2), sendo considerados nessa métrica 86 áreas remanescentes, equivalentes a 3.439.58 hectares, 8 áreas de manguezais, correspondentes a 1.060.25 hectares, e 114 áreas degradadas, representados por 1.690.12 hectares. A arborização urbana do município corresponde a 160 hectares (sem contagem individual), de acordo com dados do diagnóstico do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA, 2010).



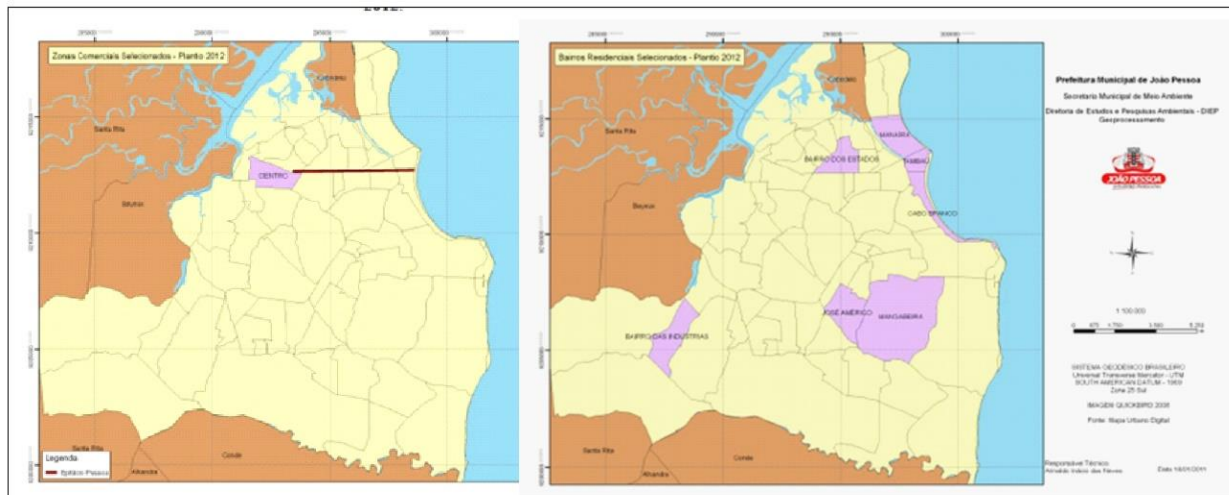
Fonte: Plano Municipal Recuperação e Conservação da Mata Atlântica de João Pessoa (2010).

Figura 2. Vegetação remanescente da Mata Atlântica no município de João Pessoa.

Figure 2. The remaining vegetation of the Atlantic Forest in the municipality of João Pessoa.

Mesmo diante de tal relevância do seu entorno de interesse ambiental, o bairro de Miramar não consta como área prioritária de arborização urbana no Plano de Arborização de João Pessoa (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA, 2012). Nesse Plano, foram selecionadas as áreas de intervenções prioritárias consideradas menos arborizadas, em setores como: escolas públicas; Unidades de Saúde (PSFs); praças com demandas de reposição arbórea; corredores ecológicos; Áreas de Preservação Permanente; Áreas Degradadas; Áreas Verdes; Zonas Comerciais (Av. Epitácio Pessoa e Centro) (Figura 3a); e Zonas Residenciais (cidade verde Bairro das Indústrias, cidade verde Mangabeira, Bairro dos Estados, Manaíra, Tambaú, Cabo Branco, Mangabeira VII e José Américo (Figura 3b).

Quanto às normativas municipais que incidem no bairro, a Lei nº 2.102, de 31 de dezembro de 1975, denominado Código de Urbanismo de João Pessoa (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA, 1975), estabelece os termos para arborização urbana de novos arruamentos e loteamentos, públicos ou privados. Em calçadas com mais de 3m de largura a arborização é obrigatória, já para àquelas com largura inferior, somente é obrigatória caso o perfil da rua seja superior a 15m. O plantio de árvores é exigido para implantação de inúmeros projetos, incluindo projetos arquitetônicos, e nos loteamentos públicos esse plantio deve ser custeado pela prefeitura. Por fim, na Lei complementar nº 29/2002 – Código de Meio Ambiente (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA, 2002), a remoção de árvores, seja na área interna da edificação ou na calçada, pode ser feita apenas com autorização da Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM-JP), mediante justificativa, e com a obrigação de replantio em área próxima, mas na prática estas obrigações não são cumpridas.



Fonte: Plano de Arborização de João Pessoa (2012).

Figura 3. (esquerda) Zonas Comerciais prioritárias para Arborização; (direita) Zonas Residenciais prioritárias para Arborização.

Figure 3. (left) Priority commercial areas for afforestation; (right) Priority residential areas for afforestation.

Métodos que exigem conhecimentos técnicos específicos, ou requerem análises complexas, podem dificultar a aplicação pelos gestores públicos. Por isso, este trabalho se concentra na adoção de ferramentas de amplo acesso para: (i) análise urbanística: interpretação visual de imagens de satélite (*Google Earth*) e georreferenciamento (*software QGIS 3.4*) de imagens de 2011 e 2019; e (ii) análise urbanística-arquitetônica: procedimentos simplificados, como o uso de fichas de identificação de elementos selecionados na paisagem alterada, a partir de imagens capturadas do *Google Street View*, nos anos de 2011 e 2017.

Vale esclarecer que nem sempre a data da imagem de satélite acompanha a data da imagem, portanto, enquanto o mapeamento dos elementos arbóreos, realizado na macroescala de 1:1.000m, foi feito sobre as imagens de 2011 e 2019, a inserção dos atributos para análise urbanística-arquitetônica foi elaborada, na microescala de 1:100m, em imagens horizontais de 2011 e 2017.

Assim, a partir da interpretação visual de imagens de satélite de alta resolução espacial Panizza & Fonseca (2011), foi realizada a sistematização de das informações pertinentes, na forma de atributos atrelados aos pontos de localização dos indivíduos arbóreos, georreferenciados, em duas escalas (da rua e da edificação), e em dois planos (horizontal e vertical), com abordagem ora quantitativa ou quantitativa, ou ambos.

Na macroescala, no plano horizontal, o mapeamento dos indivíduos arbóreos foi realizado utilizando interpretação visual de imagens de satélite da Plataforma *Google Earth*. Esse método permitiu a criação de dados vetoriais (pontos) com atributos associados à feição vetorial e a interpretação visual das imagens de satélite para comparação dos cenários de 2019 e as árvores existentes em 2011.

Os indivíduos arbóreos existentes no bairro de Miramar foram georreferenciados, marcados no mapa como atributo do ponto “remoção” ou “inserção” de árvore. Esses dados foram analisados espacialmente, por meio do software QGIS 3.4, para que fosse possível manipular os dados vetoriais do tipo ponto, dos indivíduos arbóreos identificados, quantificando-os e localizando-os onde ocorreram as transformações da paisagem.

Com os dados vetoriais da “diferença” entre 2011 e 2019, já importados para o QGIS em formato *shapefile*, foram analisadas, quantitativamente, na macro escala, a relação entre arborização urbana e a mudança da paisagem, observando as alterações de remoção e inserção de indivíduos arbóreos com o uso das edificações do entorno imediato à localização da árvore.

Na Interpretação visual quali-quantitativa dos indivíduos arbóreos, identificados na macroescala, foi necessário localizar o indivíduo arbóreo no lote (limite público ou privado do terreno) observando-o na escala do pedestre, na microescala, pelas imagens *Google Street View* de 2011 e 2017, diante da indisponibilidade de imagens de 2019 na plataforma. Ou seja, definiu-se a classificação exata da localização pública ou privada (calçada ou recuo frontal) dos locais onde houve a remoção ou inserção de arborização, registrando os indivíduos arbóreos tanto na macroescala quanto na microescala.

Vale ressaltar que, apesar do mapeamento quantitativo considerar as imagens *Google Earth*, no plano horizontal, com base no ano de 2019, as imagens, no plano vertical, de 2017, *Google Street View*, já apresentavam a grande maioria das alterações passíveis de observação. As imagens na escala do pedestre contribuíram também, ainda na fase de análise quantitativa, para identificar as modificações arquitetônicas e de uso nos locais onde houve perda ou ganho de árvores, e assim delimitar a amostra para a análise qualitativa.

Foram então elaboradas fichas de análise dos elementos arbóreos, contendo os principais elementos da paisagem do entorno, registrando-se em cada ficha a “qualidade da forma” (dimensão, fuste, poda, copa, sombreamento, associação) e a “configuração do meio” (calçada, infraestrutura, forma arquitetônica, canteiro, composição), em 2011 e em 2017, além de um campo para “comentários”. Estas fichas apresentam todos os atributos alfanuméricos que foram inseridos, via *QGIS*, no dado espacial da localização das árvores.

Assim, pode ser analisada a relação da árvore com o entorno construído, além da observação do impacto da arborização antes e depois da alteração de uso do solo, gerando uma na adaptação do método de análise visual de elementos do meio urbano, proposto por Guedes (2005), conforme Figura 4.

O método para identificação de características formais da vegetação que influenciam ativamente na configuração do meio ambiente (GUEDES, 2005) corresponde a três categorias de análise: (i) modo visual; (ii) qualidade da forma; e (iii) a configuração do meio (Figura 5a).

Cada categoria possui quatro modalidades de análise visual, interdependentes, que combinadas permitem reconhecer as características da relação com o elemento estudado e os outros elementos que compõem a forma urbana. E essas modalidades se articulam para alcançar os resultados da análise, apresentado na ficha de cada elemento (Figura 5b).



Fonte: Adaptado de Guedes (2005) apud Lopes (2020).

Figura 4. (a) Diagrama do método de investigação visual de equipamentos urbanos e (b) Representação esquemática do método. Ambos propostos por Guedes (2005).

Figure 4. (a) Diagram of the method of visual investigation of urban facilities and (b) Schematic representation of the method. Both proposed by Guedes (2005).

Desta forma, foram combinadas as modalidades: temporalidade, proporção, forma arquitetônica e infraestrutura urbana, incorporada à categoria de configuração do meio – com o intuito de investigar a relação formal da árvore com a paisagem da rua.

A temporalidade como modo visual foi aplicada no estudo das imagens por meio da comparação de fotografias (antes e depois), através da observação tanto de “remoção” e “inserção” de árvores, quanto as “permanências” ou “modificações” arquitetônicas (novas construções, novos usos, reforma na fachada) ou de infraestrutura (reformas de calçadas e canteiros).

Foi observada também a relação entre os elementos vegetais (indivíduos arbóreos) e construídos (edificações, calçadas, canteiros), sob o aspecto da qualidade visual da configuração da paisagem urbana, em termos formais de dimensão, volume, altura, sombreamento, equilíbrio, harmonia ou conflitos.

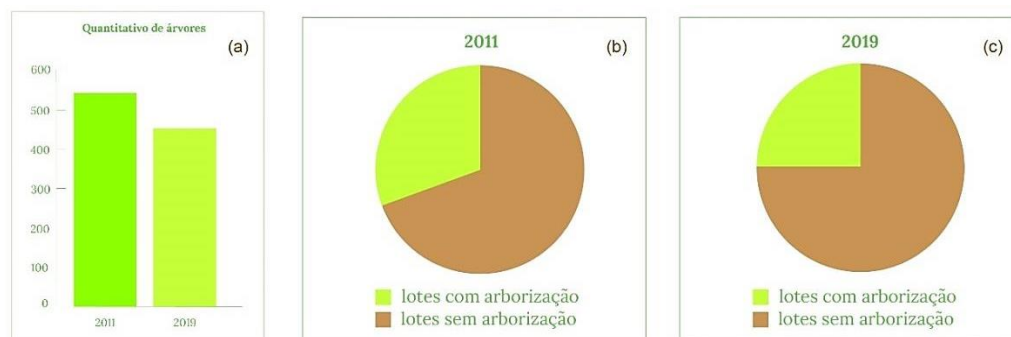
Nesse sentido, foram definidas as seguintes categorias de análise que consideraram remoção ou inserção de indivíduos arbóreos em relação: (i) aos elementos arquitetônicos: “edificações térreas” (casas ou lojas de até 2 pavimentos, com e sem alterações tipológicas ou usos) e “edificações multifamiliares” (prédios, com e sem alterações arquitetônicas e/ou usos); (ii) à configuração espacial: “vias locais/ruas”, “avenidas principais”, “recoo frontal do lote” ou “calçada”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2011, o bairro do Miramar possuía 1540 lotes, dos quais, 467 deles (ou 30%) apresentavam árvores inseridas na calçada ou no recuo frontal. Assim, os lotes sem indivíduos arbóreos (no interior ou na calçada) representavam 70% do bairro. Em 2019, o bairro apresentou remoção de 106 árvores, e inserção de 17, havendo redução para 452 unidades com árvores. Logo, têm-se a redução percentual de 16% no número de lotes arborizados (Figura 5).

Este resultado corrobora a afirmação de autores citados na introdução, de que em face do crescimento urbano, principalmente a verticalização das edificações, tem ocorrido perda de arborização urbana em João Pessoa (DA SILVA, 2018; PEREZ et al., 2020; LACERDA et al., 2021).

Ao relacionar os pontos da localização dos indivíduos arbóreos com a configuração espacial onde eles estão inseridos, é possível observar que há uma maior concentração de árvores em avenidas principais (Av. Epitácio Pessoa, Av. Ministro José Américo de Almeida e a Av. Ruy Carneiro), e que nas vias locais há uma distribuição mais dispersa das árvores, assim como no estudo de Kaspar et al. (2017), também aponta que nas vias locais e nos subúrbios é menor a concentração de cobertura arbórea urbana.

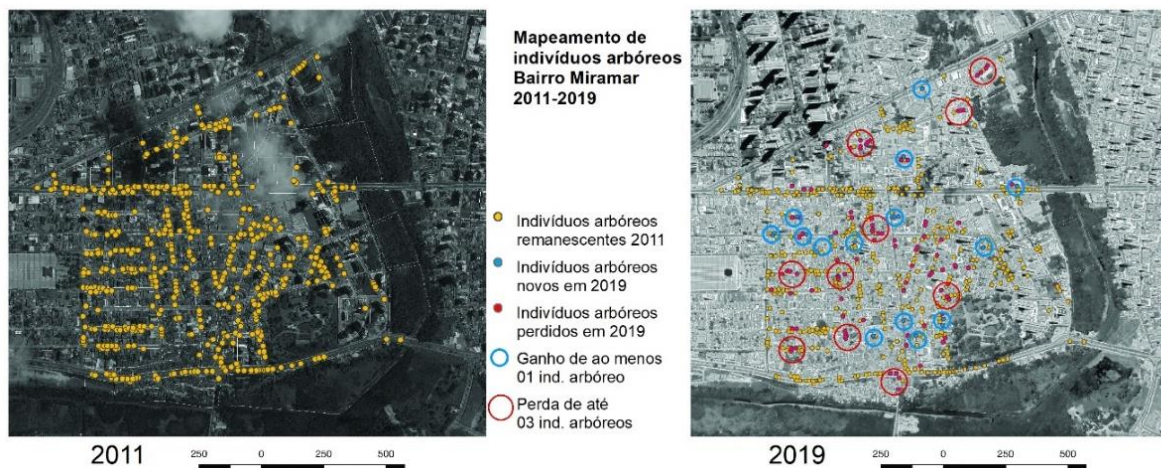


Fonte: LOPES (2020).

Figura 5. (a) Quantidade de indivíduos arbóreos; quantitativo de lotes com indivíduos arbóreos em (b) 2011 e (c) 2019.

Figure 5. (a) Number of trees; the number of lots with trees in (b) 2011 and (c) 2019.

As inserções de pelo menos de 01 indivíduo arbóreo, apresentadas em 14 pontos (*buffers azuis*), estão mais concentrados entre as Av. Epitácio Pessoa e Av. José Américo, noroeste; e os *buffers vermelhos* das remoções, de até 03 indivíduos, estão distribuídos por 07 pontos de diferentes vias locais (Figura 6). Como as avenidas principais são áreas consolidadas, do ponto de vista da mudança de uso e ocupação do solo, as árvores são mantidas ou até inseridas, mas nas vias locais, com a verticalização do solo e grandes alterações de uso, tem ocorrido perda de vegetação em João Pessoa, conforme discutiram Perez et al. (2020) e, para cidades australianas, o artigo de Kaspar et al. (2021).



Fonte: Adaptado de Lopes (2020).

Figura 6. Mapeamento dos indivíduos arbóreos em 2011 e 2019.
Figure 6. Mapping of the trees in 2011 and 2019.

Na microescala, na análise do plano vertical, 10 (dez) situações urbanas mostraram-se relevantes sob o ponto de vista do impacto na qualidade visual da rua decorrente da remoção ou inserção de indivíduos arbóreos, seja na calçada ou no recuo frontal dos lotes - únicos locais de plantio do bairro (setas verdes da Figura 7). Trata-se de 8 remoções e 2 inserções, com o intuito de mostrar o impacto visual causado principalmente quando da remoção de árvores.



Fonte: Lopes (2020).

Figura 7. Indicação da localização dos indivíduos arbóreos analisados e o ângulo da imagem.
Figure 7. Indication of the location of the trees analyzed and the angle of the picture.

Para estes pontos foram geradas fichas de análise de 2011 e 2017 nas quais foram verificadas a compatibilidade dos resultados das de remoção e inserção do plano vertical, da microescala, e do plano horizontal, da macroescala. Este resultado, em fichas a seguir, é a adaptação visual da proposta de Guedes (2005), para análise das alterações, com o intuito de incrementar a percepção, via fotografias, do impacto da perda de um indivíduo arbóreo.

Nos pontos 1, 2 e 3 (apontados na Figura 7), foram observadas remoções de árvores em decorrência de alteração da fachada (Figura 8, esquerda). Nos três casos, ao renovar a fachada de uma casa ou de um prédio multifamiliar, houve perda de indivíduos arbóreos.

<p>01 Rua da Aurora</p> <p>Remoção de Árvore na Calçada</p>																									
<p>Antes</p>	<p>Depois</p>																								
<p>Qualidade da Forma</p> <table border="1"> <tr> <td>Dimensão</td> <td>Média</td> <td>Copa</td> <td>Média</td> </tr> <tr> <td>Fuste</td> <td>Médio</td> <td>Sombreamento</td> <td>Parcial</td> </tr> <tr> <td>Poda</td> <td>Adequada</td> <td>Associação</td> <td>Em conjunto</td> </tr> </table> <p>Configuração do Meio</p> <table border="1"> <tr> <td>Calçada</td> <td>Adequada</td> <td>Canteiro</td> <td>Inadequado</td> </tr> <tr> <td>Infraestrutura</td> <td>Com conflito</td> <td>Composição</td> <td>Harmônica</td> </tr> <tr> <td>Forma arquitetônica</td> <td colspan="3">Sem conflito</td> </tr> </table>		Dimensão	Média	Copa	Média	Fuste	Médio	Sombreamento	Parcial	Poda	Adequada	Associação	Em conjunto	Calçada	Adequada	Canteiro	Inadequado	Infraestrutura	Com conflito	Composição	Harmônica	Forma arquitetônica	Sem conflito		
Dimensão	Média	Copa	Média																						
Fuste	Médio	Sombreamento	Parcial																						
Poda	Adequada	Associação	Em conjunto																						
Calçada	Adequada	Canteiro	Inadequado																						
Infraestrutura	Com conflito	Composição	Harmônica																						
Forma arquitetônica	Sem conflito																								
<p>Comentários</p> <p>Em 2011, o conjunto de árvores forma um limite visual que encobre parte da fachada da edificação, amenizando os contrastes da altura do prédio e a escala do pedestre. O mesmo também forma um corredor que demarca um caminho agradável e sombreado em contraste com o lado oposto da rua, murado e sem transparência. Apesar da calçada ter espaço para a sua implantação, o canteiro está pequeno para a dimensão destas árvores. Em 2017, percebe-se que as árvores removidas estavam implantadas abaixo da infraestrutura aérea. Após reforma na portaria do prédio, o conjunto foi substituído por palmeiras inseridas em um canteiro linear e mais largo que o anterior.</p>																									
<p>57</p>																									
<p>02 Rua Governador José Gomes da Silva</p> <p>Remoção de Árvore na Calçada</p>																									
<p>Antes</p>	<p>Depois</p>																								
<p>Qualidade da Forma</p> <table border="1"> <tr> <td>Dimensão</td> <td>Média</td> <td>Copa</td> <td>Média</td> </tr> <tr> <td>Fuste</td> <td>Médio</td> <td>Sombreamento</td> <td>Total</td> </tr> <tr> <td>Poda</td> <td>Inadequada</td> <td>Associação</td> <td>Isolada</td> </tr> </table> <p>Configuração do Meio</p> <table border="1"> <tr> <td>Calçada</td> <td>Estreita</td> <td>Canteiro</td> <td>Inadequado</td> </tr> <tr> <td>Infraestrutura</td> <td>Com conflito</td> <td>Composição</td> <td>Harmônica</td> </tr> <tr> <td>Forma arquitetônica</td> <td colspan="3">Com conflito</td> </tr> </table>		Dimensão	Média	Copa	Média	Fuste	Médio	Sombreamento	Total	Poda	Inadequada	Associação	Isolada	Calçada	Estreita	Canteiro	Inadequado	Infraestrutura	Com conflito	Composição	Harmônica	Forma arquitetônica	Com conflito		
Dimensão	Média	Copa	Média																						
Fuste	Médio	Sombreamento	Total																						
Poda	Inadequada	Associação	Isolada																						
Calçada	Estreita	Canteiro	Inadequado																						
Infraestrutura	Com conflito	Composição	Harmônica																						
Forma arquitetônica	Com conflito																								
<p>Comentários</p> <p>Em 2011, a árvore isolada promovia sombra à rua e à calçada. Porém, percebe-se que a calçada onde ela estava implantada é estreita e sua copa está em conflito com a fachada elétrica. Tais aspectos demonstram que sua dimensão é inadequada para o espaço disponível, tornando-se um obstáculo para o pedestre. Em 2017, na edificação associada a árvore houve uma alteração na fachada para adaptar ao novo uso e a árvore foi removida. Após a remoção, nota-se que a árvore encobria a visualização de um prédio ao fundo. Então a verticalidade se acentua, e a falta de vegetação torna a paisagem mais árida.</p>																									
<p>58</p>																									
<p>03 Rua Hilda Coutinho Lucena</p> <p>Remoção de Árvore na Calçada</p>																									
<p>Antes</p>	<p>Depois</p>																								
<p>Qualidade da Forma</p> <table border="1"> <tr> <td>Dimensão</td> <td>Pequena</td> <td>Copa</td> <td>Pequena</td> </tr> <tr> <td>Fuste</td> <td>Pequeno</td> <td>Sombreamento</td> <td>Parcial</td> </tr> <tr> <td>Poda</td> <td>Adequada</td> <td>Associação</td> <td>Em conjunto</td> </tr> </table> <p>Configuração do Meio</p> <table border="1"> <tr> <td>Calçada</td> <td>Estreita</td> <td>Canteiro</td> <td>Inadequado</td> </tr> <tr> <td>Infraestrutura</td> <td>Sem conflito</td> <td>Composição</td> <td>Harmônica</td> </tr> <tr> <td>Forma arquitetônica</td> <td colspan="3">Sem conflito</td> </tr> </table>		Dimensão	Pequena	Copa	Pequena	Fuste	Pequeno	Sombreamento	Parcial	Poda	Adequada	Associação	Em conjunto	Calçada	Estreita	Canteiro	Inadequado	Infraestrutura	Sem conflito	Composição	Harmônica	Forma arquitetônica	Sem conflito		
Dimensão	Pequena	Copa	Pequena																						
Fuste	Pequeno	Sombreamento	Parcial																						
Poda	Adequada	Associação	Em conjunto																						
Calçada	Estreita	Canteiro	Inadequado																						
Infraestrutura	Sem conflito	Composição	Harmônica																						
Forma arquitetônica	Sem conflito																								
<p>Comentários</p> <p>Em 2011, o conjunto de árvores estava implantado em calçada estreita e seu canteiro apresentava um tamanho inadequado, porém não havia conflito com a infraestrutura aérea. Mesmo com uma pequena dimensão e uma copa pouco volumosa, ofereciam algum sombreado à calçada. Em 2017, percebe-se que foi construída uma edificação no terreno, anteriormente vazio, e que as duas árvores foram removidas. A calçada foi alargada e o novo edifício possui um canteiro elevado com vegetação no recuo, onde foram plantadas algumas espécies de palmeiras, vegetação que não oferece o mesmo sombreado que as anteriores.</p>																									
<p>59</p>																									
<p>04 Rua Hildebrando Tourinho</p> <p>Remoção de Árvore na Calçada</p>																									
<p>Antes</p>	<p>Depois</p>																								
<p>Qualidade da Forma</p> <table border="1"> <tr> <td>Dimensão</td> <td>Média</td> <td>Copa</td> <td>Média</td> </tr> <tr> <td>Fuste</td> <td>Pequeno</td> <td>Sombreamento</td> <td>Total</td> </tr> <tr> <td>Poda</td> <td>Adequada</td> <td>Associação</td> <td>Em conjunto</td> </tr> </table> <p>Configuração do Meio</p> <table border="1"> <tr> <td>Calçada</td> <td>Adequada</td> <td>Canteiro</td> <td>Não adequado</td> </tr> <tr> <td>Infraestrutura</td> <td>Sem conflito</td> <td>Composição</td> <td>Harmônica</td> </tr> <tr> <td>Forma arquitetônica</td> <td colspan="3">Sem conflito</td> </tr> </table>		Dimensão	Média	Copa	Média	Fuste	Pequeno	Sombreamento	Total	Poda	Adequada	Associação	Em conjunto	Calçada	Adequada	Canteiro	Não adequado	Infraestrutura	Sem conflito	Composição	Harmônica	Forma arquitetônica	Sem conflito		
Dimensão	Média	Copa	Média																						
Fuste	Pequeno	Sombreamento	Total																						
Poda	Adequada	Associação	Em conjunto																						
Calçada	Adequada	Canteiro	Não adequado																						
Infraestrutura	Sem conflito	Composição	Harmônica																						
Forma arquitetônica	Sem conflito																								
<p>Comentários</p> <p>Em 2011, a situação da implantação das árvores eram favoráveis ao desenvolvimento, devido a presença de espaço adequado e não possuir conflito com a infraestrutura, com exceção da dimensão do canteiro, que poderia dispor de uma maior área permeável. A rua possui pouca arborização, portanto, o conjunto de árvores confere um sombreado e beleza pontuais, bloqueando também parte da imagem verticalizada na paisagem. Em 2017, a nova edificação não se apropriou das árvores na nova proposta, removendo-as. A paisagem se torna mais acinzentada, sem vegetação e agora com asfalto na rua. Após a redução de vegetação, a verticalização acentua-se ainda mais na paisagem.</p>																									
<p>60</p>																									
<p>05 Rua João Domingos</p> <p>Remoção de Árvore no Recuo Frontal</p>																									
<p>Antes</p>	<p>Depois</p>																								
<p>Qualidade da Forma</p> <table border="1"> <tr> <td>Dimensão</td> <td>Média</td> <td>Copa</td> <td>Média</td> </tr> <tr> <td>Fuste</td> <td>Médio</td> <td>Sombreamento</td> <td>Total</td> </tr> <tr> <td>Poda</td> <td>Adequada</td> <td>Associação</td> <td>Isolada</td> </tr> </table> <p>Configuração do Meio</p> <table border="1"> <tr> <td>Calçada</td> <td>Não se aplica</td> <td>Canteiro</td> <td>Não se aplica</td> </tr> <tr> <td>Infraestrutura</td> <td>Sem conflito</td> <td>Composição</td> <td>Harmônica</td> </tr> <tr> <td>Forma arquitetônica</td> <td colspan="3">Sem conflito</td> </tr> </table>		Dimensão	Média	Copa	Média	Fuste	Médio	Sombreamento	Total	Poda	Adequada	Associação	Isolada	Calçada	Não se aplica	Canteiro	Não se aplica	Infraestrutura	Sem conflito	Composição	Harmônica	Forma arquitetônica	Sem conflito		
Dimensão	Média	Copa	Média																						
Fuste	Médio	Sombreamento	Total																						
Poda	Adequada	Associação	Isolada																						
Calçada	Não se aplica	Canteiro	Não se aplica																						
Infraestrutura	Sem conflito	Composição	Harmônica																						
Forma arquitetônica	Sem conflito																								
<p>Comentários</p> <p>Em 2011, a árvore existente dentro do recuo frontal da residência possui uma copa cujo volume mostra-se suficiente para promoção de sombra na calçada e na rua, onde não existe arborização já que estas são estreitas dificultando a implantação de árvores. Em 2017, após reforma na residência, a árvore foi removida. A calçada foi alterada com inserção de uma rampa e canteiros lineares com espécies de palmeiras. Apesar da implantação harmônica com a fachada, a palmeira não promove um sombreado que poderia ser benéfico ao pedestre, além de diminuir o espaço livre de circulação na calçada.</p>																									
<p>61</p>																									
<p>06 Rua Vereador Alberto Falcão Barroca</p> <p>Remoção de Árvore no Recuo Frontal</p>																									
<p>Antes</p>	<p>Depois</p>																								
<p>Qualidade da Forma</p> <table border="1"> <tr> <td>Dimensão</td> <td>Grande</td> <td>Copa</td> <td>Grande</td> </tr> <tr> <td>Fuste</td> <td>Grande</td> <td>Sombreamento</td> <td>Total</td> </tr> <tr> <td>Poda</td> <td>Adequada</td> <td>Associação</td> <td>Isolada</td> </tr> </table> <p>Configuração do Meio</p> <table border="1"> <tr> <td>Calçada</td> <td>Não se aplica</td> <td>Canteiro</td> <td>Não se aplica</td> </tr> <tr> <td>Infraestrutura</td> <td>Sem conflito</td> <td>Composição</td> <td>Harmônica</td> </tr> <tr> <td>Forma arquitetônica</td> <td colspan="3">Sem conflito</td> </tr> </table>		Dimensão	Grande	Copa	Grande	Fuste	Grande	Sombreamento	Total	Poda	Adequada	Associação	Isolada	Calçada	Não se aplica	Canteiro	Não se aplica	Infraestrutura	Sem conflito	Composição	Harmônica	Forma arquitetônica	Sem conflito		
Dimensão	Grande	Copa	Grande																						
Fuste	Grande	Sombreamento	Total																						
Poda	Adequada	Associação	Isolada																						
Calçada	Não se aplica	Canteiro	Não se aplica																						
Infraestrutura	Sem conflito	Composição	Harmônica																						
Forma arquitetônica	Sem conflito																								
<p>Comentários</p> <p>Em 2011, o conjunto de árvores forma um marco positivo na paisagem, devido ao grande volume de suas copas unificadas que além de oferecerem um bom sombreado mantêm uma boa integração à forma arquitetônica. Em 2017 a casa foi demolida e as árvores foram removidas, enquanto nenhuma outra foi plantada no interior do lote. Assim, a rua se tornou mais árida, perdendo um importante elemento vegetativo e visual.</p>																									
<p>64</p>																									


Fonte: Lopes (2020).


Figura 8. Fichas de análise 1, 2, 3, 4, 5 e 8.
Figure 8. Forms 1, 2, 3, 4, 5 and 8.

Nos pontos 3, 4 e 8 (Figura 8, direita), houve alteração completa da edificação, seja por uma nova construção, seja pela demolição da edificação – o que certamente representa a construção de nova edificação. Houve perdas de árvores tanto na calçada como no recuo frontal de edificações térreas e multifamiliares (ângulos 2, 4, e 8), sem inserção de nenhum outro tipo ou porte de vegetação.

Também ocorreram perdas de árvores da calçada com substituições equivocadas de indivíduos arbóreos por outros, por vezes de espécies menos frondosas ou de pequeno porte, seja em “edificações térreas” ou “edificações multifamiliares” (ângulos 1, 3 e 5), que não contribuem com o sombreamento tão necessário em uma cidade nordestina, como discutido por Araújo et al. (2009).

Nos pontos 6 e 7 da Figura 7, foram observadas remoções de árvores em decorrência de alteração do uso do solo (Figura 9, abaixo). Verificou-se a substituição de árvores frondosas em lote privado residencial, por estacionamento, com a mudança de uso do lote para comercial, e no ponto 7, na área pública, quando da alteração de casa para prédio multifamiliar.

06		Rua Tito Silva		Remoção de Árvore no Recuo Frontal	
Antes					
	Depois				
Qualidade da Forma					
Dimensão	Grande	Copa	Grande		
Fuste	Grande	Sombreamento	Total		
Poda	Adequada	Associação	Isolada		
Configuração do Meio					
Calçada	Não se aplica	Canteiro	Não se aplica		
Infraestrutura	Sem conflito	Composição	Harmônica		
Forma arquitetônica	Sem conflito				
Comentários					
Em 2011, a árvore, situada no recuo da residência, promove o sombreamento na calçada e na rua além de amenizar o excesso de cinza em uma rua carente de arborização nas calçadas. Devido às dimensões destas, não há espaço para implantação de árvores nesta rua, salvo em jardins privados, portanto as árvores dos recuos tem um papel importante para a criação de uma paisagem verde nesta área. Em 2017, após uma reforma para abrigar o uso comercial, o espaço onde a árvore estava localizada foi transformado em uma calçada com vagas de estacionamento, sem arborização. Percebe-se que a árvore contribuía para a harmonia da paisagem ao encobrir elementos verticalizados que não se revelavam anteriormente.					
62					

07		Rua Deputado Geraldo Mariz		Remoção de Árvore no Recuo Frontal	
Antes					
	Depois				
Qualidade da Forma					
Dimensão	Média	Copa	Média		
Fuste	Médio	Sombreamento	Parcial		
Poda	Adequada	Associação	Isolada		
Configuração do Meio					
Calçada	Não se aplica	Canteiro	Não se aplica		
Infraestrutura	Com conflito	Composição	Harmônica		
Forma arquitetônica	Sem conflito				
Comentários					
Em 2011, a árvore localizada no recuo frontal, promove o sombreamento de parte da rua. A copa volumosa não entra em conflito com a forma arquitetônica ou infraestrutura da rua, apesar de avançar o limite do lote. Em 2017, houve a construção de uma edificação multifamiliar que implantou um estacionamento onde se situa a árvore. Na fotografia percebe-se que outro exemplar, localizado no lado oposto, também foi removido. A rua não possuía muitas árvores na calçada portanto o impacto da remoção dessas poucas árvores nos recuos tornou rua mais árida e sem sombreamento.					
63					

Fonte: Lopes (2020).

Figura 9. Fichas de análise 6 e 7.
Figure 9. Forms 6 and 7.

Métodos estatísticos de análise de alteração temporal na presença de indivíduos arbóreos em áreas urbanas, como o desenvolvido por Kaspar et al. (2017) e Luck et al. (2009), por exemplo, apontam que alteração no uso do solo em cidades australianas apresentam inserção no número de indivíduos arbóreos em áreas públicas, como as calçadas, enquanto a remoção se dá em áreas particulares, uma vez que a política federal tem incentivado a arborização urbana como forma de mitigar os efeitos do aquecimento global.

No caso do resultado apresentado nas fichas das Figuras 8 e 9, há contraste com os resultados de Kaspar et al. (2017), pois em seis dos oito casos apresentados nas Figuras 8 e 9, houve remoção de árvore em área pública. Tal constatação mostra que há descaso no tratamento da arborização urbana, por parte do poder público de João Pessoa, pela falta de

fiscalização e descumprimento da legislação pertinente, apresentada no parágrafo abaixo da Figura 3.

Em relação ao uso do solo, principalmente no que se refere ao adensamento, ou seja, a mudança de residências térreas para edificações multifamiliares, Roman et al. (2021) apontam que na Filadélfia, por exemplo, tal dinâmica também foi responsável pela perda de indivíduos arbóreos ao longo do tempo.

Já nos pontos 9 e 10, que apresentam inserção de indivíduos arbóreos (Figura 10), ocorreram em espaço público (09, esquerda) e em área privada, dentro do lote (10, direita). No ponto 10, ressalta-se o ganho de árvores que contribui para a qualidade visual da rua e o sombreamento da calçada. A “inserção de árvores na calçada”, consta em frente ao lote privado com “edificação térrea”, na Rua São Domingos Mororó (ponto 09), com o plantio de duas árvores de porte arbóreo e copas densas, confirmando que àqueles lotes com árvores, em conformidade com o dimensionamento da calçada, possibilitam um passeio agradável visualmente (ĆURIĆ et al., 2022; WOLF et. al, 2020).



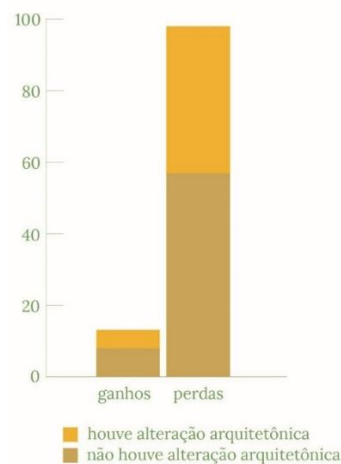
Fonte: Lopes (2020).

Figura 10. Fichas de análise 9 e 10.
Figure 10. Forms 9 and 10.

Ainda, na “inserção no recuo frontal”, árvores de porte arbóreo e copas densas foram plantadas no interior de lote residencial com “edificação térrea”, na Rua João Domingos (Figura 10, direita), o que seria inviável no âmbito da calçada devido suas dimensões reduzidas. As árvores situadas no recuo frontal de lotes privados contribuíram para a qualificação da paisagem e sombreamento da rua (ĆURIĆ et al., 2022; WOLF et. al, 2020).

Na última análise, apenas na microescala, no plano vertical, de forma quantitativa sob o enfoque da temporalidade, na relação vegetação e arquitetura, constatou-se que em 2019, dos 98 lotes que tiveram remoção de árvores, 41 deles (ou 42%) passaram por transformação arquitetônica (na forma ou uso), e 57 (ou 58%) permaneceram sem alterações. Nas situações

de inserção, 5 lotes (ou 30%) passaram por alguma transformação arquitetônica (na forma ou uso), enquanto 8 lotes (ou 47%) mantiveram-se sem alterações significativas. (Figura 11).



Fonte: Lopes (2020).

Figura 11. Percentual de ganhos e perdas x alterações arquitetônicas e urbanísticas.
Figure 11. Percentage of gains and losses x architectural and urban changes.

Considerando a temporalidade, em relação a infraestrutura, das 106 supressões de indivíduos arbóreos, 51 perdas foram no recuo frontal do lote, ou seja, em área privada, e 55, da calçada, área pública, cuja obrigatoriedade de fiscalização é do governo municipal. Ainda, as perdas ocorreram tanto em “edificações multifamiliares”, ou seja, prédios, quanto em “edificações térreas”, denotando que mesmo sem alteração de uso residencial para comercial, há remoção total de vegetação ou substituição por outras menos frondosas. Tal constatação mostra o descaso com a arborização urbana também por parte da população, incluindo os arquitetos que assinam as reformas ou aprovam projetos de construção, e que não (re)inserem arborização nos projetos.

Dos ganhos (17), 11 (onze) foram plantados no interior do lote e 6 (seis) na calçada ou canteiros, em lotes com “edificações térreas” e de uso residencial, o que mostra novamente que ao contrário de países como a Austrália (KASPAR et al., 2017; LUCK et al., 2009), no Brasil é a comunidade local quem tem produzido incremento na arborização urbana.

Com esse tipo de resultado é possível monitorar as remoção e inserção das árvores, adotando-se censo sistematizado das árvores urbanas existentes. Além disso, pode subsidiar a escolha de áreas prioritárias para arborização inserindo outros critérios além de “menos arborizadas”, tais como: “setores com maior redução das árvores ao longo do tempo” ou “com maior dinâmica de perdas”. Ou mesmo criar instrumentos para acompanhar as alterações da paisagem, seja em lotes públicos ou privados, sobretudo nos bairros cujos entornos são de interesse ambiental.

Por fim, é relevante citar que a análise multiferramental amplia as possibilidades de entendimento da mudança da qualidade visual da arborização urbana, podendo-se mensurá-la ou qualifica-la a partir da análise em diferentes escalas.

As perdas e os ganhos de indivíduos arbóreos no recuo frontal dos lotes privados reforçam a responsabilidade dos seus proprietários na arborização urbana, uma vez que as árvores situadas nesse recuo contribuem para a qualificação visual da paisagem da rua, caso haja orientações básicas de plantio. Portanto, em locais onde há impossibilidade de plantio na calçada, os lotes privados e públicos deveriam inserir as árvores em seus recuos frontais.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados, é possível concluir que estudos georreferenciados de remoção e inserção de indivíduos arbóreos, somados à análise de padrões e perfis das ruas e edificações, podem fornecer informações básicas para o planejamento da arborização urbana.

Com a aplicação do método multiferramental, de análises nos planos vertical e horizontal e em macro e micro escalas, foi possível constatar que em relação à remoção ou inserção de árvores, no plano horizontal, ocorreram mais remoções (106 no total) que inserções (17 novos indivíduos arbóreos). As inserções se deram principalmente nas avenidas principais, que são áreas consolidadas do ponto de vista da construção civil e do uso, prioritariamente comercial, enquanto as remoções ocorreram nas vias locais e periferias do bairro, onde há disponibilidade para alteração nas edificações e no uso do solo.

Ainda, as fichas de análise são esclarecedoras para a compreensão do efeito visual das alterações, incrementando o impacto visual das ocorrências. A simples visualização do tipo “antes e depois” com e sem arborização traz o impacto da remoção de árvores urbanas. Ainda, a troca de espécie, de um indivíduo arbóreo de grande porte por um elemento que não contribui para o sombreamento é muito perceptível através das fichas de análise

Em relação a influência da alteração arquitetônica, os 10 casos destacados para análise mostram que 4 remoções se deram em alteração de fachada, 3 remoções se deram em total reconstrução da edificação e que em 2 casos, a mudança de uso de residencial para comercial também resultou em remoção de indivíduo arbóreo. Para as inserções, os casos analisados mostram que se tratou de uso residencial, sendo uma inserção dentro da área privada e um no passeio público.

Por fim, é necessário reconhecer não apenas o poder público, mas também a população como agente ativo na construção dessa qualidade visual da escala da rua visto que diversas reformas ou construções são derivadas de autoconstrução e autogestão de obras, sem que haja orientações adequadas para essa qualificação urbana.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.C.; RIBEIRO, I.A.M., MORAIS, M.S.; ARAÚJO, J.L.O. Análise quali-quantitativa da Arborização no bairro Presidente Médici, Campina Grande-PB. **REVSBAU**, v.4, n.1, p.133-144, 2009.
- CUMMING, G. S., CUMMING, D. H., & REDMAN, C. L. Scale mismatches in social-ecological systems: causes, consequences, and solutions. **Ecology and society**, v. 11, n. 1, 14. 2006.
- ĆURIĆ, M., ZAFIROVSKI, O., SPIRIDONOV, V. **Introduction. In: Essentials of Medical Meteorology**. Springer, Cham, 2022.
- DA SILVA, A.M.P. Analysis of the urban heat island in representative points of the city of Bayeux, PB. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, [S.l.], v. 7, n. 6, p. 345-356, 2018.
- FERREIRA, A. B., ALCOFORADO, M. J., VIEIRA, G. T., MORA, C., & JANSEN, J. Metodologias de análise e de classificação das paisagens. O exemplo do projeto Estrela. **Finisterra**, v. 36, n. 72, p. 157-178, 2001.
- GROTE, R., SAMSON, R., ALONSO, R., AMORIM, J.H.J., CARIÑANOS, P., CHURKINA, G.; FARES, S.; THIEC, D.; NIINEMETS, U.; MIKKELSEN, T.N.; PAOLETTI, E.; TIWARY, A.; CALFAPIETRA, C. Functional traits of urban trees: air pollution mitigation potential. **Frontier in Ecology and the Environment**, v.14, n.10, p. 543-550, 2016.
- GUEDES, J. B. **Design no urbano: metodologia de análise visual de equipamentos no meio urbano (Tese de Doutorado)**. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2005.
- IBGE. **Limites territoriais: Regiões, Estados e Municípios**, 2010. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em janeiro, 2019.
- KASPAR, J.; KENDAL, D.; SORE, R.; LIVESLEY, S.J. Random point sampling to detect gain and loss in tree canopy cover in response to urban densification. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 24, p. 26-34, 2017.
- LACERDA, L. I. A.; SILVEIRA, J. A. R.; SANTOS, C. A. G. SILVA, R. M.; SILVA, A. M.; NASCIMENTO, T. V. M.; RIBEIRO, LEITE; E. F., P. Urban Forest loss using a GIS-based approach and instruments for integrated urban planning: A case study of João Pessoa, Brazil. **Journal of Geographical Science**, v. 31, p.1529–1553, 2021.
- LOCATELLI, M. M., ARANTES, B. L., DA SILVA FILHO, D. F., POLIZEL, J. L., & FRANCO, M. D. A. R. Panorama atual da cobertura arbórea da cidade de São Paulo. **Revista Labverde**, v. 9, n. 1, p. 29-48, 2018.
- LOPES, V. N. **Impacto da arborização na paisagem das ruas: uma análise do bairro de Miramar em João Pessoa** (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2020.
- LUCK, G.W.; SMALLBONE, L.T.; O'BRIEN, R. Socio-Economics and Vegetation Change in Urban Ecosystems: Patterns in Space and Time. **Ecosystems**, v. 12, n. 60, 2009.
- MULLANEY, J., LUCKE, T., TRUEMAN, J. A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. **Landscape and Urban Planning**, v. 134, p.157-166, 2015.

- MURESAN, A.N., SEBASTIANI, A., GAGLIO, M., FANO, E.A., MANES, F. Assessment of air pollutants removal by green infrastructure and urban and peri-urban forests management for a greening plan in the Municipality of Ferrara, Italy. **Ecological Indicators**, v. 135, n.6, e108554 2022.
- PANIZZA, A., FONSECA, F. P. Técnicas de interpretação visual de imagens. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), v.30, p. 30-43, 2011.
- PEREZ, L. P., SALES, A. P., SILVEIRA, J. A. R. Climate change and the unsustainable urbanism in the municipality of João Pessoa, PB, Brazil. **Sustentabilidade em Debate**, v.11, p. 304-321, 2020.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Lei n. 2.102, de 31 de dezembro de 1975. **Código de Urbanismo**. João Pessoa, 1975.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. *Lei complementar n. 29, de 05 de agosto de 2002*. **Código Municipal de Meio Ambiente**. João Pessoa, 2002.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. *Lei complementar n. 43, de 23 de julho de 2007*. **Institui o Parque Ecológico nas margens do Rio Jaguaribe**. João Pessoa, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica**. Secretaria de Meio Ambiente da Pref. Municipal de João Pessoa, 2010.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Plano de Arborização de João Pessoa**. Secretaria do Meio Ambiente da Pref. Municipal de João Pessoa, 2012.
- RAGULA, A., & CHANDRA, K. K. Tree species suitable for roadside afforestation and carbon sequestration in Bilaspur, India. **Carbon Management**, v. 11, n. 4, p. 369-380, 2020.
- ROMAN, L.A.; CATTON, I.J.; GREENFIELD, E.J.; PEARSALL, H.; EISENMAN, T.S.; HENNING, J.G. *LINKING*. Urban Tree Cover Change and Local History in a Post-Industrial City. **Land**, v. 10, n. 403. 2021.
- SELMI, W., WEBER, C., RIVIÈRE, E., BLOND, N MEHDI, L., NOWAK, D. Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city, France. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 17, p. 192-201, 2016.
- STORCH-BÖHM, R. F., SOMENSI, C. A., COTELLE, S., DEOMAR-SIMÕES, M. J., POYER-RADETSKI, L., DALPIAZ, F. L., RADETSKI, C. M. Sensitivity of different parameters for selection of higher plants in urban afforestation: Exposure of Guabirola (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.) to diesel engine exhaust. **Environmental Pollution**, v. 265, e114675, 2020.
- VAROL, T., GORMUS, S., CENGIZ, S., OZEL, H. B., & CETIN, M. Determining potential planting areas in urban regions. **Environmental monitoring and assessment**, v. 191, n.3, p.1-14, 2019.
- WOLF, K.L., LAM, S.T., MCKEEN, J.K., RICHARDSON, G.R.A. DEN BOSCH, M., BARDEKJIAN, A.C. 2020. Urban Trees and Human Health: A Scoping Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.17, n. 12, p. 4371, 2020.