

ARBORIZAÇÃO EM ÁREA URBANA VULNERÁVEL ÀS MUDANÇAS DO CLIMA - ESTUDO DE CASO

ARBORIZATION IN URBAN AREA VULNERABLE TO CLIMATE CHANGE - CASE STUDY

KÁLITA LOUHANNY GOMES SOARES | Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil

RESUMO

Análises relacionadas à capacidade adaptativa dos territórios demonstram que, em geral, as cidades dos países em desenvolvimento não estão preparadas para lidar com as consequências das mudanças climáticas. O déficit de uma infraestrutura verde robusta e integrada aos demais sistemas urbanos é uma realidade e impacta diretamente na qualidade de vida local. Estudos aplicados em Belo Horizonte, MG, evidenciaram as regiões mais vulneráveis às mudanças do clima, seja por sua exposição mais elevada aos impactos, seja por sua baixa capacidade de absorvê-los. Este trabalho propõe a aplicação de ferramentas e metodologia balizada em normativas da Prefeitura Municipal para mapear, no território do Confisco, na regional Pampulha, locais aptos ao plantio de indivíduos arbóreos. Os resultados demonstraram o potencial de adensamento local da vegetação. Essa possibilidade atesta capacidade adaptativa do território que poderia ser ampliada com esse adensamento, contribuindo na redução da sua vulnerabilidade climática.

PALAVRAS CHAVE

Arborização Viária; Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas; Adaptação ao Clima

ABSTRACT

Climatological analyzes related to the adaptive capacity of territories show that cities in developing countries are not prepared to deal with climate crisis. The deficit of a robust green infrastructure integrated with other urban systems is a reality and directly impacts the quality of life. Studies carried out in Belo Horizonte, MG, showed the regions which are the most vulnerable to climate change, either because of their higher exposure to impacts, or because of their low resilience. This work proposes the application of tools and methodology based on local technical standards to map, in the Confisco territory, all the points eligible for planting a tree. Through the application of normative guidelines in the software QuantumGIS, the results demonstrated the potential for vegetation densification. This possibility abets the adaptive capacity of the territory that could be expanded with this densification, contributing to the reduction of its vulnerability.

KEY WORDS

Street Trees; Vulnerability to Climate Change; Adaptation to Climate Change



1. INTRODUÇÃO

A expansão urbana direcionada ao uso de automóveis para deslocamento promove a instalação de infraestruturas impermeáveis (tais como as vias pavimentadas e os estacionamentos) que, somando-se aos edifícios e demais construções na ocupação dos solos, intensificam os impactos decorrentes dos eventos climáticos naturais. O desenvolvimento dessa infraestrutura cinza está no cerne de nossas políticas de planejamento, concentrando esforços e recursos, e relegando os sistemas naturais ao segundo plano. Como consequência desse processo, a paisagem urbana, dominada pelo amontoado de infraestruturas cinzas, deixa de cumprir funções ecossistêmicas básicas para manutenção da qualidade de vida: conforto térmico, qualidade adequada do ar e permeabilidade dos solos, por exemplo.

O desafio para as análises de planejamento consiste, assim, em reequilibrar os sistemas urbanos, integrando os sistemas naturais às infraestruturas cinzas. Essa integração se dá por meio das infraestruturas verdes, que, segundo Benedict e McMahon (2006), não podem ter seu entendimento enviesado pelas práticas tradicionais de conservação ambiental, mas sim ser compreendidas como subsídios ao desenvolvimento necessário das cidades, interligando-se às demais infraestruturas e mitigando os impactos negativos de sua expansão. Ainda segundo os autores:

Infraestrutura verde é o sistema de suporte de vida natural, uma rede interligada de cursos de água, zonas húmidas, florestas, habitats selvagens, e outras áreas naturais; greenways, parques e outras áreas de conservação; fazendas, ranchos e florestas; desertos e outros espaços abertos que funcionam como suporte de espécies nativas, mantêm o processo ecológico natural, conservam os recursos de ar e água e contribuem para a saúde e qualidade de vida para as comunidades e pessoas (BENEDICT; MCMAHON, 2006, p. 19).

Do ponto de vista urbanístico, esse desafio se reveste de mais complexidade ao considerar o elevado adensamento e índices populacionais das cidades já consolidadas. No contexto de Belo Horizonte, a constatação de uma desigualdade na distribuição espacial dessas redes de infraestrutura verde é evidente pois, apesar de seu status de cidade moderna planejada, com ares de cidade jardim, a capital de Minas Gerais não escapou ao processo desenfreado de expansão e consequente abandono dos padrões urbanísticos. Muitos bairros se constituíram à deriva

e às margens de qualquer planejamento, ocupando inclusive áreas geograficamente inadequadas à sua instalação, como encostas íngremes e fundos de vale (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1997).

Ao reintegrar estrategicamente os sistemas naturais no meio urbano, os ambientes tendem a se tornar mais resilientes às variações climáticas naturais e àquelas realçadas em decorrência do aquecimento global provocado pelo homem. Assim, o objetivo dessas análises de planejamento do município de Belo Horizonte poderia primar mais pela instalação adequada de infraestruturas verdes nos locais onde se verifica maior sensibilidade à essas variações.

Em seu relatório Análise de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas de Belo Horizonte, WayCarbon (2016) avalia os impactos climáticos mais relevantes no contexto histórico da capital, considerando o cenário de 2016 e as projeções para 2030. O relatório identificou as regiões onde os impactos se concentram, mapeando os “hotspots de vulnerabilidade” (WAYCARBON, 2016).

O território do Confisco é exposto nessa análise como um dos 10 (dez) locais que apresenta maior variação da vulnerabilidade e que deveria, portanto, ser objeto de ações proativas de mitigação dos impactos previstos e reativas para amenizar os impactos já observados (WAYCARBON, 2016).

Um dos apontamentos do relatório de Vulnerabilidade de Belo Horizonte sugere a aplicação de soluções verdes à cidade, mediante a criação sistemática de uma infraestrutura verde para melhorar a resiliência urbana. Essa estratégia pode ser aplicada no território do Confisco a partir da constatação de um potencial aproveitável de espaços livres para a arborização e a localização estratégica entre dois maciços verdes (o Zoológico Municipal de Belo Horizonte à leste e a Mata do Confisco – uma área de preservação ambiental – à oeste, em Contagem). Um plano integrado, baseado nas normativas técnicas existentes e aplicáveis ao contexto, e promovido pelo poder público em parceria com a comunidade e demais atores do território, poderia alavancar essas ações de adaptação indicadas no relatório para aumento da resiliência local.

1.1. Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é propor diretrizes para um projeto de Arborização para o Território do Confisco, localizado no limite entre os municípios de Belo Horizonte e Contagem, em Minas Gerais. A proposta pretende explorar os benefícios da implantação de indivíduos arbóreos no meio urbano para mitigar os impactos

decorrentes da formação da ilha de calor urbana em áreas construídas, acentuada por episódios de ondas de calor decorrentes das mudanças climáticas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A infraestrutura verde proporciona inúmeros benefícios para que as cidades sejam não apenas mais sustentáveis, mas mais resilientes para enfrentar os efeitos causados pelas mudanças do clima – sejam elas naturais ou relacionadas ao aquecimento global provocado pelo homem. Ela consiste em redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, incluindo ruas e propriedades públicas e privadas. (BENEDICT E MCMAHON, 2006).

No meio urbano, a arborização é um dos mais importantes componentes dessa infraestrutura verde. A arborização contribui diretamente para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes de uma cidade, e é definida como o conjunto de áreas públicas e privadas com vegetação arbórea ou em estado natural, onde se incluem as árvores de ruas, parques públicos e demais áreas verdes (MILANO e DALCIN, 2000).

2.1. Benefícios da Arborização Urbana

Segundo Milano e Dalcin (2000), um dos benefícios da arborização urbana é sua influência direta na estabilização e na melhoria microclimática. Através da diminuição da incidência de luz propiciada pela copa das árvores e da evapotranspiração de suas folhas, aumentando a umidade do ar, ocorre uma diminuição da temperatura. Esse aspecto favorece ainda a prática de caminhada, de exercício ou mesmo o uso de transportes alternativos, como a bicicleta.

A presença de árvores nas cidades também tem considerável potencial de remoção de partículas e gases poluentes da atmosfera, contribuindo à melhoria da qualidade do ar. As folhas das árvores podem absorver gases poluentes e prender partículas sobre sua superfície. No entanto, a capacidade de retenção ou a tolerância varia entre as espécies (HERZOG, 2010).

As árvores também promovem o sequestro natural de carbono da atmosfera durante o processo da fotossíntese, que transforma o gás carbônico (CO₂) em energia para seu crescimento celular (copa, tronco e raízes). Sua presença nos centros urbanos contribui, portanto, à absorção do carbono emitido pelos veículos e demais atividades antrópicas (MILANO e DALCIN, 2000).

O conforto ambiental é afetado pelos ventos, positiva ou negativamente. A locação estratégica de indivíduos arbóreos garante proteção no inverno e direcionamento do

vento. Além disso, o posicionamento das árvores também pode ser pensado para abater o excesso de ruídos provocados pelas atividades na cidade. Ramos e troncos de árvores promovem a deflexão e refração das ondas sonoras (MILANO e DALCIN, 2000; HERZOG, 2010).

De acordo com Arruda et al. (2011), outro benefício da arborização urbana consiste na melhoria da infiltração da água no solo, evitando erosões associadas ao escoamento das águas das chuvas bem como o assoreamento de corpos d'água. A retenção de água, tanto no solo quanto na estrutura das árvores ou no ambiente, diminui os riscos de enxurradas e enchentes e alimenta os lençóis freáticos subterrâneos, protegendo os corpos d'água.

Ainda segundo os autores, as árvores propiciam abrigo à fauna, contribuindo para o equilíbrio das cadeias alimentares, diminuindo pragas e promovendo a biodiversidade. Elas também interferem diretamente no cotidiano da população, funcionando como elementos referenciais marcantes. A arborização embeleza a cidade, proporcionando prazer estético e bem-estar psicológico. Todas essas funções ecológicas citadas contribuem para a saúde da população, pela melhoria na qualidade ambiental e pelo maior conforto psicológico aos habitantes, com diminuição do estresse cotidiano.

A presença de árvores também traz benefícios econômicos indiretos. Milano e Dalcin (2000) citam a redução do consumo de energia destinada a condicionadores de ar, proporcionada pela sombra das árvores, no verão, e a valorização de áreas e imóveis pela presença de arborização. Some-se a isso que as árvores carregam uma história, memórias, um passado, despertando afetos nos moradores e transeuntes locais. A manutenção de indivíduos arbóreos antigos em locais públicos estabelece um aspecto de resgate cultural e histórico, sendo eventualmente a principal característica de determinado local.

2.2. Planos Locais de Arborização

O processo de implantação e manejo da arborização nas cidades não pode seguir procedimentos empíricos e aleatórios. Para Milano e Dalcin (2000) a importância de se planejar a arborização reside na possibilidade de um tratamento sistemático e contínuo do tema, posto que o meio urbano é dinâmico e o plano não se encerra nele mesmo, devendo as intervenções serem acompanhadas no tempo.

Ainda segundo os autores, um plano de arborização da cidade, ao propor intervenções como o plantio e a manutenção, deve carregar objetivos definidos e fundamentados técnica e cientificamente, se possível com a

identificação de metas qualitativas e quantitativas.

Para uma melhor compreensão dos processos envolvidos com a elaboração do plano, a arborização pode ser dividida em dois componentes principais: as áreas verdes e a arborização viária. Para cada uma delas, deve-se fazer a distinção entre o planejamento e o manejo. Para sua adequação é necessário definir as espécies arbóreas mais apropriadas às condições específicas de cada local a partir de seus usos e funções, bem como de eventuais obstáculos e elementos conflitantes (SMAS, 2013). E ainda:

As áreas verdes são distribuídas no espaço urbano como parques, praças e jardins. O planejamento para estas áreas exige a elaboração de projetos paisagísticos, de implantação e manejo, muitas vezes específicos para cada unidade. A arborização viária é composta pelas árvores plantadas nas calçadas das ruas da cidade e nos canteiros separadores de pistas de avenidas (CEMIG, 2011, p. 37).

O Manual de Arborização da CEMIG (2011), enfatiza que o plantio de árvores deve ser planejado e projetado, tanto para as áreas verdes quanto para a arborização viária, pois, caso contrário, uma série de problemas pode ocorrer no futuro. Dentre esses problemas, as interferências com a infraestrutura de abastecimento de energia elétrica é um dos mais importantes a ser levado em consideração, devido ao risco de interrupção do serviço e todas as implicações negativas associadas a isso. Ainda, a implantação e cuidados com a arborização demandam projetos detalhados e um gerenciamento tecnicamente eficaz de todos os procedimentos de manejo. Especificamente, os projetos de arborização garantem a organização da rede de indivíduos arbóreos que será implementada, incluindo a malha urbana do local de implantação. Além disso, os projetos permitem explorar benefícios e aspectos específicos de cada espécie, com acompanhamento do seu desenvolvimento.

Para além dos aspectos de projeto e gerenciamento, a participação cidadã também é uma condição fundamental para a eficácia dos planos de arborização, pois será um indicador do comprometimento com a preservação das espécies cultivadas e do nível de satisfação com os projetos. Um planejamento que não considere as necessidades das localidades dificilmente terá sua implantação perenizada no tempo, devido à falta de conexão dos projetos com a comunidade que, por não se sentir contemplada no processo, não irá se apropriar e tampouco zelar por aquele patrimônio natural (MILANO e DALCIN, 2000).

Segundo Milano e Dalcin (2000), o planejamento da arborização deve ser idealmente realizado no mesmo contexto do planejamento urbano como um todo. Seja

dizer que deve considerar o conjunto de normas específicas já existentes e as orientações e diretrizes que norteiam as demais intervenções na cidade. Os projetos de arborização resultantes devem ser coerentes com o conjunto urbano.

2.2.1. *Projetos de Arborização: Diretrizes de Implantação*

Para Dorigon e Pagliari (2013), na elaboração de um projeto de arborização, devem ser fixados à priori os objetivos do projeto bem como indicadores para acompanhamento dos resultados, sempre considerando todo o ciclo de vida do processo e as especificidades de cada espécie e de cada localidade:

Planejar a arborização de ruas é escolher a árvore certa para o lugar certo sem se perder nos objetivos do planejador e nem atropelar as funções ou o papel que a árvore desempenha no meio urbano. É fazer o uso de critérios técnico-científicos para o estabelecimento da arborização nos estágios de curto, médio e longo prazo (DORIGON E PAGLIARI, 2013, p. 140).

Assim, o planejamento deverá ser feito considerando as necessidades de compatibilização entre o porte e a forma da árvore com o espaço físico disponível. Elementos como o afastamento predial, a largura das ruas e calçadas e a adaptação que a espécie arbórea terá ao clima local devem ser levados em conta.

Referente ao espaço físico disponível, CEMIG (2011) afirma que é fundamental que seja considerado em sua totalidade, isto é, o espaço disponível nas calçadas ou passeios, assim como em seu entorno, nos seus diversos níveis e convivência:

Se nivelado com o passeio ou calçada, a árvore deve ser locada em compatibilidade com o mobiliário urbano, bueiros, entradas de garagens, passagem de pedestres, entre outros;

Na parte aérea, a copa deve estar em compatibilidade com a altura dos pedestres, veículos, redes de distribuição de serviços de energia, telefonia, telhados e fachadas, entre outros;

No nível subterrâneo, as raízes deverão estar em compatibilidade com as características dos solos e com as redes de distribuição de água, esgoto, entre outros (CEMIG, 2011, p. 44).

Quanto às características da espécie, CEMIG (2011) afirma que devem ser considerados como preferenciais o uso de espécies segundo os aspectos a seguir:

Cultural, histórico e conservacionista (espécies

nativas, que contribuem para a preservação do equilíbrio biológico da flora e fauna locais e relação afetiva da população local);

Porte (espécies de maior porte, quando possível, pois proporcionam mais benefícios);

Saúde pública (espécies com perfumes menos intensos, sem espinhos e resistentes a doenças);

Características das partes (evitar espécies de tronco não volumoso ou pouco resistente à ação do vento e privilegiar frutos que atraem a fauna sem serem grandes e carnosos, raízes adequadas ao espaço disponível, com dimensão da copa compatíveis com o local de plantio);

Estético (espécies atrativas do ponto de vista paisagístico) (CEMIG, 2011, p. 44).

Por fim, para Milano e Dalcin (2000), considerações abrangentes sobre planos diretores urbanos, seus zoneamentos e diretrizes, códigos de obras e posturas municipais, bem como leis e normas específicas relativas ao ambiente e à arborização urbana também devem estar inseridas nesse contexto. Esse arcabouço legal irá ditar as possibilidades de áreas verdes públicas, arborização de ruas e áreas verdes particulares.

2.2.2. Aspectos Legais e Administração da Arborização

A nível local, cada município com mais de 20 mil habitantes deve contar com Plano Diretor que defina zoneamentos urbanos, identificando setores com diferentes vocações. Para Milano e Dalcin (2000), essas regras de ocupação específicas determinam facilidades ou dificuldades para a existência de arborização urbana. As leis normativas complementares, como os códigos de obras municipais e os códigos ou leis de loteamentos ou parcelamento do solo urbano, somam-se ao Plano Diretor para definir as possibilidades de efetivação da arborização urbana em seus diferentes aspectos.

Concernente à administração da arborização urbana, considerando-se em termos de planejamento, implantação, manejo, licenciamento e fiscalização, diferentes setores da organização dos serviços municipais são envolvidos. Atualmente é comum que secretarias municipais de meio ambiente concentrem a estrutura geral de implantação, manejo e fiscalização de áreas verdes (públicas e privadas) e da arborização de ruas, além de deterem a estrutura de diretrizes políticas nessa área (MILANO e DALCIN, 2000).

Em Belo Horizonte, o Conselho Municipal do Meio Ambiente – COMAM – é o órgão colegiado, com ação

normativa e deliberativa, responsável pela formulação das diretrizes da Política Municipal de Meio Ambiente em Belo Horizonte e se insere na Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA). A Deliberação Normativa nº 69 de 30 de agosto de 2010 (DN69) publicada pelo COMAM estabelece normas para o plantio de árvores em logradouros públicos. A DN69 resgata a conceituação a respeito do porte das árvores e define as características que devem ser observadas nas mudas destinadas ao plantio em local público. Também define as condições para a escolha da espécie e aspectos referentes ao espaçamento entre os indivíduos arbóreos e conflitos com mobiliário urbano.

3. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa adotada nesse trabalho é a exploratória, em que, para além da pesquisa descritiva do material bibliográfico sobre o tema, há também aplicação de ferramentas para geração de novos dados ainda não existentes.

3.1. Apresentação do Caso de Estudo

O estudo foi realizado no território do Confisco, localizado na região de conurbação da regional Pampulha, noroeste de Belo Horizonte, com Contagem. O território (FIGURA 1) compreende bairros pertencentes ao município de Belo Horizonte e também ao município de Contagem, sendo eles: Arvoredo, Confisco, Estrela Dalva, Recanto da Pampulha, Novo Recanto, São Mateus e Urca. Além dos bairros, a área também compreende algumas vilas, como a Vila Francisco Mariano e a Vila Itália, todas já consolidadas. A área calculada é de 2,3 km². A população total do território de estudo é estimada em 20.000 (vinte mil) habitantes, de acordo com o último censo demográfico do IBGE.

À leste, o Confisco é delimitado pela área verde do Zoológico da Fundação Municipal Zoo-botânica. À Oeste, é delimitado pela Mata do Confisco, área de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), importante fragmento florestal do bioma Mata Atlântica. O eixo escolhido é delimitado à sul pela Avenida Clóvis Salgado (Belo Horizonte) e ao norte pelo córrego Bom Jesus (Contagem), córrego que assume outros nomes em outros trechos da sua extensão. O Bom Jesus é um dos últimos remanescentes a céu aberto da bacia hidrográfica da Pampulha.

A ocupação do Território do Confisco remonta ao final da década de 1980. O terreno foi desapropriado pela prefeitura de Belo Horizonte para permitir o assentamento de um grupo de famílias que protestavam pelo direito à moradia (APCBH, 2011). Em sua configuração atual, o



Figura 1: Cidade de Belo Horizonte no contexto de Minas Gerais (superior esquerda); região do Confisco; delimitação da área de estudo, o Território do Confisco, com a demarcação em preto dos limites municipais (inferior).

Fonte: Google Maps, 2021.

bairro do Confisco propriamente dito está localizado no limite administrativo dos municípios de Belo Horizonte e Contagem, o que inclusive gera transtornos para os moradores, havendo relatos de casos de bitributação predial ou dificuldade de cadastramento nas prefeituras para acessar os serviços de saúde e educação, por exemplo.

A região evoluiu com o passar do tempo, e os moradores foram melhorando suas condições de vida e substituindo as casas improvisadas em lonas por casas de alvenaria; o bairro foi tomando forma e se consolidando. Como resultado das diversas lutas pelo acesso aos serviços de energia, água, rede de esgoto, coleta de resíduos, transporte e pavimentação das ruas, nasceu um importante movimento comunitário, envolvendo toda a população do conjunto. Esse movimento foi responsável pelas conquistas diante do poder público e ainda persiste como força de engajamento no bairro.

3.1.1. Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas

A Prefeitura de Belo Horizonte, em 2016, com objetivo de analisar a vulnerabilidade às mudanças climáticas no município, com base no cenário daquele ano e as projeções para o ano de 2030, contratou os estudos da empresa de consultoria ambiental Way Carbon. A ação se insere no contexto de implementação da sua Política de Enfrentamento às Mudanças Climáticas. Resultou

desse serviço o relatório “Análise de Vulnerabilidades às Mudanças Climáticas do Município de Belo Horizonte”.

Com isso foi obtido um índice numérico composto, calculado por meio da média ponderada dos índices de vulnerabilidade por impacto estudado, a saber: inundação, deslizamento, dengue e ondas de calor. A partir do índice se fez uma modelagem para apontar o surgimento de “hotspots” em 2030, nos quais os impactos estudados poderão atingir situações de criticidade ainda maior em seus efeitos para as comunidades afetadas.

O território do Confisco apresenta alta vulnerabilidade aos impactos estudados já em 2016, e aparece na lista dos 10 hotspots em 2030. A região apresenta nessa projeção alta vulnerabilidade às ondas de calor e à dengue, evidenciando assim a urgência de uma planificação de ações preventivas. A vulnerabilidade associada às ondas de calor reflete uma capacidade adaptativa menos ampla nesse território. Assim, segundo o relatório publicado, propostas de medidas de adaptação devem ser projetadas e implantadas para obter benefícios como a melhoria nas condições para a saúde humana, na qualidade do ar e no conforto térmico. Dentre essas medidas de adaptação, o uso inteligente de infraestrutura verde é destacado.

Conforme citado na revisão de literatura, dentre o rol de opções da infraestrutura verde de uma cidade, a arborização viária é um dos itens com maior influência direta na estabilização e na melhoria microclimática. À luz dos

resultados da análise de vulnerabilidade, essa solução é uma (mas não a única) que interfere precisamente no território de estudo. O Confisco, apesar de estar localizado entre dois maciços verdes (a Fundação Zoo-botânica e a Mata do Confisco), ainda tem um potencial não aproveitado de espaços livres para a arborização viária e para criação de áreas verdes públicas.

3.2. DESENVOLVIMENTO

Para a elaboração do trabalho, foram levantados inicialmente os dados pertinentes para formação do referencial teórico: revisão bibliográfica elaborada sobre artigos, sites e livros com relação ao tema da Arborização Urbana.

Em seguida, foram coletadas as bases cartográficas para manipulação no software QuantumGIS, que permite analisar e editar informações espaciais, além de criar mapas com várias camadas. O QuantumGIS é um software livre com código-fonte aberto, empregando o sistema de informação geográfica (SIG) que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

O mapeamento dos pontos aptos a receber um plantio foi balizado pela DN69 de Belo Horizonte. Em relação aos distanciamentos, as exigências da DN69 para o plantio de árvores em logradouro público que foram utilizadas nesse trabalho são (FIGURA 2):

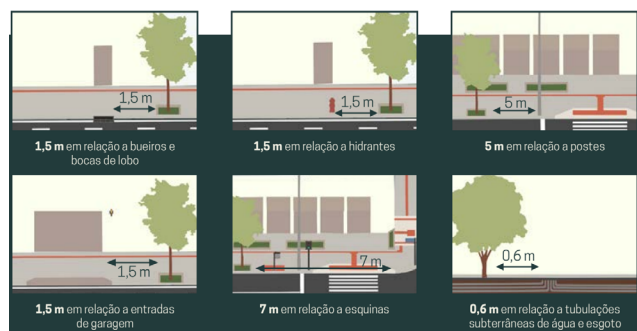


Figura 2: Exigências de distanciamento.

Fonte: Cartilha da PBH sobre Plantio de Árvores (2021).

Os berços onde serão plantados os indivíduos arbóreos também devem respeitar distanciamento mínimo entre si, garantindo plenas condições para o crescimento das árvores que, caso contrário, poderiam entrar em competição. O espaçamento médio entre covas varia das seguintes formas, de acordo com o porte das espécies (FIGURA 3).

A DN69 estabelece que não poderão ocorrer plantios em passeios com largura inferior a 1,50 m. Esse aspecto é de especial relevância pois, conforme as características de urbanização precária do território, muitas calçadas são estreitas e, de fato, a implantação de vegetação dificultaria a

circulação dos pedestres.

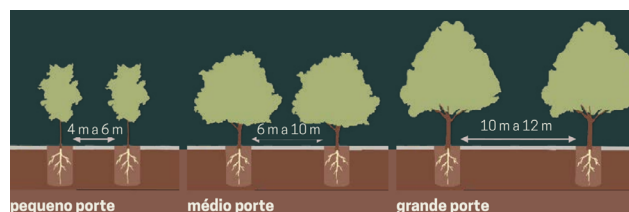


Figura 2: Espaçamento entre os berços.

Fonte: Cartilha da PBH sobre Plantio de Árvores (2021).

Com auxílio do *software* QGIS, foi feita a análise visual das bases cartográficas do território que estavam disponíveis. Considerando-se que as bases acessadas datam de 2019, a análise foi completada com uma consulta à ferramenta Earth do Google, que também é um programa gratuito de computador e atualizado praticamente anualmente. Assim, sempre que possível, o indivíduo arbóreo só foi posicionado após dupla verificação: conferência dos distanciamentos e larguras disponíveis na calçada via QGIS.

4. RESULTADOS

Para obtenção dos pontos de plantio, foram estabelecidas subáreas de planejamento. As subáreas foram determinadas após verificação primária da existência de calçadas minimamente largas que permitissem o plantio de, ao menos, um indivíduo arbóreo e pelo seu município de jurisdição. Em seguida, agrupou-se os endereços nomeando cada subárea de acordo com seu bairro mais relevante. O resultado são 07 (sete) subáreas, sendo duas localizadas no município de Belo Horizonte (Urca e Confisco) e o restante localizado em Contagem (Arvoredo, Estrela Dalva, Recanto, Novo Recanto e São Mateus).

A aplicação da DN69 resultou no mapeamento de **476 pontos** aptos para o plantio de um indivíduo arbóreo, sendo 91 pontos localizados na porção de Belo Horizonte e 385 na porção pertencente à Contagem, conforme Figura 4 a seguir. Todos esses pontos foram obtidos considerando-se o somente aspecto **viário** da arborização urbana.

Em algumas das subáreas, a presença de lotes vagos – e mesmo quarteirões inteiros em processo tardio de ocupação, como é o caso de uma parte considerável do bairro Arvoredo (FIGURA 5), facilitou a inserção de pontos de plantio, pois não se encontram ainda alguns dos obstáculos mais comuns à arborização das calçadas (entradas de garagem, lixeiras e caixas de inspeção de esgoto), havendo somente os postes de energia elétrica e bueiros esparsos.

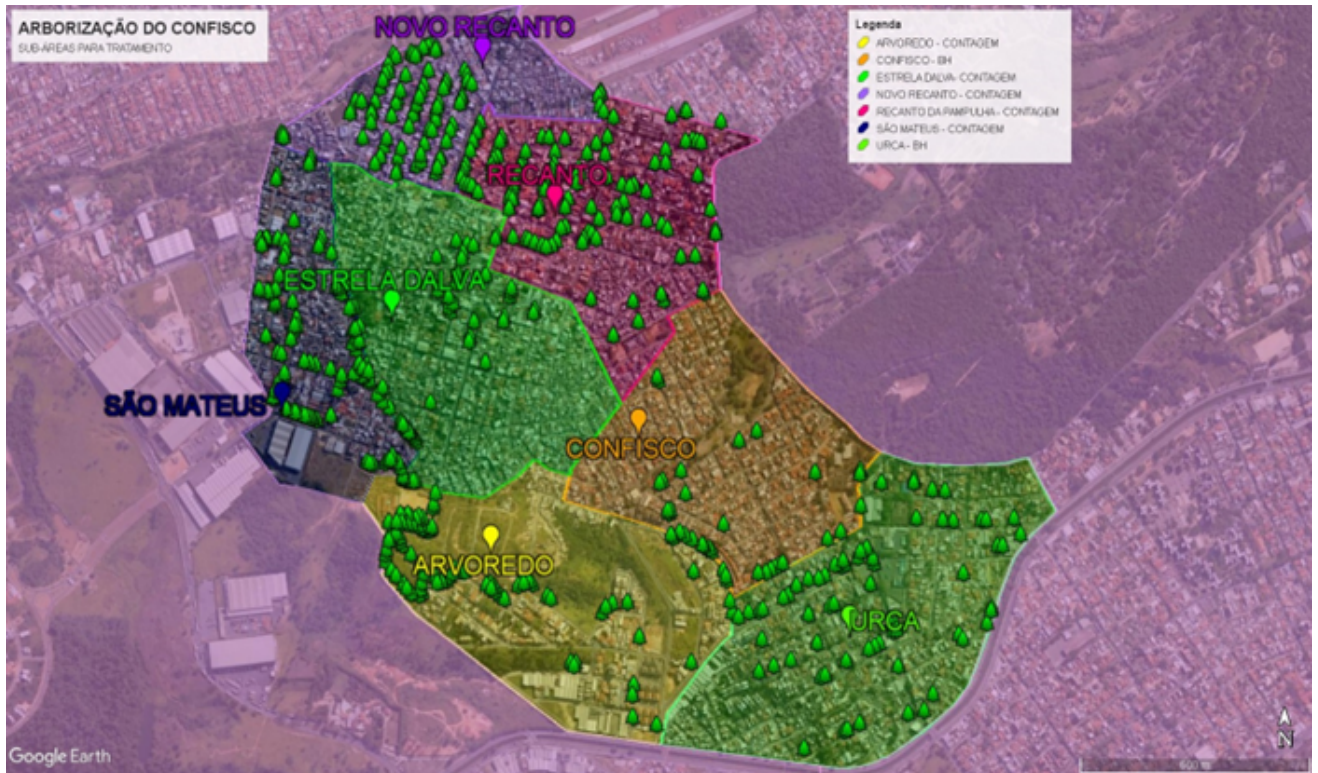


Figura 4: Mapa dos pontos de plantio.

Fonte: Elaboração própria em base do QGIS (2021).



Figura 5: Pontos mapeados em quarteirão praticamente vago no bairro Arvoredo.

Fonte: Autora (2021).



Figura 6: Vila Francisco Mariano. Detalhe em relação ao entorno arborizado.

Fonte: Autora (2021).

Nesses casos, as futuras edificações é que deverão se adequar ao espaço disponível para locação dos itens previstos na ocupação.

Todavia, foi nítida a dificuldade em localizar dentro das vilas locais ruas estruturadas que permitissem algum plantio conforme as diretrizes da DN69. Como resultado, há verdadeiros bolsões de vazios nesses locais, que contrastam com o restante do mapeamento. A Figura 6 a seguir destaca o trecho da Vila Francisco Mariano em relação ao entorno no mapeamento realizado.

Os resultados evidenciaram que, mesmo em áreas de ocupação mais ordenada, onde as vias são mais estruturadas, como é o caso do próprio bairro do Confisco, uma proporção importante das calçadas não atende à largura mínima de 2,5 m utilizada como parâmetro e mesmo a largura de 1,5 m também não é encontrada em vários dos logradouros.

A análise demonstrou que, se comparadas às calçadas das vilas, essas calçadas são de fato melhor qualificadas. Entretanto, em ambos os casos se esbarrou no aspecto geométrico e o plantio ficou inviabilizado.

A Figura 7 representa o trecho da subárea do Confisco, onde mapearam-se escassos pontos aptos à arborização.

Outra importante observação foi a negligência em garantir às calçadas uma largura mais confortável para circulação de pedestres nos trechos que estão atualmente em processo de ocupação na subárea do Arvoredo. Trata-se de um trecho do território onde se localizam atualmente alguns empreendimentos edilícios – com caráter formal e organizado – que não foram sensibilizados durante a fase de projeto para a possibilidade de qualificar melhor suas calçadas, o que inclusive valorizaria os imóveis (FIGURA 8).

Observou-se em alguns trechos a presença de vários galpões industriais que possuem um bom recuo em relação às vias, mas que não mantém nenhuma árvore ou arbusto nas calçadas. As larguras em geral são mais que suficientes, porém a maioria das calçadas é destinada a estacionamento de veículos. Na região do bairro São Mateus há um trecho de ocupação de galpões industriais. Nesse caso, os galpões são mais extensos (o que cria inclusive grandes fachadas cegas) e as calçadas também possuem as larguras mínimas para arborização. Entretanto, não se identificou nenhum indivíduo arbóreo nessas calçadas. Os pontos do mapeamento foram assim relativamente

numerosos nesse caso.

Por fim, a análise do território também identificou alguns trechos onde projetos estruturantes poderiam ser aplicados para contribuir ao adensamento da vegetação local. Um exemplo é a área de servidão da Torre do Teleférico de Cimento, antigamente pertencente à uma empresa cimenteira, cuja posse legal após o encerramento das atividades está em processo de incorporação à Prefeitura de Contagem. Trata-se de um extenso trecho do quarteirão de cerca de 7.000 m² entre as ruas do Sol e dos Pinheiros, no bairro Novo Recanto, e que tem um potencial de ocupação para fins recreativos e atividades produtivas da população (academia aberta, pomar e horta coletivos e parque infantil por exemplo).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O território do Confisco está confrontado à problemas graves de exposição e sensibilidade aos fenômenos climáticos, em parte por sua implantação carente de uma planificação estratégica, em parte pela indefinição quanto ao papel e responsabilidades de cada uma das instâncias municipais presentes. Os objetivos do trabalho foram de contribuir ao debate com a proposição de um projeto



Figura 8: Trecho do bairro Arvoredo, detalhe para o processo de adensamento e escassez de pontos mapeados.

Fonte: Autora (2021).

de adensamento da arborização do território do Confisco, com vistas a qualificar os espaços públicos, melhorando o microclima local, dentro da legislação instrumentada pelo poder público. Nesse sentido, a metodologia adotada foi de suma importância para o alcance dos objetivos, pois garantiu a execução do mapeamento sempre em consonância com o que é estabelecido na lei do município, sendo, portanto, um projeto teoricamente exequível.

O mapeamento resultou em 476 pontos onde é passível o plantio de um indivíduo arbóreo, distribuídos de forma heterogênea dentro do território (devido às características urbanas limitadoras em algumas áreas). Majoritariamente, os pontos estão localizados na parte do território pertencente ao município de Contagem, o que é razoável, dado que o município ocupa a maior parte da área de estudo. O emprego do *software* QGIS também deve ser destacado. Além de gratuita, essa ferramenta computacional pode ser facilmente instalada e manuseada. A interface mais básica do software é relativamente intuitiva e as ferramentas de medição e de marcação de pontos são suficientes para executar o mapeamento. Ou seja, poucos recursos devem ser necessários às equipes técnicas municipais para realizar propostas semelhantes de análise.

Ressalta-se ainda que o sucesso de uma proposta de arborização viária para melhorar o conforto térmico local do Confisco não reside somente na capacidade técnica das equipes municipais envolvidas, mas também do engajamento que elas suscitam na comunidade. A interação entre todos os atores é crucial para a decisão de um modelo final de intervenção tecnicamente adequado à realidade local e em conformidade com as demandas dos habitantes e usuários do local. Outrossim, quaisquer intervenções precisam ser aliadas a campanhas de sensibilização ambiental na comunidade. Ao garantir às populações a compreensão dos benefícios da vegetação local e suscitar a cooperação para preservação e manutenção dessa vegetação, as intervenções serão mais perenes e melhor sucedidas.

O presente trabalho pode engajar novas propostas para o território, por exemplo com a consideração de desenhos menos convencionais de espaços públicos para garantir a implementação de arborização em pontos onde a legislação convencional não permitiria. As análises visuais do conjunto urbano estudado evidenciam vários trechos com composições viárias que poderiam ser melhor adequadas ao contexto local de ocupação. Ainda, os resultados específicos deste trabalho podem ser livremente aplicados inclusive pelos próprios moradores

locais, que têm o direito garantido de executar o plantio de árvore em calçada, desde que seja realizada liberação prévia por técnico licenciado da prefeitura e que sejam respeitadas as condições de plantio e seleção da muda.

REFERÊNCIAS

ACERVO PÚBLICO DA CIDADE DE BELO HORIZONTE (APCBH). **Histórias de bairros [de] Belo Horizonte: Regional Pampulha**. Belo Horizonte: Arquivo Público da Cidade, 2011.

ARRUDA J. H.; BORTOLINI, C. E.; EMER, A. A. et al. **Valorização da flora local e sua utilização na arborização das cidades**. In: Synergismus scyentifica UTFPR, Pato Branco, 01 (6), 2011. Disponível em < <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/viewFile/1220/853> >. Acesso em 08 de janeiro de 2022.

BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities**. Washington, DC; Island Press, 2006.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). **Manual de arborização**. Belo Horizonte: CEMIG / Fundação Biodiversitas, 2011.

DORIGON. Elisangela B.; PAGLIARI, Suiana C. **Arborização urbana: importância das espécies adequadas**. In: Unoesc & Ciência - ACET, Joaçaba, v. 4, n. 2, p. 139-148, 2013. Disponível em < http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/article/download/1083/pdf_2 >. Acesso em 08 de janeiro de 2022.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Saneamento Básico em Belo Horizonte: Trajetória em 100 anos - os serviços de água e esgoto**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1997.

HERZOG, C. P. **Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana**. In: Infraestruturas Verdes. Ed. Labverde, 2010, p. 91-115.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (PBH). **Plantio de Árvores, Cartilha ilustrativa**. Disponível em < <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&src=s&source=web&>

cd=&ved=2ahUKEwjMmPqfyt_1AhVwFbkGHdLpBuE-QFnoECAUQAQ&url=https%3A%2F%2Fprefeitura.pbh.gov.br%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Festrutura-de-governo%2Fmeio-ambiente%2F2021%2Fplano-de-arvores2-3-3.pdf&usq=AOvVaw160FaxR3jcaGPblzJ1TOKb >. Acesso em 26 de agosto de 2021.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (PBH). Conselho Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Deliberação Normativa nº 69/2010, de 30 de agosto de 2010.** Disponível em < https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/imagens/authenticated%2C%20editor_a_meio_ambiente/deliberacoes/comam/DN69_10.pdf >. Acesso em 26 de agosto de 2021.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (SMAS). **Manual de arborização: orientações e procedimentos técnicos básicos para a implantação e manutenção da arborização da cidade do Recife.** Recife: [s.n.], 2013.

MASCARELLO, A. V. S. **Efeitos da arborização urbana viária sobre o conforto térmico: estudo de caso em Pará de Minas, MG.** 2017. 193 fls. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MILANO, M. S. **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana de Maringá - PR.** Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.

MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas.** Rio de Janeiro, Light, 2000. 226 p.

WAYCARBON. **Análise de vulnerabilidade as mudanças climáticas do município de Belo Horizonte. Relatório Final.** Belo Horizonte: WayCarbon, junho 2016, versão 1.0.0.

AUTORA

ORCID: 0000-0003-4765-3853

KÁLITA LOUHANNY GOMES SOARES, ENGENHEIRA CIVIL ESPECIALISTA EM PLANEJAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL. | Universidade Federal de Minas Gerais | Curso de Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos | Belo Horizonte, MINAS GERAIS

(MG) - Brasil | Correspondência para: R. Genoveva de Souza, 1771/303 - Sagrada Família, Belo Horizonte - MG, 31030-220) | kalitalgsoares@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SOARES, Kálita Louhanny Gomes; Arborização em Área Urbana Vulnerável às Mudanças do Clima - Estudo de Caso. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 8, n. 5, p. 39-49, nov. 2022. ISSN 24473073. Disponível em:<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>. Acesso em: dia mês. ano. doi:https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.39-49.

SUBMETIDO EM: 26/09/2022

ACEITO EM: 30/09/2022

PUBLICADO EM: 30/11/2022

EDITORES RESPONSÁVEIS: Paulo César Machado Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto.

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

KLGS: Conceituação; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Administração de projetos; Validação; Visualização; Escrita - rascunho original; Escrita - revisão e edição.

Declaração de conflito: nada foi declarado.