

Mapeamento de áreas verdes e da arborização urbana: estudo de caso de Diamantina, Minas Gerais

Jamila Paula Jardim *

Glauco Umbelino**

* Geógrafa (UFVJM). Mestranda em Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (UNICAMP);

** Geógrafo (UFMG). Mestre em Demografia (UFMG). Doutor em Demografia (UFVJM). Professor da UFVJM.

Resumo: Este artigo apresenta uma proposta metodológica para analisar a cobertura vegetal existente na área urbana da sede de Diamantina, visando atender às diretrizes do Estatuto da Cidade. O objetivo foi utilizar o geoprocessamento para mapear a área verde em 2014 e 2016, construindo um Índice de Área Verde (IAV) nestas datas, além de mapear toda a arborização em vias públicas em 2016. Os resultados apontam que no período analisado, houve diminuição da área verde em toda a área urbana da sede, bem como existe 95,3% de deficiência de arborização nas vias públicas. A metodologia proposta pode ser replicada em outros municípios que carecem de informações referentes à presença de cobertura vegetal. Os resultados podem subsidiar políticas públicas focadas no aperfeiçoamento do planejamento territorial de Diamantina, auxiliando a gestão municipal no aumento da cobertura vegetal e da arborização urbana.

Palavras chave: Geoprocessamento, arborização, área verde, Índice de Área Verde, Diamantina.

1. Introdução

O rápido crescimento urbano vivenciado no Brasil, sobretudo nas décadas de 1960 e 1970, foi alimentado pelas altas taxas de crescimento vegetativo e pela imigração em larga escala, o que contribuiu para que a dinâmica populacional exercesse grande pressão nas cidades, criando problemas de difícil resolução. Nesse período, cabe destacar a incapacidade governamental no gerenciamento de questões públicas de interesse comum: habitação, área verde, recursos hídricos, saneamento, transporte, violência urbana, acesso ao mercado de trabalho, dentre outros (Hogan, 1999; Nucci, 2008; UNFPA, 2011; Umbelino, 2012).

As transformações nos espaços urbanos têm demandado crescentes esforços de planejamento e monitoramento por parte dos gestores urbanos (UNFPA, 2011). Em todas as cidades, o planejamento da ocupação humana é um instrumento essencial para avaliar e orientar transformações ao longo do tempo, demandando conhecimentos sobre formas diferenciadas de organização, produção e gestão. O planejamento territorial passa a ser um importante mecanismo voltado para uma orientação racional do futuro (Hogan, 1999; Micheline, 2010; Umbelino, 2012).

Na última década, a importância do planejamento ganhou um novo momentum a partir dos instrumentos norteadores da política urbana presentes no Estatuto da Cidade, expresso na Lei Federal 10.257/2001. Nesse novo contexto, cabe ressaltar a obrigatoriedade nas cidades de uma política urbana de ordenação e controle do uso do solo, que deve atuar de forma a proteger, preservar e recuperar o ambiente natural e construído, incluindo aqui, a manutenção

das áreas verdes (Brasil, 2004; Luft, 2010; Micheline, 2010).

A área verde é considerada um indicador muito importante na avaliação da qualidade ambiental urbana e também faz parte de um planejamento urbano exigido por lei. Quando não há existência de área verde ou quando existe um déficit dessa área no ambiente urbano, ocorre uma interferência na qualidade do ambiente, ao mesmo tempo que a falta desses espaços adequados para o lazer prejudica a qualidade de vida da população (Nucci, 2008; Lima e Amorim, 2011; Maas *et al.*, 2006; Ives *et al.*, 2017).

Existe uma diferença quando se trata de área verde e de arborização. A área verde é aquilo que se encontra tanto em espaços públicos inseridos dentro da mancha urbana de um determinado local, quanto à área encontrada em espaços privados, no qual predomina a vegetação arbórea, e as praças, os jardins e os parques. Já a arborização corresponde à quantidade de árvores que estão plantadas dentro de um município (Nucci e Cavalheiro, 1999; Morero *et al.*, 2007; Nucci, 2008).

Nos debates sobre planejamento das áreas urbanas, cada vez mais tem se intensificado a abordagem da incidência da área verde e sua importância nos espaços construídos dentro do perímetro urbano. “Área verde” é um termo que se aplica a diversos tipos de espaços que têm em comum as seguintes características: abertos, acessíveis, relacionados com saúde e recreação ativa e passiva, proporcionando interação das atividades humanas com o meio ambiente (Nucci e Cavalheiro, 1999; Harder *et al.*, 2006; Nucci, 2008; Ives *et al.*, 2017).

É importante entender que o conhecimento da localização e a classificação das áreas verdes no espaço urbano é de fundamental importância para que os

responsáveis pelo poder público possam direcionar suas ações no controle, manutenção e ampliação dessa área. Neste sentido, é cada vez mais constante a preocupação com a influência que esta área pode exercer em seu entorno (Nucci, 2008; Bargas e Matias, 2012; Ives *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2018).

Segundo Nucci (2008) e Ribeiro (2009), o crescimento das cidades brasileiras e as consequências geradas pela falta de planejamento urbano, despertaram a atenção da população no sentido de se perceber a vegetação como componente necessário ao espaço urbano. Planejar a distribuição de área verde é indispensável para o desenvolvimento urbano e para a mitigação de prejuízos ambientais na cidade. Considerando a influência direta sobre o bem-estar do homem, estas áreas também são vistas como fundamentais para a salubridade ambiental, já que contribuem com a estabilização climática, reduzindo a poluição sonora, a incidência das temperaturas extremas e da velocidade dos ventos, além de aumentar o sombreamento e consequentemente o lazer da população local. Tudo isso favorece a apropriação dos espaços e a conexão com a natureza dentro do ambiente urbano (Nucci e Cavalheiro, 1999; Maas *et al.*, 2006; Nucci, 2008; Ives *et al.*, 2017).

A arborização urbana é um fator que está diretamente ligado ao planejamento urbano e é caracterizada principalmente pelo plantio de árvores em vias que sejam consideradas públicas, ou seja, praças, parques, nas calçadas de vias públicas, e outros espaços que estejam em conjunto aos espaços públicos, devendo fazer parte dos planos, projetos urbanísticos das cidades (Nucci, 2008; Basso e Correa, 2014; Ribeiro, 2009).

Embora não exista um consenso na literatura, segundo a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 15m² de área verde por habitante seria o mínimo para assegurar a qualidade de vida dos habitantes, o que equivaleria, de uma forma simplificada, a uma árvore por habitante nas áreas urbanas comuns, como ruas, praças e parques (SBAU, 1996, Nucci, 2008). Esse é o valor mínimo recomendado, mas vários autores apontam 36 m² o valor ideal por habitante, ou seja, 03 árvores por morador (Santana *et al.*, 2007; Mazzei *et al.*, 2007; Maas *et al.*, 2006; Chen *et al.*, 2018). Segundo Tzoulas, et al. (2007), o valor global desejável para a estrutura verde urbana é de 40m²/habitante, necessário ao equilíbrio do ecossistema urbano e à saúde da população.

No processo de planejamento urbano, um dos destaques seria a quantificação de vegetação dentro do município, seja ela em vias públicas ou em áreas privadas. Para calcular o Índice de Área Verde (IAV) que será apresentado a seguir,

devem ser consideradas somente as áreas encontradas em vias públicas localizadas na zona urbana e ligadas ao uso direto da população residente nessa área, as quais são compostas, geralmente, por parques, jardins ou praças (Nucci, 2008; Rosset, 2005; Harder et al, 2006).

Nas áreas urbanas da sede de Diamantina, a arborização é escassa, uma vez que o desenvolvimento urbano ocorreu desprovido de planejamento até o 2009, data de implantação de seu segundo Plano Diretor (Diamantina, 2009). Desta data até o presente, a cidade continuou se expandindo sem uma política ambiental que priorizasse a revegetação urbana (LPA, 2017). Diante das questões apresentadas, este artigo apresenta uma proposta metodológica para quantificar e analisar a cobertura vegetal existente na área urbana da sede de Diamantina, visando atender às diretrizes do Estatuto da Cidade. O objetivo foi utilizar os recursos do geoprocessamento para mapear a área verde em 2014 e 2016, construindo um Índice de Área Verde (IAV) em cada data e analisando sua evolução temporal. De forma complementar, toda a arborização em vias públicas foi georreferenciada, o que permitiu espacializar onde existem árvores dentro do arruamento urbano em 2016.

2. Materiais e métodos

Área de estudo

A sede do município de Diamantina está localizada na mesorregião do Vale do Jequitinhonha, na porção norte de Minas Gerais. O município possui 11 distritos, sendo que esta pesquisa está focada somente no Distrito Sede. Conforme o Plano Diretor vigente, o Distrito Sede é formado por 2 polígonos (ver Figura 1): o Perímetro Central, onde há a cidade propriamente dita e o Campus JK, área urbana com zoneamento exclusivo para fins institucionais, sendo vetado outros tipos de uso, como o residencial e comercial (Diamantina, 2009). A Figura 2 apresenta o organograma do trabalho, no qual a revisão da literatura aliada aos diversos recursos do geoprocessamento (GPS, Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica - SIG), possibilitaram a obtenção do resultado final.

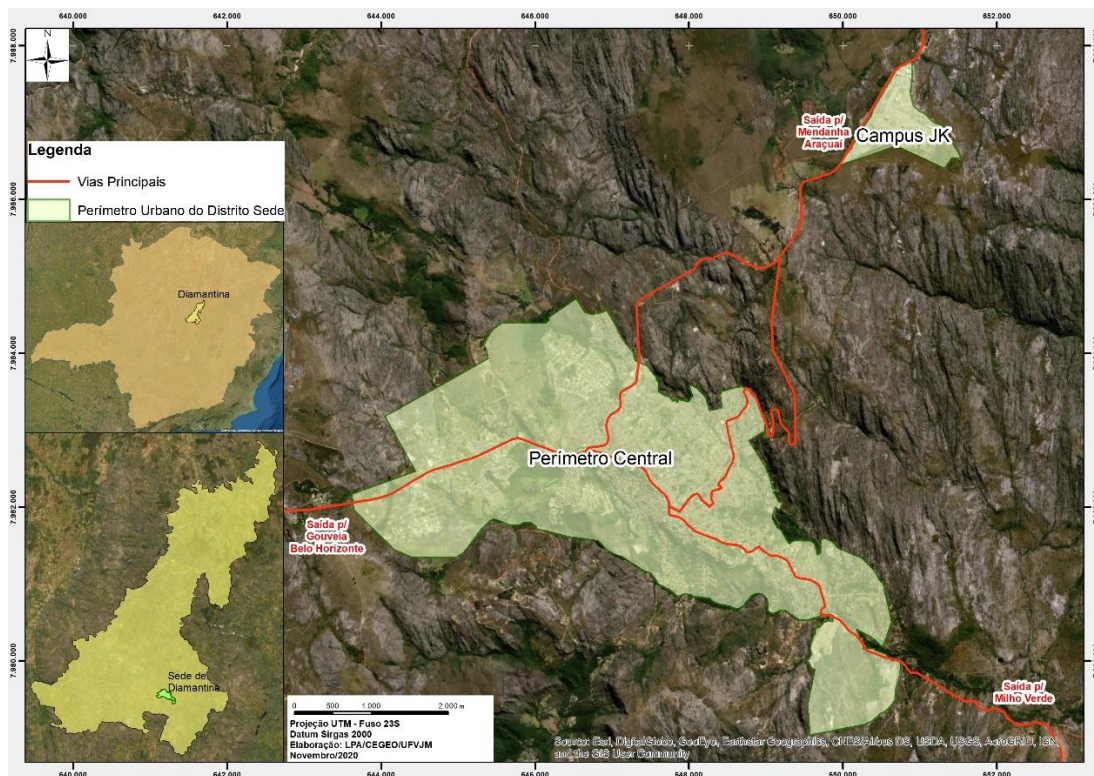


Figura 1: Localização do Distrito Sede de Diamantina, Minas gerais.
 Fonte: LPA (2017). Elaboração dos autores.

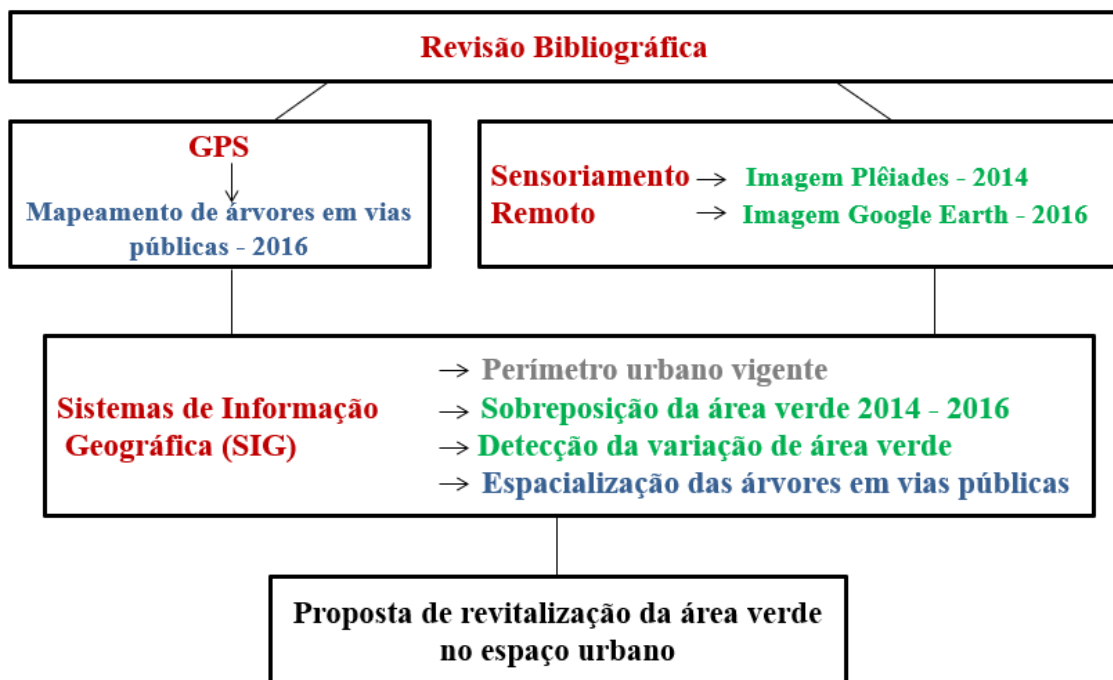


Figura 2: Organograma da metodologia de mapeamento
 Fonte: Elaboração dos autores

A linha do Perímetro Urbano¹ vigente foi obtida a partir do Memorial Descritivo do Perímetro Urbano, extraído do Plano Diretor vigente (Diamantina, 2009; LPA, 2017), o que possibilitou a criação de um polígono georreferenciado com o marco oficial dos limites urbanos mostrados na Figura 1. Para isso foi utilizado o programa ArcMap 10, sendo que todos os arquivos georreferenciados foram padronizados no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 23 Sul, Datum Sirgas 2000.

Mapeamento de árvores em vias públicas

Esta etapa foi realizada a partir de trabalhos de campo em todas as vias públicas existentes no Perímetro Central e Campus JK, com um GPS modelo Garmin 76CSx, para quantificar o número de árvores existentes. A coleta foi feita somente em árvores encontradas em vias públicas, não sendo consideradas árvores existentes em terrenos públicos ou privados. De acordo com Harder et al, (2006), foram consideradas como árvores, aquelas que possuem tronco, folhas e altura mínima de 1,30 m.

Em um segundo momento, após a validação das informações da etapa anterior, foi utilizado o programa GPS TrackMaker para descarregar os dados coletados com o GPS, o que permitiu sua exportação para o SIG ArcMap 10, onde as árvores foram espacializadas e quantificadas.

Mapeamento da área verde - Índice de Área Verde (IAV)

A área verde, assume um papel importante por estar diretamente relacionada à qualidade do ambiente urbano. Como não existe um consenso na literatura sobre a melhor aplicação do IAV, neste artigo seu valor foi calculado a partir da razão entre a área verde existente em vias públicas dentro do perímetro urbano, e a população urbana estimada no mesmo período, assim como proposto por Nucci (2008), Harder et al (2006) e Costa e Ferreira (2009).

Para calcular o IAV, foram escolhidos dois momentos no tempo que permitissem a utilização de imagens cedidas pela pesquisa LPA (2017), que compreendessem a área de estudo. Dessa forma, a área verde foi mapeada por duas imagens com resolução espacial de 50 centímetros, o que permitiu quantificar a área verde existente em vias públicas e em espaços privados. A primeira imagem foi adquirida pelo sensor Plêiades em 04/08/2014, na Projeção Universal Transversa de Mercator, Fuso 23, no Datum World Geodetic System 1984 (WGS84). A segunda imagem foi adquirida em 18/10/2016 através do sensor CNES Airbus, disponibilizada via aplicativo Google Earth, na Projeção Universal Transversa de Mercator, Fuso 23, no Datum World Geodetic System 1984 (WGS84). Ambas as imagens passaram por um processo de ortorretificação, para

¹ A linha desenhada já engloba as modificações realizadas de acordo com a Lei Complementar n°. 124, de dezembro de 2015, ao qual no Art. 1° fica aprovada a ampliação do perímetro urbano na cidade, em continuidade ao Bairro Palha, correspondente a 129,8 hectares (LPA, 2017), na área denominada ZEIS, onde está sendo construído o bairro Mirante da Palha, destinado à habitação popular.

corrigir eventuais distorções nas imagens e permitir a mensuração de áreas, bem como tiveram seu Datum atualizado para o SIRGAS 2000.

Para este trabalho, optou-se pela classificação manual das imagens orbitais, o que permitiu a criação de polígonos precisos com os limites dos focos de áreas verdes nas duas datas (Umbelino, 2012). Os desenhos dos polígonos, bem como a análise espacial, a partir do cálculo de áreas, das comparações na mudança da cobertura vegetal entre 2014 e 2016 e a construção dos mapas finais, foram realizados no programa ArcMap 10.

De posse destas informações, buscou-se criar elementos que possibilitassem compreender melhor a ocupação de áreas verdes no Distrito Sede. O primeiro cálculo realizado foi o do Percentual de Área Verde (PAV) em cada data, realizado a partir da notação:

$$\text{PAV} = \frac{\text{Área verde (hectares)}}{\text{Área do Perímetro Urbano (hectares)}} * 100$$

O uso da mancha urbana como espaço limite em vez de todo o perímetro urbano, foi escolhido visando uma medida mais acurada, uma vez que devido à enorme vacância existente dentro do Perímetro Central (LPA, 2017), seu uso no numerador contribuiria para a criação de um IAV subdimensionado. Dessa forma, optou-se por refinar seu cálculo utilizando a técnica do mapeamento dasimétrico apresentada por Eicher e Brewer (2001) e Umbelino (2012)². Foi colocado no numerador somente a área do Perímetro Central (Figura 1) que possuía árvores em vias e espaços públicos, obtida pela contagem de árvores em vias públicas do tópico anterior, sendo estabelecida a área média de 1m² por árvore (LPA, 2017). O cálculo do Índice de Área Verde (IAV) pôde ser realizado com maior precisão em cada data, a partir da notação:

$$\text{IAV em m}^2 = \frac{\text{Área verde em quadras urbanizadas (hectares)}}{\text{População estimada}} * 10.000.$$

3. Resultados

A partir da análise do mapeamento das árvores em vias públicas, constatou-se que o Distrito Sede de Diamantina apresenta um déficit acentuado de vegetação. A área analisada apresenta nas vias públicas uma quantidade de cobertura vegetal insuficiente, mal distribuída e desconexa, prejudicando a qualidade ambiental urbana. O número total de árvores quantificado foi de 3.963, sendo 1.980 árvores no Campus JK e 1.983 árvores no Perímetro Central. Partindo da recomendação mínima da OMS de uma árvore por habitante no espaço urbano e desconsiderando a área do Campus JK, que é uma extensão do núcleo urbano, a Tabela 1 aponta a estimativa de 42.642 habitantes residentes no Distrito Sede em 2016 (LPA, 2017). Tomando esta recomendação como parâmetro e subtraindo as 1.983 árvores, existe um déficit de 40.659 árvores em vias

² O mapeamento dasimétrico pode ser definido como um método de refinamento da informação espacial que, através de dados externos auxiliares, subdivide a informação contida em uma área em unidades menores e homogêneas em relação à variável mapeada, permitindo um maior nível de detalhamento da densidade da informação analisada.

públicas, ou seja, um déficit arbóreo nas vias públicas de 95,3%.

Já a interpretação de arborização urbana em vias públicas advinda do Estatuto da Cidade é um pouco mais conservadora, uma vez que é recomendada uma árvore por domicílio, a ser instalada na calçada das edificações (Brasil, 2004; Micheline, 2010). Como a pesquisa LPA (2017) aponta no ano 2016 16.362 domicílios no Distrito Sede, subtraindo as 1.983 árvores, restaria um déficit de pelo menos 14.379 árvores (ver Figura 3). Por fazer parte de um SIG, é possível ampliar estas informações até uma escala mais próxima, como a de ruas ou de quadras, o que permite identificar com precisão a localização de cada árvore existente, bem como os enormes vazios urbanos que deveriam estar arborizados.

No que diz respeito ao IAV, foi calculada somente a área verde do Perímetro Central, uma vez que no Campus JK não existe habitante, o que não justifica seu cálculo. Desta

forma, percebe-se a partir da análise, que Diamantina possui uma área verde diminuta de 0,1983 ha ou 1.983m² em todos seus espaços públicos do Perímetro Central. Dividindo esse número pela população estimada no ano de 2016 tem-se o valor de 0,06 m²/hab., ou seja, 6 cm²/hab. Seguindo a recomendação da SBAU (1996) de 15m²/hab., Diamantina apresenta um enorme déficit de 14,94 m²/hab. em relação a essas áreas e precisa atuar mais ativamente para melhoras estes indicadores. A análise da Figura 3 permite verificar que onde a quase totalidade das vias públicas não possui árvores, sendo estes os locais onde o plantio diminuirá o déficit de arborização.

A partir do mapeamento feito por imagens orbitais, foi possível analisar como a área verde dentro do Distrito Sede se modificou em pouco tempo, trazendo ganhos e perdas de área no espaço urbano, sendo que a Tabela 1 e as figuras 4, 5 e 6 apresentam o compilado destas informações.

Variável	Perímetro Central	Campus JK	Perímetro Urbano
Perímetro urbano vigente (ha)	1.564,54	88,04	1.652,58
Área verde em 2014 (ha)	1.042,10	36,75	1.078,85
Área verde em 2016 (ha)	1.035,46	44,40	1.079,46
Percentual de área verde em 2014 (ha)	66,61%	41,74%	65,28%
Percentual de área verde em 2016 (ha)	66,18%	50,43%	65,32%
Área verde em espaços urbanos em 2014 e 2016 (ha)	0,1983	NSA	NSA
População estimada em 2014	39.392	NSA	NSA
População estimada em 2016	42.642	NSA	NSA
IAV em 2014 (metros²/habitante)	0,050	NSA	NSA
IAV em 2016 (metros²/habitante)	0,047	NSA	NSA

Tabela 1: Variáveis para o Cálculo do IAV em 2014 e 2016

Fonte: LPA (2017). Nota: NSA – Não se aplica.

As informações da Tabela 1 e das figuras 4 e 5, apontam que o Campus JK possuía em 2014 uma área de 36,75 ha e que no período de dois anos se expandiu para 44,40 ha, o que corresponde a um aumento de 7,65 ha. Tal aumento corresponde às políticas que tem sido feita pela UFVJM de acréscimo da sua arborização, uma vez que o Campus JK é bastante desprovido de árvores e as que existem são de porte reduzido como é perceptível no dia a dia na área do Campus JK (LPA, 2017).

Já no Perímetro Central, a área verde teve uma leve redução, passando de 1.042,10 ha para 1.035,46 ha, o que

corresponde a uma diminuição de 6,64 ha nesse período de dois anos. O percentual de área verde nas duas datas é de cerca de 66%, o que mostra um percentual razoável de áreas verdes. De certa forma, esse percentual é superestimado, uma vez que o município possui enormes áreas de vacância que inflacionam esses dados.

De forma complementar, a Figura 6 e a Tabela 2 trazem o diferencial da área verde no Distrito Sede de Diamantina entre 2014 e 2016, permitindo detectar quando e onde houve aumento ou supressão de vegetação nesse período.

Local	Área suprimida	Área criada
Área Total	10,92	10,30
Campus JK	0,23	7,88
Perímetro Central	10,07	3,04

Tabela 1: Supressão e criação de área verde em hectares no período 2014-2016

Fonte: LPA (2017).

De acordo com a interpretação da Tabela 2, percebe-se que a área total de Diamantina teve 10,92 ha de área suprimida enquanto no período de dois anos ganhou 10,30 ha de área. O Campus JK por outro lado teve apenas 0,23 ha de área suprimida e ganhou uma área muito maior com 7,88 ha distribuídos principalmente na região leste e norte, onde se pode observar que são áreas edificadas, ou seja, a arborização já está sendo iniciada de acordo com a lei e é perceptível que acontece um planejamento, uma vez que o Campus possui cerca de duas décadas de existência.

De forma geral, o Perímetro Central teve aproximadamente 10 ha de área suprimida no período de dois anos e apareceram cerca de 3 ha. A Figura 6 permite mostrar que esta perda foi generalizada em todo o perímetro urbano, com destaque principalmente nos bairros: Jardim Imperial, Cazuya, Vila Arraiola, Arraial dos Forros, Prata, Pedra Grande, Bom Jesus, Horto Florestal, Rio Grande e Palha. Isso indica que a ampliação do perímetro urbano e a criação de novos loteamentos têm contribuído para a diminuição da área verde e percebe-se que uma vez que essas áreas verdes estão sendo retiradas, a questão de arborização e reposição dessas áreas não está ocorrendo como deveria, como mostra a Figura 6. Os lugares que tiveram maior número de aumento na área verde foram a região da Serra dos Cristais, Cazuya, Rio Grande e Vila Arraiola.

4. Considerações Finais

O presente trabalho destaca a importância da criação de informações ambientais para a gestão municipal, tendo como finalidade fornecer insumos para uma política de aumento da cobertura vegetal na área urbana da sede de Diamantina. Os resultados apresentam avanços no planejamento territorial, uma vez que podem auxiliar a sociedade e principalmente a gestão municipal, a compreender melhor o uso e ocupação do solo e como sua evolução temporal tem ido na contramão de uma cidade sustentável. Ao analisar as questões do planejamento inadequado ocorrido em Diamantina, é possível destacar a quase total ausência de áreas verdes nas vias públicas, o que contribui para uma baixa qualidade ambiental urbana. Os valores encontrados estão aquém do mínimo necessário para um ambiente urbano saudável.

Com os dados mapeados, é possível verificar quais os locais prioritários dentro de cada bairro e quadra devem ter uma política de arborização mais intensiva, visando atender às recomendações apontadas na literatura, para erradicar ou minimizar o elevado déficit arbóreo de 95,3% nas vias públicas. Da mesma forma, os dados mostram que no período entre 2014 e 2016 houve mais desmatamento que revegetação no espaço urbano, o que aponta a necessidade imediata de reverter essa tendência, para que a área verde passe a aumentar, paralelo à expansão urbana vivenciada pelo município.

Este trabalho segue as diretrizes recomendadas pelo Estatuto da Cidade, contribuindo para a manutenção das áreas verdes dentro da sede de Diamantina. A produção cartográfica e o SIG gerado, fornecem informações que servirão de subsídio para a sociedade entender melhor a evolução do uso e ocupação do solo, bem como pensar em

novas estratégias para a atualização de seu Plano Diretor, que pode levar em consideração a criação políticas públicas que incentivem zoneamentos urbanos dotados de mais cobertura vegetal, calçadas e vias públicas que tenham mais arborização e o aumento de espaços públicos como praças e parques que tenham mais áreas verdes.

A metodologia proposta pode ser replicada em outros espaços urbanos que carecem de informações referentes à presença de áreas verdes. Uma vez que esta aplicação foi feita no Distrito Sede, a metodologia pode ser replicada nos demais distritos de Diamantina, assim como em outros municípios que se encontrem na mesma situação de defasagem deste tipo de informação. Além disso, esta metodologia pode servir de base para pesquisas futuras que estratifiquem estas informações, permitindo uma análise mais detalhada da cobertura vegetal, como a identificação do porte da vegetação, das espécies arbóreas mais adequadas para o ecossistema urbano, bem como dos locais prioritários para sofrerem intervenções.

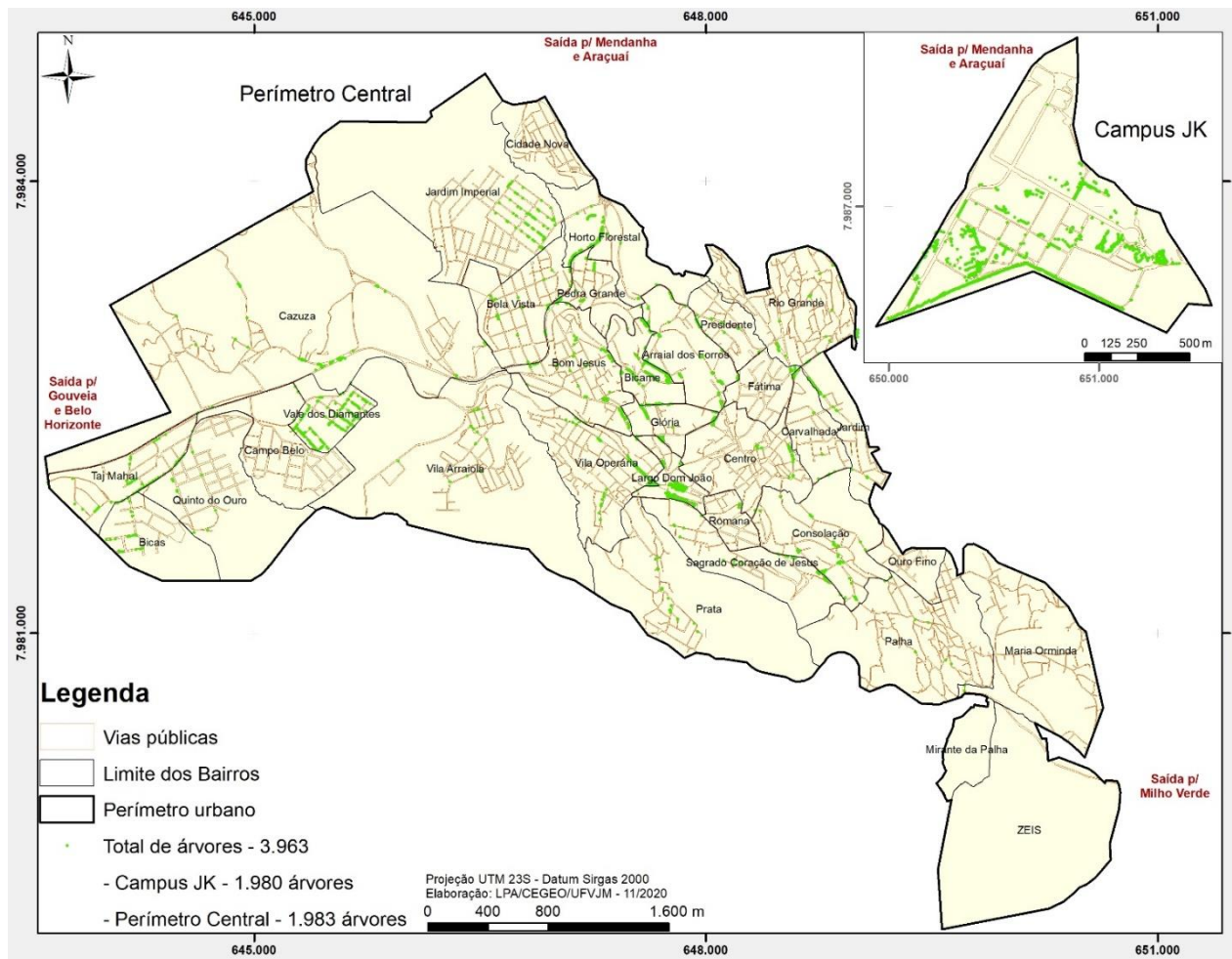


Figura 3: Mapeamento de árvores em vias públicas no Distrito Sede de Diamantina em 2014.
Fonte: LPA (2017). Elaboração dos autores.

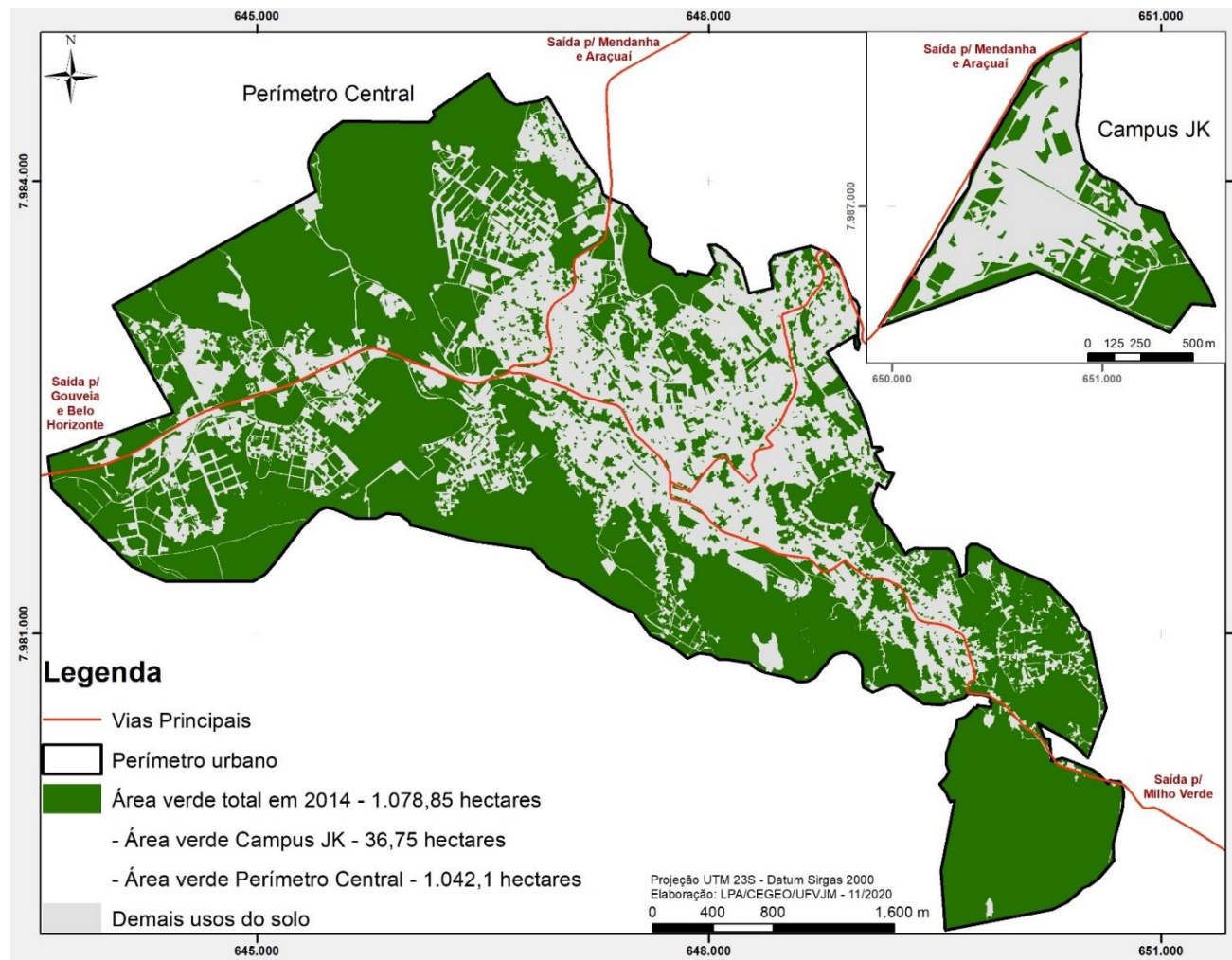


Figura 4: Mapeamento da área verde (hectares) no Distrito Sede de Diamantina em 2014
 Fonte: LPA (2017). Elaboração dos autores.

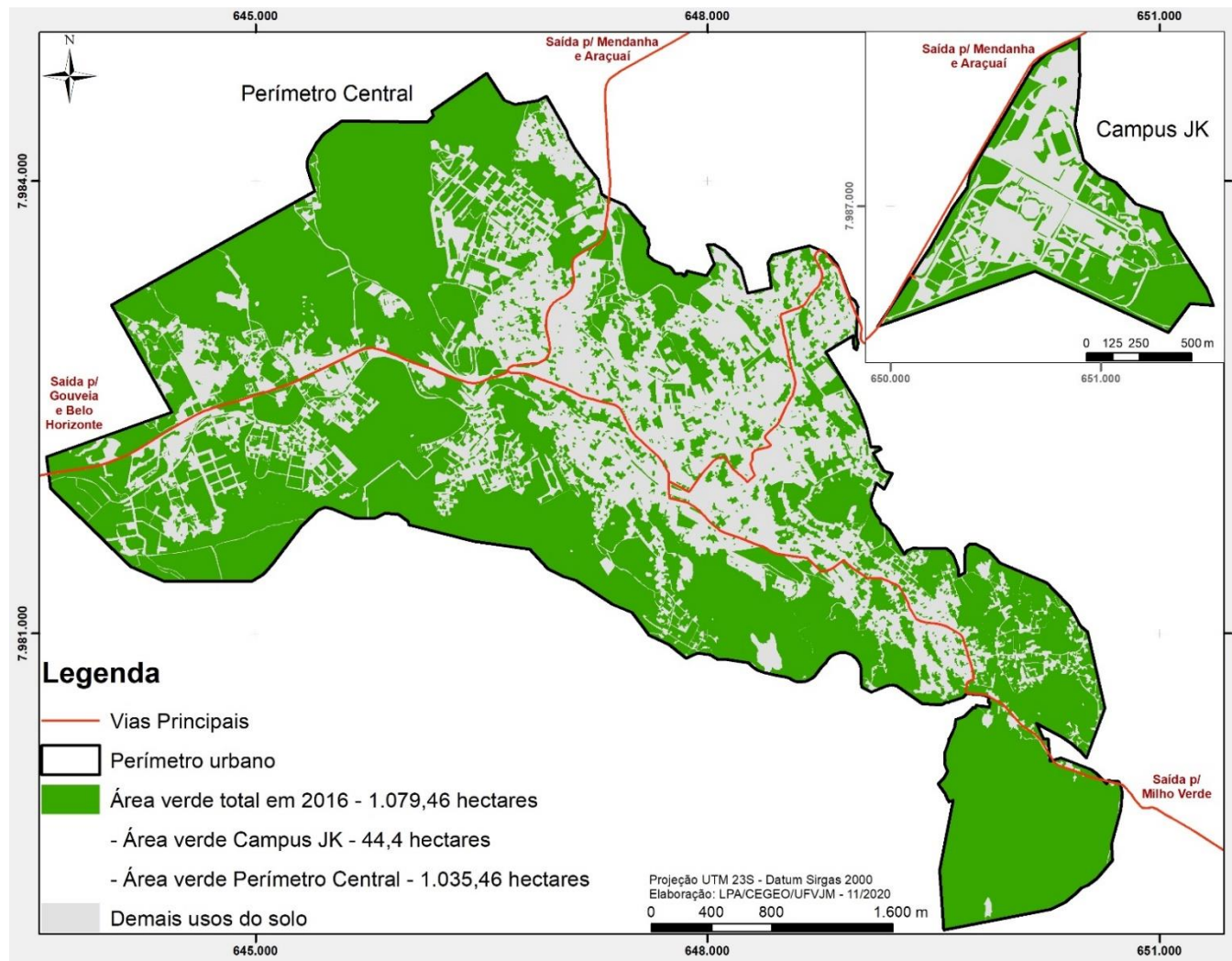


Figura 5: Mapeamento da área verde (hectares) no Distrito Sede de Diamantina em 2016
Fonte: LPA (2017). Elaboração dos autores.

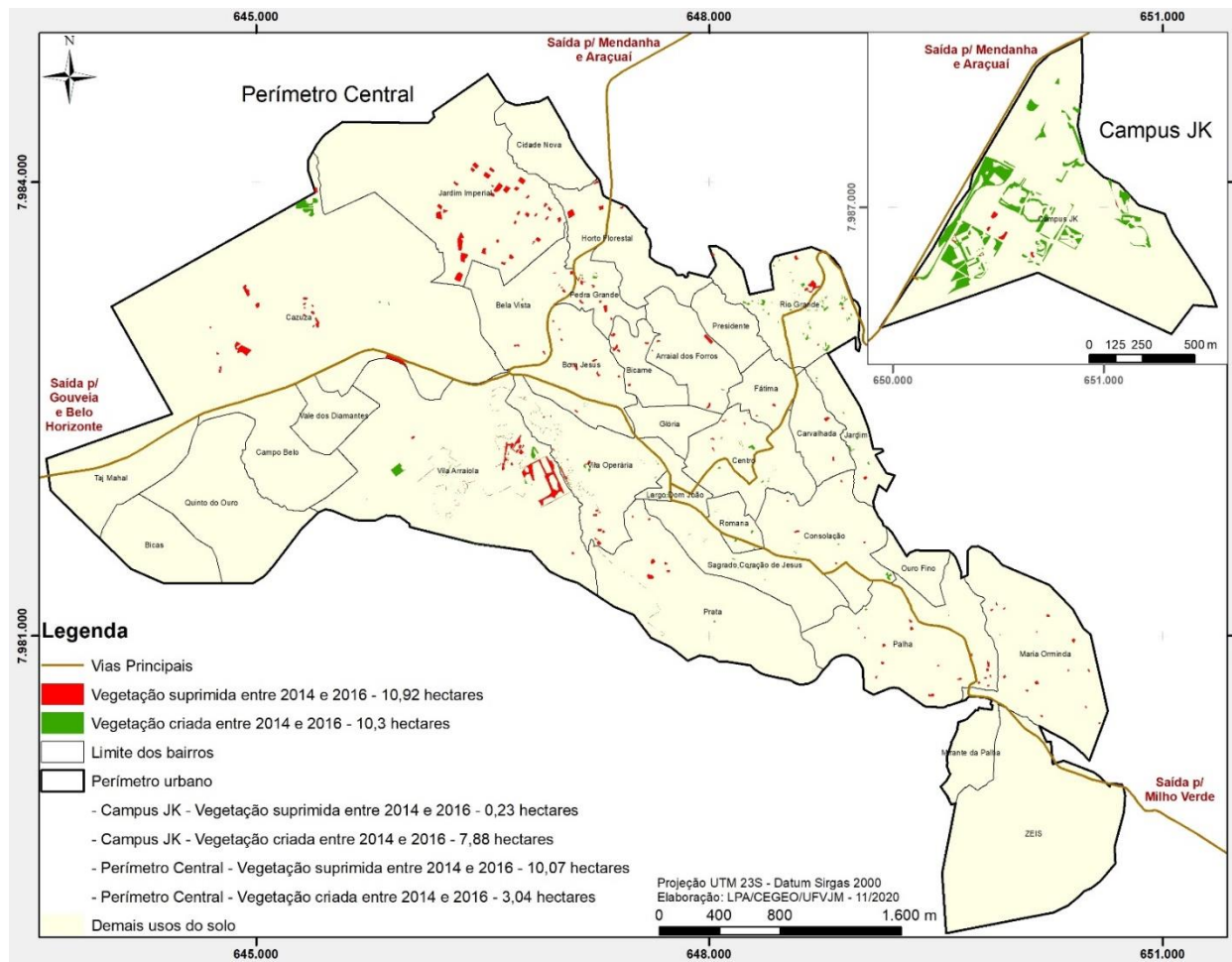


Figura 6: Mapeamento de árvores em vias públicas no Distrito Sede de Diamantina em 2014
 Fonte: LPA (2017). Elaboração dos autores.

Referências

- BARGOS, D.; MATIAS, L. (2012). Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): estudo com a aplicação de geotecnologias. *Soc. & Nat., Uberlândia*, ano 24 n. 1, 143-156.
- BRASIL. (2004) Estatuto da Cidade - Guia para implementação pelos municípios e cidadãos: Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana. Senado Federal. Brasília, Senado Federal.
- CHEN W. et al. (2018). Social functional mapping of urban green space using remote sensing and social sensing data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v. 146, p. 436-452. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.10.010>>. Acesso em 01/12/2019.
- DIAMANTINA. (2009). Plano Diretor Participativo do Município de Diamantina/MG – Documento Técnico, v. 1, 2009, 114 p. Diamantina.
- EICHER, C., BREWER, C. DASYMETRIC. (2001) mapping and areal interpolation: implementation and evaluation. *Cartography and Geographic Information Science*. v.28, n.2, p.125-138.
- HARDER, I. et al. (2006). Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do município de Vinhedo, SP. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.277-282.
- HOGAN, D. (1999) Mudança Ambiental e o Novo Regime Demográfico. In: CAVALCANTI, C. (Org.). Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas. São Paulo: Cortez, 1999. p. 369-381.
- IVES, C. et al. (2017). Capturing resident's values for urban greenspace: Mapping, analysis and guidance for practice. *Landscape and Urban Planning*, v. 161, p. 32–43. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2016.12.010>>. Acesso em 04/03/2018.
- LPA (2017). Laboratório de População e Ambiente. Geotecnologias aplicadas ao Cadastro Multifinalitário de Diamantina. Registro Proexc nº: 048.2.061-2016. *Relatório de pesquisa*. Diamantina: LPA/CEGEO, 2017.
- LIMA, V.; AMORIM, M. (2011). A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. *Formação (Online)*, v. 1, n. 13.
- LUFT, R., (2010). Questões pontuais na elaboração do plano diretor: planejamento urbano e factibilidade ética. *Revista da Faculdade de Direito da UERJ*, v. 1, p. 01-18.
- MAAS J, et al. (2006). Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiology & Community Health*, v. 60, p. 587-592.
- MAZZEI, K. et al. (2007) Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer. *Sociedade & Natureza, Uberlândia*, v. 19, n. 1, p. 33-43.
- MENNIS, J., HULTGREN, (2006) T. Intelligent dasymetric mapping and its application to areal interpolation. *Cartography and Geographic Information Science*. v.33, n.3, p.179-194.
- MICHELINE, E. et al. Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos municípios brasileiros. 2010.
- MORERO, A. et al. (2007) Planejamento ambiental de áreas verdes: estudo de caso em campinas–SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 19-30.
- NUCCI, J. Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de Ecologia e Planejamento da Paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2ª. ed. Curitiba: 2008. 150 p.
- NUCCI, J; CAVALEIRO, F. (1999) Cobertura vegetal em áreas urbanas – conceito e método. *Revista GEOUSP*, nº 6; p. 29-36.
- RIBEIRO, F. (2009.) Arborização urbana em Uberlândia: percepção da população. *Revista da Católica*, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 224-237.
- ROSSET, F. (2005) Procedimentos Metodológicos para estimativa do Índice de Áreas Verdes Públicas. Estudo de Caso: Erechim, RS. Dissertação (Mestrado). UFSCar. São Carlos, SP.
- SBAU. (1996) Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Carta a Londrina e Iporã. *Boletim Informativo*. v.3, n.5, p. 3.
- SANTANA, P. et al. (2007) Avaliação da Qualidade Ambiental dos Espaços Verdes Urbanos no Bem-estar e na Saúde. *A Cidade e a Saúde*, p. 219-246.
- TZOULAS, K. et al. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*. v. 81, p. 167-178, 2007.
- UMBELINO, G. (2012) Simulações de distribuição espacial domiciliar e projeções demográficas intraurbanas com apoio de geotecnologias. 2012. 193f. Tese (Doutorado em Demografia) – Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- UNFPA. Relatório sobre a Situação da População Mundial 2011: Pessoas e possibilidades em um mundo de 7 bilhões. UNFPA: Brasília, 2011. 125p.

Mapping green areas and urban trees: a case study of Diamantina city, Minas Gerais, Brazil

Jamila Paula Jardim *

Glauco Umbelino**

*Geographer (UFVJM). Master student in Human and Social Applied Science (UNICAMP).

** Geographer (UFMG). Master in Demography (UFMG). Doctor in Demography (UFVJM). Professor at UFVJM.

Abstract: This paper show a methodology to analyze the existing vegetation in the main urban area of Diamantina city, aiming to meet the guidelines of the brazilian law called "City Statute". The goal was to use the GIS to map the green areas in 2014 and 2016, building a Green Area Index on these dates. As a complement, all the trees on streets and public places in 2016 was georeferenced. The results shows that there was a decrease in the green areas in the entire urban public places and there is a 95.3% deficit in afforestation on public roads. This methodology can be used in another municipalities that need information about vegetation cover. The results can be used for public policies on the improvement of Diamantina's territorial planning, assisting municipal management to increase green areas and urban forestation.

Keywords: Geoprocessing, forestation, green area, Green Area Index, Diamantina.

Jamila Paula Jardim

E-mail: jamila.paula@gmail.com

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/9591335885674061>

<https://orcid.org/0000-0003-0295-4521>

Glauco Umbelino

E-mail: geoglauco@gmail.com

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/9883831272642807>

<https://orcid.org/0000-0002-2838-6895>

Artigo recebido: 04/08/2020

Artigo aceito: 01/11/2020