



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Análise das mudanças na cobertura arbórea do Loteamento Terra Nova Amapá, Macapá (Amapá)

Hellen Cristina Calandrine Barreiros¹, Wegliane Campelo da Silva², Karina Cardoso Valverde³

¹ Cientista Ambiental, Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 02, Jardim Marco Zero, Macapá, Amapá, Brasil. hellenbarreiros1@gmail.com ² Docente do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 02, Jardim Marco Zero, Macapá, Amapá, Brasil. wellcampelo@yahoo.com.br ³ Docente do Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais e do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Rodovia Juscelino Kubitschek, km 02, Jardim Marco Zero, Macapá, Amapá, Brasil. karina.valverde@unifap.br (autor correspondente).

Artigo recebido em 04/06/2024 e aceito em 04/11/2024

RESUMO

Macapá (AP) enfrenta problemas estruturais devido à falta da elaboração de um plano urbano e ambiental, contudo, nota-se que a presença de loteamentos urbanos recentes possibilita a discussão acerca da arborização. O estudo de caso foi realizado no loteamento Terra Nova Amapá, que possui 1.400 lotes. Realizou-se a análise temporal entre os anos de 2017 e 2022, através dos programas *Google Earth Pro* e *software Qgis*, assim como a avaliação *in loco*, dos seguintes conflitos com a estrutura urbana: fiação elétrica, calçadas, residência e postes de energia. A análise temporal permitiu observar que não houve mudanças significativas quanto à implementação da arborização. As áreas verdes do loteamento estão livres de quaisquer conflitos e apresentam uma estrutura adequada. Em relação aos conflitos urbanos, notou-se que algumas árvores adultas apresentam algum tipo de conflito, ocasionados pelo uso de espécies inadequadas e/ou pelo plantio em áreas de calçada, comprometendo assim a estrutura de vias, o espaço para locomoção dos pedestres e o muro de casas. Constatou-se ainda que o loteamento não apresentou indícios de um planejamento urbano que leve em consideração a arborização. Porém, o loteamento ainda está em processo de ocupação, apresentando possibilidade de se recomendar e/ou planejar a arborização de forma adequada.

Palavras-chave: Análise temporal, Arborização, Conflitos urbanos, Loteamento urbano.

Analysis of changes in tree cover of the Terra Nova Amapá allotment, Macapá (Amapá)

ABSTRACT

Macapá (AP) faced structural problems due to the lack of preparation of an urban and environmental plan, however, it is noted that the presence of recent urban allotment makes it possible to discuss afforestation. The case study was carried out in the Terra Nova Amapá allotment, which has 1400 lots. A temporal analysis was carried out between the years 2017 and 2022, using the *Google Earth Pro* programs and *Qgis* software, as well as the evaluation, through an on-site visit, of the following conflicts with the urban structure: electrical, sidewalks, residence and power posts. The temporal analysis allowed us to observe that there were no significant changes regarding the improvement of the afforestation. The green areas of the allotment are free from any conflicts and have an adequate structure. In relation to urban conflicts, it was noted that some adult trees already present some type of conflict, caused by the use of specific species and/or by planting in sidewalk areas, thus compromising the structure of roads, space for pedestrian movement and the wall of houses. It was also found that the allotment did not attract the attention of urban planning that takes afforestation into account. However, the allotment is still in the process of being occupied, presenting the possibility of recommending and/or planning afforestation appropriately.

Keywords: Temporal analysis, Afforestation, Urban conflicts, Urban allotment.

Introdução

A arborização urbana conceitua-se como um conjunto de vegetais de porte arbóreo plantado e espontâneo dentro do perímetro urbano, conforme citado por Cavalcante (2021), no Art. 43, inciso III do Decreto Municipal nº 1678/16 da Prefeitura Municipal de Macapá.

Segundo Pinheiro et al. (2024) consideram que a arborização urbana é toda vegetação arbórea que compõem a paisagem da cidade, seja em áreas de uso público, tais como: vias, parques, praças ou áreas livres particulares.

Entretanto, a arborização urbana não constitui-se somente em plantar árvores e criar áreas verdes de recreação. É necessário realizar um planejamento adequado e um gerenciamento integrado e permanente, visando alcançar melhorias para a população (Costa et al., 2018).

Quando planejada de forma correta, essa arborização promove qualidade de vida através de seus diversos benefícios, contribuindo com o bem estar da população e fortalecendo a proteção da biodiversidade. Além disso, ajuda a melhorar o valor estético e paisagístico de uma cidade (Lobato et al., 2021).

Entre as principais contribuições da arborização urbana, destacam-se: o auxílio na manutenção do clima pela estabilização de temperatura; a minimização de enchentes e deslizamentos, através da absorção da terra e firmeza das raízes; a melhoria da qualidade do ar; a redução da poluição sonora pela amenização de ruídos; a ajuda na manutenção do asfalto de vias pela proteção de chuvas e sol; o auxílio na infiltração da água no solo; a ajuda na manutenção de ecossistemas pelo fornecimento de abrigo e alimento aos insetos e pássaros; a redução de pragas e agentes vetores; a diminuição da fadiga mental, proporcionando qualidade de vida aos moradores; e a formação de corredores ecológicos que interligam as áreas livres vegetadas da cidade, como praças e parques (Mesquita et al., 2013; Duarte et al., 2018; Barreiros et al., 2023; Cirilo da Silva et al., 2024). Em síntese, áreas arborizadas podem promover uma melhoria no espaço urbano por meio de um ambiente mais adequado para o ser humano (Oliveira et al., 2023; Silva et al., 2021).

O zoneamento urbano é um dos principais instrumentos para planejamento da arborização viária (Albertin et al., 2019) e a importância deste planejamento se dá devido a precaução de prejuízos à estrutura urbana, para que não causem incômodo aos moradores desses locais, pois segundo Ribeiro (2009) as consequências

resultantes de sua ausência e conhecimento adequado na escolha de espécies podem ser visualizadas na estrutura urbana, onde há conflitos com equipamentos, tais como: fiações elétricas, encanamentos, calhas, calçamentos, muros, postes de iluminação, entre muitos outros.

Albertin et al. (2019) destacam que para o planejamento da arborização devem ser consideradas as características das espécies e, principalmente, que estas estejam de acordo com os componentes da infraestrutura urbana, ou seja, deve haver uma correlação entre espaço e entorno, bem como uma profunda avaliação sobre as distâncias e dimensionamento dos componentes presentes nos níveis subterrâneo, superficial e aéreo.

Para Duarte et al. (2018) além do planejamento, é importante que haja investimento na capacitação de profissionais junto às secretarias municipais de meio ambiente e distribuição mais igualitária dos serviços ecossistêmicos entre os bairros de diferentes classes sociais.

Constata-se que a rápida expansão e o crescimento desalinhado das cidades têm prejudicado o desenvolvimento de um planejamento urbano adequado (Cirilo da Silva et al., 2024), o que se estende ao município de Macapá, capital do estado do Amapá (AP), localizado na região norte do país, que enfrenta sérios problemas estruturais devido à falta da elaboração de um plano urbano e ambiental, além da ocupação desordenada de diversas áreas do município.

Soares et al. (2022) destacam que organização da cidade em novos bairros geralmente é realizada sem um planejamento adequado pela gestão municipal macapaense. Nessa situação, a população tende a não selecionar árvores apropriadas, que promovem irregularidades nas calçadas e em alguns casos, prejuízos às operadoras dos serviços hídricos, eletricidade e internet.

De acordo com Moraes et al. (2018), 90% da população macapaense reside em áreas urbanas, e como consequência a expansão urbana ocorre de formas diversas, tais como: pela criação de loteamentos, assentamentos irregulares e de conjuntos habitacionais de interesse social.

A redução do volume das atividades da mineração no estado fez com que o setor terciário crescesse na economia macapaense, expandindo o setor da construção civil e consequentemente o setor imobiliário, aumentando o número de loteamentos e condomínios horizontais e verticais (Santos et al., 2020).

Dados publicados por Lomba e Silva (2022) indicam um total de 37 empreendimentos privados construídos no período de 2005 a 2019, concentrados às margens das principais rodovias do município de Macapá.

Por outro lado, nota-se que essa a crescente presença de loteamentos urbanos recentes, possibilitam a discussão da inclusão da arborização urbana no seu planejamento e processo de urbanização.

Como a arborização urbana impacta de várias formas na qualidade de vida do espaço urbano, o bom planejamento dessas áreas é tão importante quanto a inserção das mesmas (Mendes et al., 2022).

A notabilidade desse planejamento visa precaver prejuízos a estrutura urbana, para que não causem incômodo aos moradores desses locais.

Contudo, a ausência de planejamento e seu reflexo na falta de arborização da cidade pode ser observada nos dados coletados por Castro e Dias (2013), constatando que 54% dos macapaenses consideraram a cidade pouco arborizada.

Todavia, os benefícios da arborização urbana devem ser bem compreendidos pela sociedade, a fim de subsidiar a construção de uma comunidade consciente e participativa na manutenção e proteção dos espaços verdes, na valorização do patrimônio natural e nas questões ambientais.

Além disso, Mendes et al. (2022) citam que é necessário que haja estudos na hora da implantação da arborização, onde alguns fatores devem ser considerados, tais como: as vias de circulação para pedestres, os tipos de pavimentações do local, os mobiliários e equipamentos urbanos, entre outros, ou seja, é necessário atentar para as características no entorno do local. Ademais, a composição da arborização quanto às espécies arbóreas plantadas deve estar de acordo ao ambiente (Cirilo da Silva et al, 2024).

Como os estudos relativos à arborização urbana são escassos, principalmente no município de Macapá (AP), este trabalho se justifica, já que a temática vem sendo amplamente refletida no Brasil, sobre a sua utilidade, funções e conceitos (Nascimento & Chaves, 2023). Dentro do contexto a relevância se concentra na importância de se incluir um plano de arborização urbana no local de estudo.

Portanto, o presente trabalho apresenta como hipótese de que a arborização urbana na área de estudo é insuficiente e inapropriada, com a presença de conflitos com: fiação elétrica, calçadas, residência e postes de energia e/ou luz, além do uso de espécies exóticas incompatíveis com o ambiente. Alves et al. (2023), Felipe et al. (2022), Lima et al. (2022) e Soares et al. (2022) também corroboram com esta hipótese.

Assim, este trabalho propõe realizar uma análise temporal do loteamento, bem como mapear através de imagens de satélite os indivíduos arbóreos encontrados nos espaços verdes, áreas de lazer e calçadas das residências do loteamento, a fim de verificar se houve crescimento adequado, além dos possíveis conflitos decorrentes dessa cobertura arbórea no local.

Material e métodos

O estudo de caso foi realizado em toda a extensão do loteamento Terra Nova Amapá, incluindo: espaços verdes, áreas de lazer e as vias de acesso para as residências, localizado na zona norte do município de Macapá, capital do estado do Amapá, na Rodovia 210, na margem direita da BR 156, km 4,5, entre o bairro Brasil Novo e o loteamento Floresta Tropical, nas seguintes coordenadas geográficas: 0°5'22.97"N e 51°5'55.23"O (Figura 1). A área do loteamento tem característica original de savana amazônica, com formações de savana-parque e savana campo, que predominam nesta região (Mustin et al., 2017). Essa tipologia é a área mais utilizada para ocupação urbana no estado.

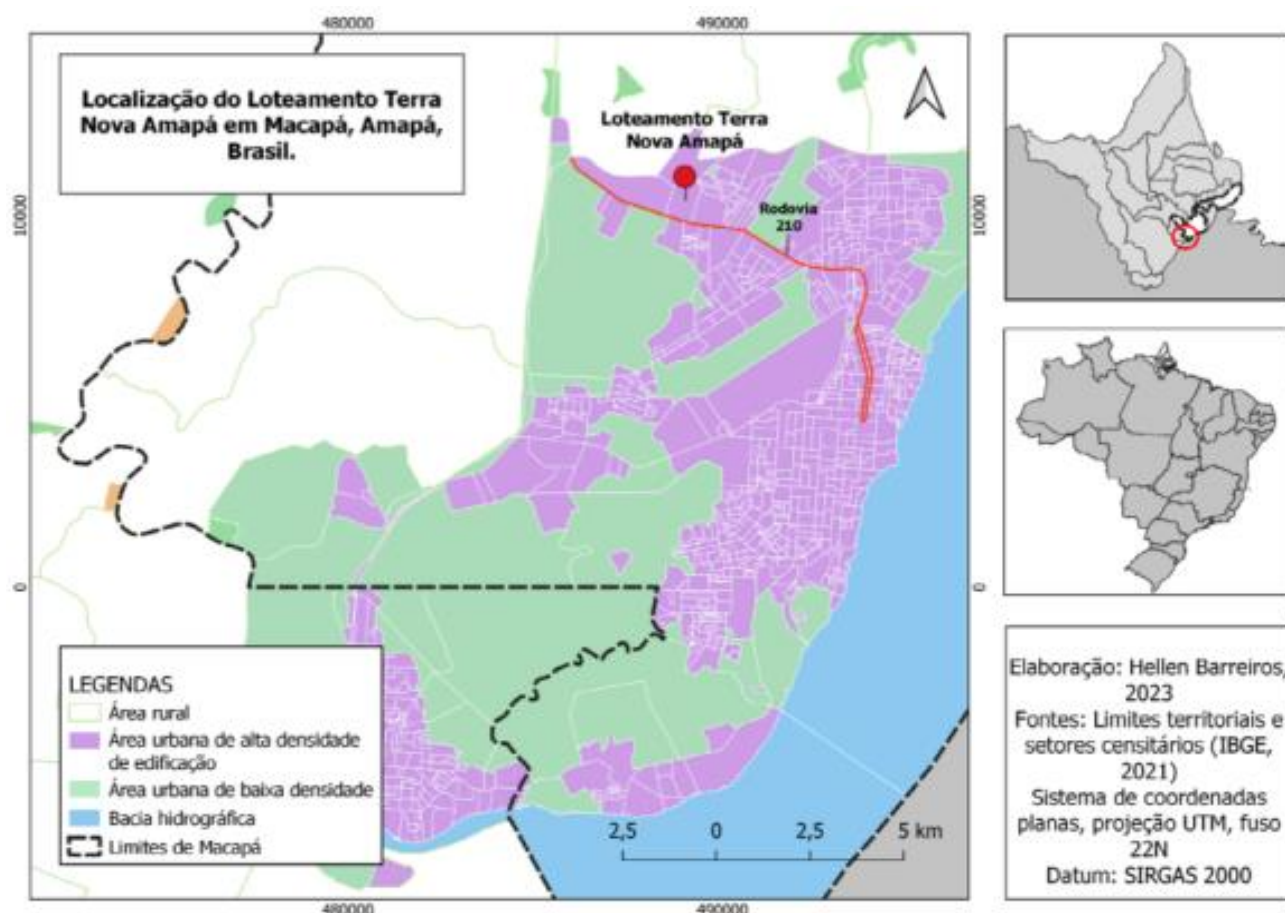


Figura 1. Localização do loteamento Terra Nova Amapá.
Fonte: Barreiros et al. (2023)

Para determinar o intervalo das imagens observadas na análise temporal do loteamento e verificar as possíveis alterações no local, foram utilizadas técnicas dispostas no sensoriamento remoto, a partir da análise de imagens adquiridas no programa *Google Earth Pro*, através do regulador de imagens históricas, sendo salvas no formato (JPG) na resolução de 3840x2160 (4k UHD). Definiu-se um intervalo de 6 anos para a análise temporal, entre 2017 e 2022, considerando que a ocupação do condomínio foi iniciada somente no ano de 2016.

As imagens foram processadas pelo software *Qgis*, a partir do compositor de impressão, que possibilitou a organização das imagens para facilitar sua comparação e interpretação visual.

A avaliação dos conflitos com a estrutura urbana ocorreu por meio de visita *in loco*, realizada em 27 de março de 2023, onde foram fotografados e analisados os indivíduos arbóreos que possuem conflito com fiação elétrica, conflito com calçadas, conflito com residência e conflitos com outros postes de energia e/ou luz, conforme metodologia descrita por Leme et al. (2021).

Ressalta-se que o loteamento Terra Nova Amapá possui 1.400 lotes legalizados, que estão distribuídos em 31 quadras. A área loteada compreende 491.198,00 m², onde 46.859,23 m² correspondem à área verde.

Para o levantamento arbóreo, as espécies foram coletadas e levadas para identificação no Laboratório de Botânica da Universidade Federal do Amapá, e quando necessário encaminhado material ao Herbário Amapaense do Instituto Estadual de Pesquisa do Amapá. A identificação seguiu o sistema de classificação APG IV (2016).

O inventário realizado *in loco* no ano de 2023, resultou no mapeamento de 180 árvores, sendo constatado a presença de 21 famílias e 36 espécies, além de 38 indivíduos exóticos, dentre os 176 exemplares arbóreos identificados, conforme o estudo publicado por Barreiros et al. (2023) referente ao diagnóstico quantitativo da arborização do local, que foi realizado utilizando como ferramenta de georreferenciamento de indivíduos o aplicativo *Mapit Gis* e a identificação das espécies arbóreas encontradas.

Resultados e discussão

A área de estudo, no ano de 2010, com base nas imagens do *Google Earth Pro* (Figura 2A), já apresentava supressão da vegetação, o que pode ser indício do processo inicial de criação do loteamento.

Contudo, a construção do loteamento Terra Nova Amapá foi liberada somente no ano

de 2013 (Santos, 2016). Nesse sentido, com base nas imagens de sua construção pode-se ter uma análise mais crítica das mudanças que ocorreram no local com o passar dos anos.

Vale destacar que a partir do ano de 2010 a plataforma do *Google Earth Pro* não disponibilizou imagens até o ano de 2014 para o loteamento.

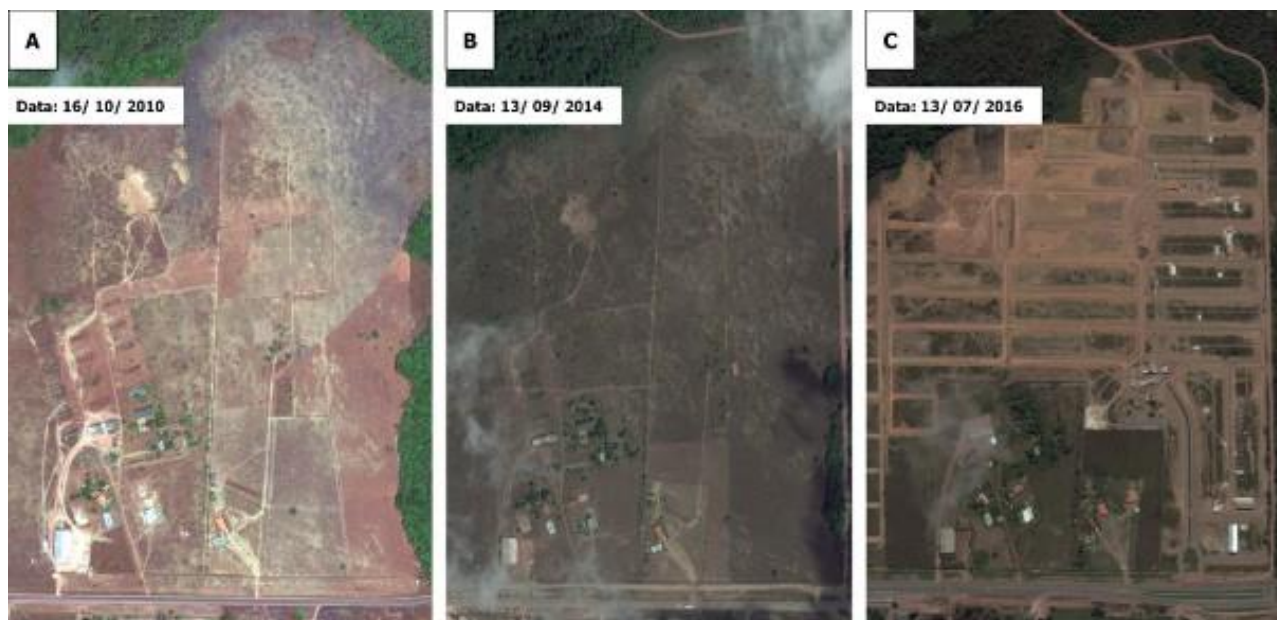


Figura 2. Evolução desde o surgimento até o início da ocupação do loteamento Terra Nova Amapá
Fonte: Autoria própria; adaptada do *Google Earth Pro* e software *Qgis* (2023)

Apesar do loteamento ter sido liberado para construção em 2013, é possível observar que em 2014 a construção ainda não havia sido iniciada. Já no ano de 2016, a área apresenta delimitação de quadras e desenho de ruas, o que denota o início da estrutura do loteamento Terra Nova Amapá em processo de construção (Figuras 2B e 2C).

Considerando que o loteamento parece ter

sido finalizado em 2017, a Figura 3 traz um comparativo entre os anos de 2017 (A) e 2022 (B). Convém citar que foram delimitadas as áreas de livre acesso, como áreas verdes e/ou de recreação/lazer com base no acesso às informações disponibilizadas pelo escritório de corretores do loteamento, e foram identificados possíveis indivíduos arbóreos ou conjuntos arbóreos, conforme descrito na legenda.

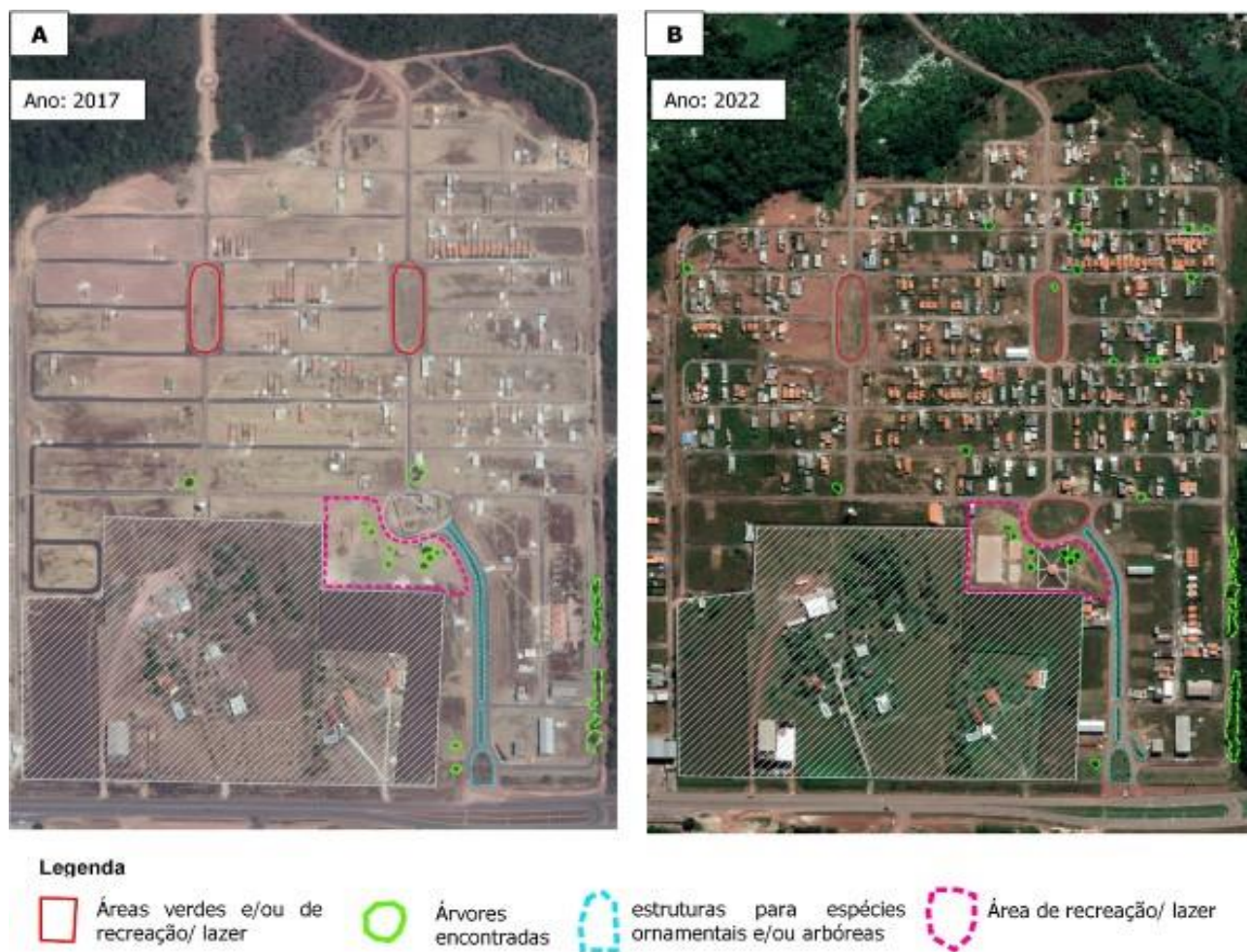


Figura 3. Comparativo da situação arbórea do loteamento Terra Nova Amapá em 2017 e 2022

Fonte: Autoria própria; adaptada de satélite *Google Earth Pro* e software *Qgis* (2023)

As árvores encontradas foram detectadas a partir do formato da copa e sombreamento. Possivelmente, são árvores em fase mais avançada de crescimento, levando-se em consideração que mudas não são visíveis em imagens de satélite. Sendo assim, pode-se deduzir que esses indivíduos cresceram naturalmente e se mantiveram na área antes da conclusão de construção do loteamento até o presente momento.

Segundo Vianna e Jacobi (2018), a utilização de espécies arbóreas nativas na arborização urbana auxiliam na manutenção da diversidade, demanda poucos tratamentos culturais e são menos suscetíveis ao ataque de cupins, brocas e agentes patogênicos.

De acordo com Hernandez (2020), estudos focados em arborização urbana exigem imagens em alta resolução, pois para o mapeamento é necessário imagens que permitam um maior detalhamento da superfície terrestre para distinguir os indivíduos arbóreos com mais clareza.

Costa et al. (2019) relatam que as

ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto cada vez mais são utilizadas com êxito para analisar a ocupação urbana e, em especial, a arborização presente na cidade.

No entanto, para Monteiro (2015), o efeito de perspectiva causado pela geometria da aquisição da imagem ou o ângulo do sensor, gera áreas sombreadas, que dificultam a identificação.

Além do sombreamento, Lima Neto (2011) aponta que as limitações para detecção pelo fotointérprete possuem diversas origens, como pela idade das árvores quanto ao tamanho das copas, e até mesmo a estação do ano em que as imagens foram adquiridas, pois algumas espécies apresentam características que dificultam a formação de polígonos que representam a arborização urbana.

Ainda assim, é possível notar que, em um intervalo de 6 anos, houve pouca mudança quanto à situação da arborização das vias e espaços verdes. O destaque fica para as áreas verdes e a área de lazer, que não apresentaram nenhuma evolução, como observadas nas Figuras 2C (2016)

e 3A (2017).

Sugere-se que, em regiões com climas quentes com temperaturas elevadas o ano todo, como é o caso do município de Macapá (AP), é importante a implementação de áreas verdes como subsídio ao alcance do conforto térmico (Celis & Cárdenas, 2020).

De acordo com a Resolução CONAMA n°. 369/2006, em seu Art. 8º, § 1º (CONAMA, 2006), área verde é um espaço público que desempenha função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização. Além disso, Bendlin (2018) aponta que a ausência de espaços permeáveis e de

vegetação, propiciam o aumento dos problemas com escoamento superficial.

As áreas verdes do loteamento estão livres de quaisquer edificações ou possíveis conflitos com a fiação elétrica e apresentam uma estrutura adequada e que possivelmente foi planejada para tal.

Apesar disso, nos últimos anos parece não haver ações de implementação da arborização no local, nem pela gestão do loteamento ou pela população (Figura 4). No entanto, como o local pode ter ficado sem grandes alterações por um tempo, naturalmente as áreas apresentam um estado de recuperação, com algumas porções de solo sem vegetação.

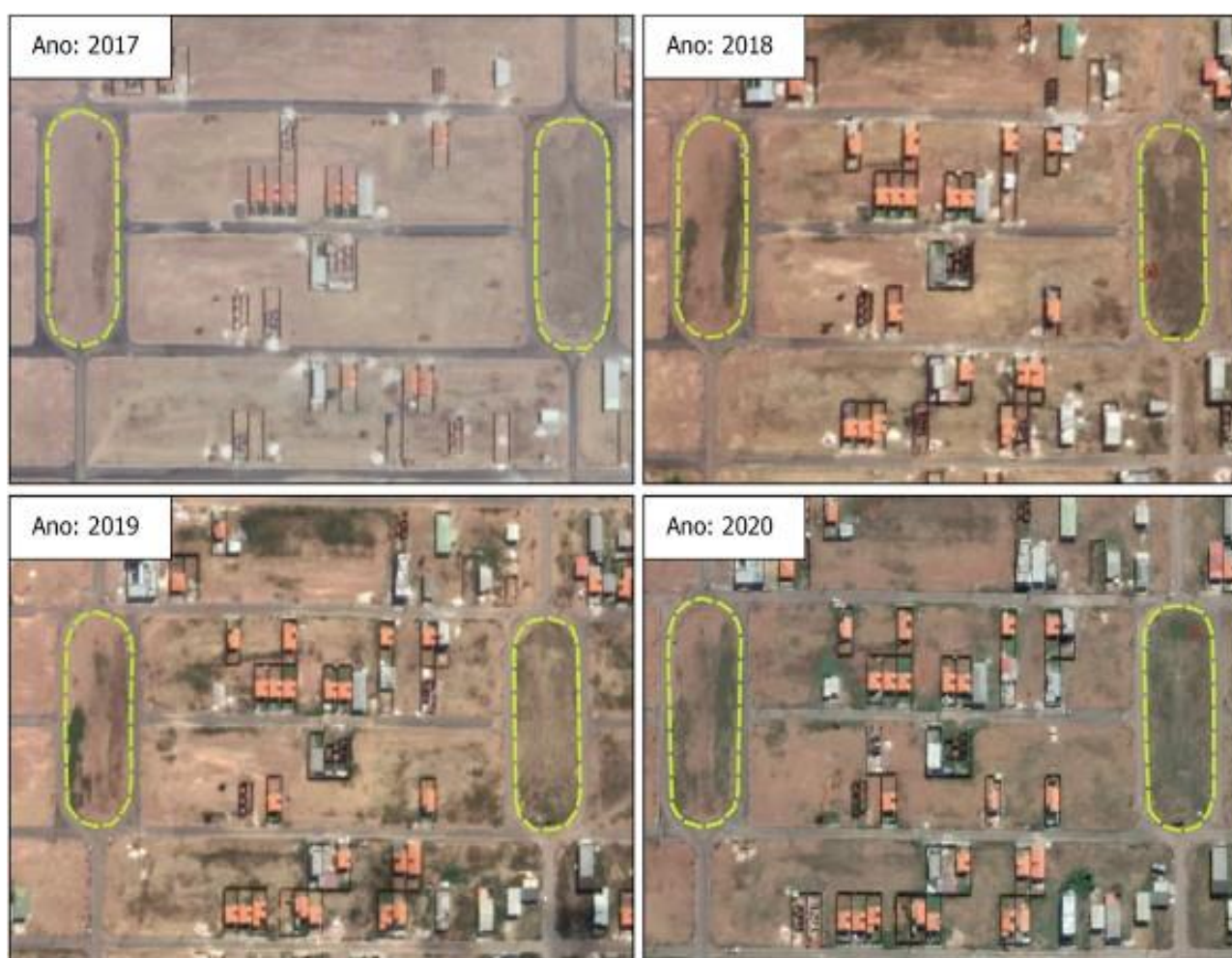


Figura 4. Comparação de duas áreas verdes do loteamento Terra Nova Amapá entre os anos de 2017 e 2020
Fonte: Autoria própria; adaptada de satélite *Google Earth Pro* e software *Qgis* (2023)

Se houve alguma ação de se arborizar as áreas verdes e vias de acesso e não foi bem sucedida, alguns dos fatores que influenciam no processo podem ser descritos por Lima Neto (2011) como interferentes na permanência das árvores nas ruas, tais como: áreas insuficientes para o crescimento das árvores, fertilização do

solo e a rustificação de mudas.

No caso do loteamento, seria necessário realizar a análise do solo das áreas verdes e vias de acesso, a fim de identificar se esses são os fatores que influenciaram a falta de arborização urbana da área.

Por ser um loteamento recente, o local

ainda apresenta está em processo de ocupação, já que muitos lotes ainda estão vazios. Esse fato pode ser visto como positivo, se pensado como uma oportunidade de implementar uma arborização adequada ao ambiente, sendo estabelecido assim critérios com relação à construção de calçadas pelos novos moradores.

Destaca-se que as espécies arbóreas mais encontradas no loteamento foram: o ipê amarelo do cerrado (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore), o murici (*Byrsonima stipulacea* A. Juss.) e a lixeira (*Curatella americana* L.). Todas são espécies nativas da savana amazônica e que representaram

juntas 38% de toda população arbórea registrada na área, tal fato pode ser entendido como um ponto positivo para melhor adaptação desses indivíduos nas áreas verdes do local.

Contudo, o município de Macapá (AP) sofre um processo de expansão territorial sem o planejamento adequado, sendo que a arborização fica a cargo dos moradores, que muitas vezes selecionam árvores inapropriadas (Soares et al., 2021), o que pode ser observado na visita *in loco* no loteamento Terra Nova Amapá, onde foi possível identificar árvores em conflitos com a fiação elétrica, estrutura de calçadas e residências (Figuras 5A e 5B).

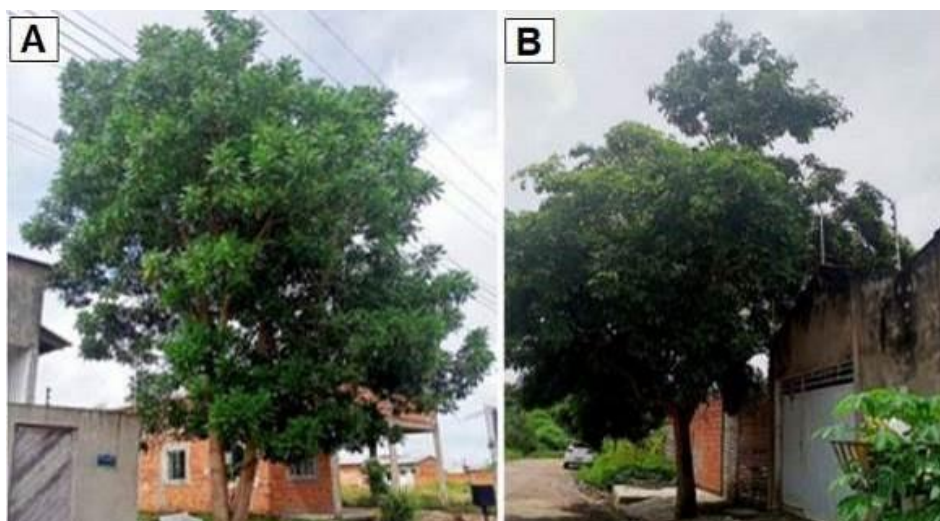


Figura 5. Árvores em conflito com equipamentos urbanos
Fonte: Autoria própria (2023)

Árvores de grande porte sob o ponto de vista benéfico, proporcionam mais sombra devido às características das espécies, como a folhagem densa e perene, que controlam a radiação através da umidade que é liberada através de suas folhas. Além disso, são mais eficientes no controle e minimização dos efeitos climáticos (Oliveira et al., 2013). Entretanto, Cemig (2011) aponta que deve-se evitar seu uso próximo a sistemas elétricos, e utilizar espécies que não necessitem de podas ou não ofereçam riscos a pessoas e ao patrimônio.

Baseado na metodologia utilizada por Leme et al. (2021) para verificar as árvores em conflitos com a rede elétrica, foi analisado se os galhos das árvores em contato com os fios permitiriam ou não a trajetória normal da fiação elétrica. Deste modo, constatou-se que a árvore da Figura 5A apresenta forte conflito com a fiação elétrica.

Por mais que este conflito possa estar relacionado ao porte e ao tamanho da copa, a falta

de manejo adequado pode acarretar sérios danos aos moradores (Jerônimo et al., 2021).

Segundo Guizzo e Jasper (2005) espécies de grande porte acabam sofrendo danos na tentativa de conter o avanço dos galhos e ramos. De acordo com Serva et al. (2022), as redes de distribuição de energia elétrica são umas das relações mais conflitantes com elementos estruturais, e afetam a população, pois podem gerar uma interrupção no abastecimento de energia elétrica, bem como se tornar um risco para os profissionais que precisam realizar a manutenção dos indivíduos arbóreos.

Szabo et al. (2017) explicam que a implantação de espécies arbóreas sem um estudo prévio de suas características, podem acarretar situações inconvenientes, como diversos conflitos com o meio físico, o que pode ser observado nas Figuras 5A e 5B, onde a copa da árvore está em conflito com a fiação elétrica e a cerca elétrica da residência, respectivamente.

Observou-se uma falta de preocupação

dos possíveis conflitos com a infraestrutura urbana, que podem ser gerados com o uso de espécies incompatíveis ao ambiente, o que está de acordo com a hipótese descrita por Alves et al. (2023), em seu estudo sobre a arborização em cidades brasileiras.

Deste modo, o porte das espécies arbóreas é de grande importância para a adequação dos indivíduos dentro dos espaços urbanos, portanto, a escolha correta das espécies é essencial (Jerônimo et al., 2021).

A árvore da Figura 6 está inserida em local inapropriado e apresenta conflito com o poste de energia elétrica. Pela forma como está introduzida, supõe-se que esta espécie tenha crescido naturalmente no ambiente, sem intervenção da população e supervisão da administração do loteamento.



Figura 6. Árvore em conflito com poste de energia
Fonte: Autoria própria (2023)

Teixeira et al. (2009) apontam a necessidade de se respeitar o espaço físico, pois a arborização precisa ser administrada e planejada, para que cumpram suas funções de forma harmoniosa e evitem danos futuros. Ademais, as árvores devem manter um distanciamento em relação aos postes de energia, para evitar-se a obstrução da iluminação (Alves et al., 2019).

Como as árvores da Figura 6 aparentam estar em processo de crescimento, o recomendado seria a retirada desses indivíduos do local, uma vez que ainda não se sabe as características dessas espécies, como o porte e o desenvolvimento das raízes.

Nota-se ainda que a árvore foi plantada no meio de uma calçada que ainda não foi cimentada, e fica à frente de um lote vazio. Isso futuramente criará problemas com a mobilidade urbana, por

dificultar a passagem dos pedestres devido ao tamanho da árvore. Além disso, este indivíduo arbóreo pode sofrer algum dano quando a calçada for pavimentada.

Outrossim, compreende-se que a falta do planejamento urbano no espaço, quanto à questão da arborização, poderá afetar os moradores do loteamento Terra Noval Amapá em breve. Seria importante que a administração do local evitasse plantios indevidos, a fim de minimizar os conflitos.

A Figura 7 apresenta 1 muda de mangueira, árvore frutífera que é inadequada para uso de arborização de calçadas e vias, e que aparenta ter sido plantada pelos moradores locais.



Figura 7. Mangueira plantada em calçada
Fonte: Autoria própria (2023)

A Figura 8 apresenta 1 muda de mangueira plantada próxima demais ao meio fio, inserida em uma calçada ainda não cimentada.



Figura 8. Mangueira plantada em calçada
Fonte: Autoria própria (2023)

Destaca-se que a mangueira é um árvore exótica, com porte incompatível para arborização de vias onde há pouco espaço nas calçadas e redes de fiação elétrica, já que tende a ter uma copa frondosa que proporciona sombra abundante (Barreiros et al., 2023; Pinheiro et al., 2024; Soares et al., 2022). Espécies exóticas são organismos que ocorrem fora de sua área de distribuição natural, segundo citam Santos et al. (2022).

Lobato et al. (2021) afirmam que escolhas inadequadas de espécies podem causar danos nas vias, dificultando a locomoção de pedestre.

Observou-se que esta muda de mangueira foi plantada próxima demais ao meio fio, inserida em uma calçada não cimentada, e que pode vir a desenvolver problemas com a estrutura urbana, principalmente com o meio fio e a rua, devido ao crescimento das raízes e diâmetro do fuste. A maneira mais eficaz de evitar danos ocasionados por raízes de uma árvore é a adequação de um espaço para o seu desenvolvimento, como as calçadas verdes (Jerônimo et al., 2021).

Além desses conflitos, as mangueiras também oferecem incômodos com a queda dos frutos, pois, o impacto dos grandes frutos causa danos aos pedestres, carros e outros objetos presentes nas calçadas. Os frutos grandes também podem estimular o consumo e predação pela população local, danificando a estrutura da árvore (Guizzo & Jasper, 2005).

Ademais, a introdução de espécies exóticas, como as mangueiras, é uma prática comum na implantação da arborização urbana, apesar de que pode acarretar o desequilíbrio do ecossistema, pois ao se tornar um indivíduo invasor, compete com as espécies nativas da região (Alves et al. 2023).

Felippe et al. (2023) afirmam que as espécies exóticas produzem alterações nos processos ecológicos, composição e riqueza de espécies, tendendo a se tornarem dominantes. As folhas da mangueira tendem a liberar uma substância que pode interferir em espécies de plantas ao redor (Pinheiro et al., 2024).

Deste modo, essas espécies arbóreas exóticas devem ser evitadas.

Nesse contexto, é importante avaliar o plantio de espécies exóticas, que é muito presente na arborização de cidades brasileiras. Cirilo da Silva et al. (2024) destacam que esse fato é consequência do desconhecimento acerca do potencial arbóreo de espécies nativas, além de evidenciar a falta de planejamento urbano quanto à arborização.

A Figura 9 apresenta um caso em que os

moradores plantaram mais de 1 indivíduo nas calçadas em frente a sua residência.



Figura 9. Conjunto de árvores em frente à residência

Fonte: Autoria própria (2023)

Nota-se além das árvores, plantas ornamentais presentes na calçada da residência. Esse caso apresenta conflitos quanto ao espaço disponível para a passagem dos pedestres, devido a quantidade de indivíduos arbóreos.

Além disso, uma das árvores foi plantada muito próximo ao poste de energia elétrica, o que pode acarretar problemas futuros.

Visando o desenvolvimento da copa das árvores, devem ser considerados o espaçamento disponível entre os indivíduos e as características do local a serem plantadas. O recomendado para o espaçamento mínimo, é de 5 metros para árvores de pequeno porte, 6 metros para médio porte e 8 metros para árvores de grande porte (Prefeitura de Niterói, 2021).

A Figura 10 apresenta um caso semelhante ao anterior, em que os moradores plantaram 3 indivíduos distintos nas calçadas em frente a sua residência.



Figura 10. Conjunto de árvores plantados em via pública em frente à residência

Fonte: Autoria própria (2023)

Estas espécies arbóreas não apresentam características conflitantes com o meio urbano, como pela exposição das raízes ou diâmetro do tronco, além disso, também não estão próximas à rede de fiação elétrica.

No entanto, observou-se que o tamanho da copa pode dificultar a passagem dos pedestres pelo espaço disponível, pois todos os indivíduos possuem baixa estatura, inclusive os demonstrados na Figura 9.

Para Alves et al. (2023), é preciso reconhecer a arborização como componente da infraestrutura e ressaltar a importância do seu planejamento.

Destaca-se que a quantidade total de indivíduos mapeados no loteamento Terra Nova Amapá se mostrou abaixo do adequado, visto que a média foi de apenas 6 indivíduos por via (Barreiros et al., 2023). As mudas arbóreas constituem atualmente grande parte dos indivíduos mapeados. Ou seja, a quantidade de árvores adultas, de médio a grande porte, que produzem sombreamento e todos os benefícios da arborização urbana, ainda não é suficiente (Barreiros et al., 2023).

Em contrapartida, observou-se que a arborização urbana não é um elemento obrigatório no planejamento do loteamento Terra Nova Amapá, o que possibilitou o aparecimento de problemas estruturais e conflitos com indivíduos arbóreos plantados pelos moradores sem a devida atenção.

Em suma, a desinformação e a falta de planejamento fazem com que a população selecione espécies arbóreas não recomendadas e as introduza em locais inapropriados, gerando conflitos (Pinheiro et al., 2021).

Deste modo, conflitos com os fios elétricos e calçamento mostram a precariedade na arborização do município de Macapá, principalmente pelo plantio de árvores inadequadas e em locais não indicados (Soares et al., 2022), fato também observado no loteamento Terra Nova Amapá.

Assim, considera-se que a avaliação correlacionada aos possíveis conflitos demonstram que o loteamento Terra Nova Amapá não realizou um planejamento adequado para a arborização, o que corrobora com a pesquisa realizada por Lobato et al. (2021) no bairro Pantanal, localizado no município de Macapá (AP), que afirmam que a falta de planejamento é um empecilho para um bom desenvolvimento local.

Portanto, sugere-se que a gerência do local tome medidas cabíveis ao analisar a situação

dos conflitos potenciais e já existentes na estrutura urbana do loteamento, de modo a adotar estratégias que possibilitem um planejamento arbóreo mais adequado. Evidencia-se o fato de que os conflitos observados possam ser minimizados com a gestão adequada das espécies arbóreas presentes no local.

Em síntese, a avaliação e o monitoramento constante das árvores são imprescindíveis para garantir uma arborização urbana adequada e segura para o local (Pinheiro et al., 2024), com atenção voltada a reduzir as iniciativas pontuais dos moradores, sem o devido conhecimento técnico de plantio arbóreo.

Conclusões

A análise temporal permitiu observar que não houve mudanças significativas quanto à implementação da arborização de calçadas, áreas verdes e área de recreação no intervalo de 6 anos, de 2017 a 2022.

Por meio das imagens de satélite, foi possível observar que o loteamento, que foi liberado para construção em 2013 e só foi delimitado 3 anos depois, se apresenta ainda em processo de ocupação e precisa de uma melhor delimitação das calçadas e uma arborização adequada, tendo em vista que novos critérios estão sendo estabelecidos entre os novos moradores da área.

Em relação aos conflitos urbanos, notou-se que algumas árvores adultas já apresentam algum tipo de conflito, tais como, com: fiação elétrica, residência, postes e calçadas, ocasionado especialmente pelo uso de espécies inadequadas e/ou pelo plantio em áreas de calçada, comprometendo assim a estrutura de vias, o espaço para locomoção dos pedestres e o muro de casas.

Verificou-se também, a presença de indivíduos que cresceram naturalmente em áreas de calçada não cimentadas, oferecendo futuros riscos aos postes de energia elétrica e toda a estrutura urbana.

Este estudo mostra que o loteamento não apresentou indícios de um planejamento urbano que leve em consideração a arborização. Todavia, considera-se que o local tem potencial para implementar um plano de arborização urbana, já que o loteamento ainda está em processo de ocupação, com muitos lotes vazios, apresentando possibilidade de se recomendar e/ou planejar a arborização de forma adequada.

O ideal seria a introdução, de forma

planejada, de espécies variadas e nativas adequadas ao ambiente, sendo algumas frutíferas.

Ademais, evidencia-se que a gestão adequada com monitoramento arbóreo pela administração do loteamento Terra Nova Amapá, possibilitará a minimização dos conflitos.

Referências

- Albertin, E. M., Silva F. F., Angeoletto, F. H. S., Vieira, J. V., & Angelis, B. L. D. (2019). Avaliação da arborização do acompanhamento viário na região central de Maringá (PR). *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 12(4), 1333-1351. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n4p1333-1351>
- Alves, L. P., Costa, J. A. S., & Costa, C. B. N. (2023). Arborização urbana dominada por espécies exóticas em um país megadiverso: falta de planejamento ou desconhecimento?. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 16(03), 1304-1375. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.3.p1304-1375>
- Alves, E. R. de, Gavião, R. N. M., Oliveira, G. L. de, Nogueira, Y. S., & Abreu, L. P. de. (2019). Análise quali-quantitativa da arborização da avenida Getúlio Vargas em Formosa do Rio Preto, Bahia. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 14(3), 68-80. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v14i3.66772>
- Barreiros, H. C. C., Silva, W. C.; & Valverde, K. C. (2023). Diagnóstico quantitativo da arborização no loteamento Terra Nova Amapá em Macapá, AP, Brasil. In *Biologia em pauta: tópicos atuais em pesquisa* (pp. 1-15). Editora Integrar. <https://doi.org/10.55811/integrar/livros/3765>
- Bendlin, T. K. (2018). Avaliação das áreas verdes dos loteamentos do município de Fraiburgo, SC. [Monografia, Universidade Federal do Paraná]. Repositório Digital da UFPR. <https://hdl.handle.net/1884/58799>
- Castro, H. S., & Dias, T. C. A. C. (2013). Percepção ambiental e arborização urbana em Macapá, Amapá. *Biota Amazônia*, 3(3), 34-44. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n3p34-44>
- Cavalcante, A. (2021). Dicionário socioambiental do Amapá (2ª ed.). https://www.mpap.mp.br/images/ASCOM/Dicionario_Socioambiental-2Ed.pdf
- Celis, A. M., & Cárdenas, J. W. (2020). A influência da arborização no clima equatorial úmido. Estudo de caso: Avenida Leopoldo Machado. *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, 18(1), 1-8. <https://doi.org/10.46421/entac.v18i.816>
- Cemig. Companhia Energética de Minas Gerais. (2011). Manual de arborização. <https://www.cemig.com.br/atendimento/normas-tecnicas-anexos/>
- Cirilo da Silva, J. H., Nunes Victor, A. R., de Souza Mendes, R. M., & Edson-Chaves, B. (2024). Arborização e paisagismo das praças públicas e parques duas cidades do Vale do Jaguaribe, Ceará, Brasil. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 17(4), 2711-2735. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.4.p2711-2735>
- Costa, G. de M., Costa, T. M. da, Olivo Neto, A. M., Bampi, A. C., Campos, D. V. de S. (2018). Arborização urbana: percepção dos moradores e análise de regiões críticas de calor e umidade, Cáceres-MT. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 9(1), 265-272. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.001.0019>
- Costa, J. A., Silva Filho, D., & Polizel, J. L. (2019). Uso de imagens de alta resolução para avaliação de áreas verdes na cidade de São Paulo, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 7(1), 159-181. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v7i1.66552>
- Duarte, T. E. P. N., Angeoletto, F., Santos, J. W. M. C., Bohrer, J. F. C., & Massad, L. (2018). Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(1), 327-341. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n1p327-341>
- Felippe, B. M., Bolzan, M. R., Eugenio, F. C., & Bobrowski, R. (2022). Análises diretas para o processo de gestão da arborização de calçadas em São Pedro do Sul, RS. *Ciência Florestal*, 32(4), 2035-2056. <https://doi.org/10.5902/1980509866158>
- Guizzo, D. J., & Jasper, A. (2005). Levantamento das espécies arbóreas dos passeios das vias públicas do bairro americano de Lajeado – RS, com indicação de solução de problemas já existentes. *Pesquisas, Série Botânica*, (56), 185-208. https://www.researchgate.net/publication/233853919_Levantamento_das_especies_arboreas_dos_passeios_das_vias_publicas_do_Bairro_Americano_de_Lajeado_-_RS_com_indicacao_de_solucao_de_problemas_ja_existentes
- Hernandez, J. A. Z. (2020). Mapeamento da arborização de calçadas nas vias públicas de

- Ponta Grossa-PR com uso de sensoriamento remoto. [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa]. Repositório Digital da UEPG. <http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/3081>
- Jerônimo, F. F., Gomes, S. E. M., Quirino, Z. G. M., Silva, M. A. C. da, & Carneiro, J. F. (2021). Análise espacial dos conflitos da arborização urbana da cidade de rio Tinto – PB. *Research, Society and Development*, 10(5), e9310514571. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14571>
- Leme, G. J., Bovo, M. C., & Colavite, A. P. (2021). Diagnóstico quali-quantitativo da arborização viária de Campo Mourão, Paraná. *Geografia*, 30(2), 233-253. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2021v30n2p233>
- Lima, D. da S., Santos, G. A., Silva, F. V. da, Gomes, J. M., Santos, D. P., Angelo, D. H., Costa, N. S. L., Raabe, J., Carneiro, F. da S., Amorim, M. B., & Pinheiro, K. A. O. (2022). Analysis of road afforestation in the riverside neighborhood of the city of Imperatriz-MA. *Research, Society and Development*, 11(4), e20011422599. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.22599>
- Lima Neto, E. M. (2011). Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná]. Repositório Digital da UFPR. https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPR_d5364beb0efad1066e8f8a010396b58c
- Lobato, F. dos S., Mira, A. P., Barbosa, B. R. de S., Magalhães, A. P. de, Souza, R. T. de, & Silva, B. M. da S. (2021). Diagnóstico quali-quantitativo da arborização urbana do bairro Pantanal do município de Macapá-AP. *Nativa*, 9(1), 76-85. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i1.10187>
- Lomba, R. M.; Silva, E. A. C. da. (2022). Renda e propriedade privada da terra: uma leitura sobre a regularização fundiária no estado do Amapá – Brasil. *Geo UERJ*, (40), e64990. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2022.64990>
- Mendes, C. A. S., Mohler, K. C., Zanon, I., & Madureira, E. M. P. (2022). Arborização urbana: áreas verdes como indicadores de qualidade de vida. In 2º City Farm Fag. <https://cityfarm.fag.edu.br/assets/documentos/anais/2022/Karine%20Cristina%20Mohler.pdf>
- Mesquita, J., Gomes, M., & Covre, T. (2013). Cartilha para arborização urbana para Macapá – AP. 2013. <https://www2.unifap.br/arquitetura/files/2020/07/Furtado-et-al.-2013-Um-lugar-a-sombra-plano-de-arborizacao-para-Aveni-2.pdf>
- Monteiro, M. M. G. (2015). Caracterização da floresta urbana de Curitiba-PR por meio de sensoriamento remoto de alta resolução espacial. [Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná]. Repositório Digital da UFPR. <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/37838/R%20-%20T%20-%20MAYSSA%20MASCARENHAS%20GRISE%20MONTEIRO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Morais, T. O., Bastos, A. B., Silva, R. M. A., & Brito, D. M. C. (2018). Expansão urbana de Macapá, no Amapá: o caso da zona norte. *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas*, (10), 91-101. <http://dx.doi.org/10.18468/planetaamazonia.2018n10.p91-101>
- Mustin, K., Carvalho, W. D., Hilário, R. R., Costa-Neto, S. V., Silva, C., Vasconcelos, I. M., Castro, I. J., Eilers, V., Kauano, É. E., Mendes-Junior, R. N. G., Funi, C., Fearnside, P. M., Silva, J. M. C., Euler, A. M. C., & Toledo, J. J. (2017). Biodiversity, threats and conservation challenges in the Cerrado of Amapá, an Amazonian savanna. *Nature Conservation*, 22, 107-127. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.22.13823>
- Nascimento, M. da C. D., & Chaves, S. V. V. (2023). Perfil dos estudos sobre arborização urbana e planejamento: revisão da literatura. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 18(1), 1-18. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v18i1.87690>
- Oliveira, J. C. S., Gonçalves, T. S., Monteiro, P. R., Saraiva, I. O., & Vasconcelos, H. C. G. (2012). Ocorrência de *Achatina fulica* (MOLLUSCA: PULMONATA: ACHATINIDAE) em três bairros da cidade de Macapá, Amapá. *Biota Amazônia*, 2(2), 78-81. <http://periodicos.unifap.br/index.php/biota>
- Oliveira, H. M. de, Querino, J. K., Vale Alves, P., Pagani, C. H., & Querino, C. A. (2023). Avaliação dos efeitos da arborização nas variáveis de temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Manicoré, Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 32(19), 292-310. <https://doi.org/10.55761/abclima.v32i19.16453>
- Pinheiro, M. G., Dias de Oliveira, S., Castro Mendes de Oliveira, R., Moraes de Sá

- Azevedo, M. D., Maria de Souza Mende, R., & Edson-Chaves, B. (2024). Caracterização florística e análise quali-quantitativa da arborização em praças do município de Iguatu, CE. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 17(2), 758–784. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.2.p758-784>
- Pinheiro, R. T., Marcelino, D. G., & Moura, D. R. de. (2021). Conflitos entre a rede elétrica e a arborização das ruas das quadras residenciais de Palmas, Tocantins. *Revista Brasileira de Meio Ambiente & Sustentabilidade*, 1(7), 84-97. <https://rbmaes.emnuvens.com.br/revista/article/view/157>
- Prefeitura de Niterói. (2021). Guia de arborização. https://urbanismo.niteroi.rj.gov.br/anexos/Legislacao/C3%A7%C3%B5es_p%C3%A1gina/Meio%20Ambiente/Cartilha%20de%20Arborizacao/C3%A7%C3%A3o.pdf
- Resolução CONAMA nº. 369, de 28 de março de 2006. (2006). Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. *Diário Oficial da União*. http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=480
- Ribeiro, F. A. B. S. (2009). Arborização urbana em Uberlândia: percepção da população. *Revista da Católica*, 1(1), 224-237. <https://docplayer.com.br/7828719-Arborizacao-urbana-em-uberlandia-percepcao-da-populacao.html>
- Santos, R. V., Sabino, T. A. G., Santos, E. R. C. & Amaral, M. D. B. (2020). De Macapá e Santana a Macapá-Santana: reflexões sobre a produção do espaço no aglomerado urbano da amazônia setentrional amapaense. In W. de O. Ribeiro, A. de P. de M. dos S. Brasil, F. E. V. Costa (Orgs.), *Cidades amazônicas: formas, processos e dinâmicas recentes na região de influência de Belém*, (pp. 64-88). Editora da Universidade do Estado do Pará-Eduapa. <https://doi.org/10.31792/978-65-88106-17-4>
- Santos, R. V. (2016). (Re)estruturação e formação do aglomerado urbano de Macapá e Santana na amazônia setentrional amapaense. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amapá]. Repositório Digital da UNIFAP. <http://repositorio.unifap.br:80/jspui/handle/123456789/296>
- Santos, T. A., Nascimento, F. S. O. do, Santos, A. F. P., Sampaio, R. S., Milani, J. E. F. (2022). Ocorrência e distribuição espacial de espécies arbóreas invasoras utilizadas na arborização urbana, no Centro-Oeste do Brasil. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, 13(6), 51-62. <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.006.0005>
- Serva, G. J. P., Santos, K. O. S. dos, & Correia, L. S. (2022). Conflitos entre a Rede Elétrica e a Arborização de Brasília. In Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, CONTECC. <https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc%202022/Civil/CONFLITOS%20ENTRE%20A%20REDE%20EL%C3%89TRICA%20E%20A%20ARBORIZA%C3%87%C3%83O%20DE%20BRAS%C3%8DLIA.pdf>
- Silva, J. H. C. da, Mendes, R. M. de S., Paixão, G. C., & Chaves, B. E. (2022). Perfil florístico da arborização urbana nos municípios cearenses. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(7), 3982-4002. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.7.p3982-4002>
- Soares, A. C. S., Santos, J. C. dos, Amaral, S. da S., Cruz, Í. V. R., Costa Neto, W. V. da, Costa, J. V. T. A, Cantuária, P. de C., & Silva, B. M. da S. (2022). Levantamento de espécies vegetais da flora arbórea urbana e os conflitos com equipamentos públicos em Macapá-Amapá. *Research, Society and Development*, 11(3), p. e35711326597. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26597>
- Soares, A. C. S., Santos, J. C. dos, Amaral, S. da S., Cruz, Í. V. R., Costa Neto, W. V. da, Pereira, A. R. dos S., Almeida, S. S. M. da S. de, Cantuária, P. de C., & Silva, B. M. da S. (2021). Hemiparasitos e suas relações com a arborização urbana no município de Macapá, Amapá, Brasil. *Research, Society and Development*, 10(13), p. e485101321240. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21240>
- Szabo, M. S., Ferronato, M. L., Silva, S. S., & Alves, V. K. C. S. (2017). Acessibilidade na arborização urbana na região central comercial de Pato Branco - PR. *Revista Técnico-Científica do Crea-PR*, (6), 1-14. <https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/238>
- Teixeira, I. F., Santos, N. R. Z., & Balest, S. S. (2009). Percepção ambiental dos moradores de três loteamentos particulares em Santa Maria (RS) quanto a arborização de vias públicas. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 4(1), 58-78. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v4i1.66271>
- Vianna, H. D., Jacobi, U. S. (2018). Espécies

nativas para arborização urbana de municípios
da planície costeira do extremo sul do Brasil.
Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias,

3(2), 1-30.
[https://doi.org/10.21575/25254790rmmmaa2018
vol3n2621](https://doi.org/10.21575/25254790rmmmaa2018vol3n2621)