

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS – UFPEL
Centro de Engenharias
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
Mestrado em Ciências Ambientais



**Metodologia para planejamento e gestão da arborização urbana: Estudo de
Caso Av. Rio Grande do Balneário Cassino, Rio Grande- RS**

Silvia Simões Adornes

**Pelotas
2021**

Silvia Simões Adornes

**Metodologia para planejamento e gestão da arborização urbana: Estudo de
Caso Av. Rio Grande do Balneário Cassino, Rio Grande- RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Centro de Engenharias da Universidade federal de Pelotas – UFPEL, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Diuliana Leandro

Pelotas

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A241m Adornes, Silvia Simões

Metodologia para planejamento e gestão da arborização urbana : estudo de caso Av. Rio Grande do Balneário Cassino, Rio Grande- RS / Silvia Simões Adornes ; Diuliana Leandro, orientadora. — Pelotas, 2021.

99 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação Profissional em Administração Pública em Rede Nacional, Centro de Ciências Socio-Organizacionais, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Arborização urbana. 2. Geoprocessamento. 3. Cadastro. I. Leandro, Diuliana, orient. II. Título.

RESUMO

A arborização contribui de modo considerável para o melhoramento no conforto urbano, fazendo parte de apreciação, além de apresentar características paisagísticas, como referencial de orientação e identificação, o provimento de frutos e flores, além de proporcionar no ambiente urbano o contato entre o homem e a natureza (PORTO; BRASIL, 2013). O presente estudo teve como objetivo realizar um inventário quantitativo da arborização urbana para orientar e auxiliar os gestores municipais no planejamento e manejo da arborização urbana na Av. Rio Grande, no Balneário Cassino, localizado no Município do Rio Grande- RS. No intuito de avançar em seus propósitos, este estudo foi desenvolvido com a elaboração de um cadastro, denominado “temático”. Este cadastro foi produzido a partir de informação do Cadastro Técnico Multifinalitário da Prefeitura Municipal do Rio Grande. Os dados como as ortofotos possibilitam a definição de cada árvore na área de estudo, assim como uma identificação da espécie e do estágio de desenvolvimento. Parte dos dados espaciais foram cedidos pela Prefeitura Municipal do Rio Grande, dentro do Projeto Sistemas de Inteligência Territorial e suas Aplicações em Cadastros Multifinalitários: Estudo de Caso no Município do Rio Grande, uma cooperação entre Prefeitura Municipal do Rio Grande, FURG, IFSul e UFPEL. As informações da Secretaria de Município do Cassino em conjunto com dados coletados *in loco*, sobre cada árvore, com os dados espaciais, possibilitou a delimitação necessária para a implementação do cadastro técnico temático da arborização urbana através do Sistema de Informação Geográfica, com o programa com código aberto QGIS. Essa base de dados georreferenciada possibilitou o entendimento da distribuição espacial dessas árvores, permitiu entender e visualizar quais espécies fazem parte do cenário urbano e suas interações com o ambiente antrópico. Além de se implantar o processo de monitoramento das atividades de poda e supressão dentro dessa região e a geração de mapas temáticos que servirão de subsídio para a gestão pública na tomada de decisão. Esta pesquisa serviu para valorar o Cadastro Técnico Multifinalitário adquirido pelo poder público e servirá nas atividades da Secretaria de Município do Cassino como ferramenta de planejamento e gestão ambiental.

Palavras-chave: arborização urbana; geoprocessamento; cadastro técnico multifinalitário

ABSTRACT

Afforestation contributes considerably to the improvement of urban comfort, being part of the appreciation, in addition to presenting landscape characteristics, as a reference for orientation and identification, the provision of fruits and flowers, in addition to providing contact in the urban environment between man and nature (PORTO; BRASIL, 2013). This study aimed to carry out a quantitative inventory of urban afforestation to guide and assist municipal managers in the planning and management of urban afforestation on Av. Rio Grande, in Balneário Cassino, located in the municipality of Rio Grande-RS. In order to advance in its purposes, this study was developed with the elaboration of a register, called "thematic". This register was produced from information from the Multipurpose Technical Register of the Municipality of Rio Grande. Data such as orthophotos enable the definition of each tree in the study area, as well as an identification of the species and stage of development. Part of the spatial data was provided by the Municipality of Rio Grande, within the Project Territorial Intelligence Systems and their Applications in Multipurpose Registers: Case Study in the Municipality of Rio Grande, a cooperation between the Municipality of Rio Grande, FURG, IFSul and UFPEL. The information from the Municipality of the Casino together with data collected in loco, about each tree, with the spatial data, made possible the necessary delimitation for the implementation of the thematic technical register of urban afforestation through the Geographical Information System, with the program with open source QGIS. This georeferenced database made it possible to understand the spatial distribution of these trees, allowing us to understand and visualize which species are part of the urban scenario and their interactions with the anthropic environment. In addition to implementing the monitoring process of pruning and suppression activities within this region and the generation of thematic maps that will serve as a subsidy for public management in decision-making. This research served to value the Multipurpose Technical Register acquired by the government and will serve in the activities of the Municipality Secretariat of Casino as a planning and environmental management tool.

Keywords: urban afforestation; geoprocessing; multi-purpose technical register

Sumário

1	Introdução	8
2	Objetivos	11
3	Desenvolvimento	11
3.1	Referencial Teórico	11
3.1.1	Gestão da Arborização Urbana Municipal	13
3.1.2	Planejamento Ambiental	14
3.1.3	Geotecnologias aplicadas à gestão da arborização urbana	16
3.1.3.1	Sensoriamento Remoto (SR)	16
3.1.3.2	Sistema de Informação Geográfica (SIG)	17
3.1.3.3	Sistemas de Informação Territorial (SIT)	19
3.1.3.4	Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM)	20
3.1.3.5	Cartografia Temática	22
3.1.3.6	Cidades Inteligentes	23
3.1.3.7	Panorama mundial de mapeamento de arborização urbana	24
4	Material e Métodos	28
5	Resultados e Discussão	39
5.1	Normativas e leis para gestão da arborização urbana do município de Rio Grande	40
5.1.1	Legislação Federal	40
5.1.2	Legislação Estadual	40
5.1.3	Legislação Municipal	40
5.2	Gestão da arborização urbana com dados georreferenciados	42
5.2.1	Identificação das espécies arbóreas.....	42
5.2.2	Caracterização dos indivíduos arbóreos.....	49
5.2.3	Estados fitossanitários dos indivíduos arbóreos	55
5.2.4	Identificação e quantificação dos conflitos da arborização com os elementos urbanos.....	57
5.3	Subsídio para a gestão da arborização urbana	75
5.4	Comparação com o mapeamento automático a partir da varredura aérea a laser (ALS)	81

6	Considerações finais.....	83
	Referências	84

Lista de Figuras

Figura 1 – Ícones do cadastro do <i>Open Green Map</i>	23
Figura 2 – Mapa com quantidades individuais de árvores por região.	24
Figura 3 – Mapa com representação de falta de informações sobre arborização.	25
Figura 4 – Mapa delimitação da arborização urbana no Sistema GeoSampa Mapa.	25
Figura 5 – Mapa de visualização de espécies arbóreas protegidas no Rio de Janeiro.	26
Figura 6 – Esquema da metodologia do estudo.	28
Figura 7 – Mapa do Balneário Cassino com ênfase na área a ser inventariada.	30
Figura 8 – Imagem aérea da quadra inventariada em estudo de caso.	31
Figura 9 – Modelo do Boletim Informações Cadastrais de Arborização (BIC).	32
Figura 10 – Organograma do Boletim de Informações Cadastrais (BIC).	34
Figura 11 – Classificação de indivíduos arbóreos com relação ao porte.	35
Figura 12 – Fluxo de atividades.	36
Figura 13 – Croqui e imagens do software Google Earth.	38
Figura 14 – Mapa arborização Av. Rio Grande utilizando ortofoto.	45
Figura 15 – Gráfico do quantitativo das espécies inventariadas na Av. Rio Grande.	47
Figura 16 – Mapa arborização Av. Rio Grande de identificação dos indivíduos arbóreos.	48
Figura 17 – Gráfico do quantitativo do porte das árvores inventariadas na Av. Rio Grande.	49
Figura 18 – Gráfico quantitativo das árvores inventariadas na Av. Rio Grande quanto a proteção legal.	50
Figura 19 – Figueira inventariada na Av. Rio Grande, Balneário Cassino.	50
Figura 20 – Mapa arborização Av. Rio Grande quanto a proteção legal.	51
Figura 21 – Gráfico quantitativo das árvores inventariadas na Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto a origem.	53
Figura 22 – Mapa arborização Av. Rio Grande quanto a origem.	54

Figura 23 – Gráfico quantitativo das árvores inventariadas na Av. Rio Grande quanto ao estado fitossanitário.....	55
Figura 24 – Mapa arborização Av. Rio Grande quanto ao estado fitossanitário.....	56
Figura 25 – Gráfico quantitativo das árvores inventariadas na Av. Rio Grande quanto aos conflitos com o ambiente urbano.....	57
Figura 26 – Observação de exemplos de conflitos da arborização e a rede elétrica.....	59
Figura 27 – Mapa arborização Av. Rio Grande quanto aos conflitos com a rede elétrica.....	60
Figura 28 – Observação de exemplos de conflitos da arborização e a drenagem pluvial.....	61
Figura 29 – Mapa arborização Av. Rio Grande quanto aos conflitos com a drenagem pluvial.....	62
Figura 30 – Observação de exemplos de conflitos da arborização e a sinalização...	63
Figura 31 – Mapa arborização Av. Rio Grande quanto aos conflitos com placas de sinalização.....	64
Figura 32 – Observação de exemplos de conflitos da arborização e o passeio público.....	66
Figura 33 – Mapa arborização Av. Rio Grande quanto aos conflitos com o passeio público.....	67
Figura 34 – Observação de exemplos de conflitos da arborização e as edificações.....	69
Figura 35 – Mapa arborização Av. Rio Grande quanto aos conflitos com edificações.....	70
Figura 36 – Observação de exemplos de conflitos da arborização e o ambiente urbano.....	71
Figura 37 – Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto outros conflitos.....	72
Figura 38 – Observação dos exemplos de conflitos da arborização com nidificações.....	73
Figura 39 – Mapa arborização Av. Rio Grande quanto aos conflitos com nidificações.....	74
Figura 40 – Quadra 68 da Av. Rio Grande discriminados os indivíduos arbóreos e os conflitos.....	77

Figura 41 – Quadra 60 com a identificação dos indivíduos arbóreos e a localização específica de cada espécie.....	79
Figura 42 – Quadra 60 com a identificação dos indivíduos arbóreos e a localização específica de cada espécie.....	80
Figura 43 – Mapeamento dos indivíduos arbóreos realizado pelo LGEA x mapeamento empresa contratada.....	82

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Relação normativas e leis gestão arborização urbana.....	41
Tabela 2 – Relação das espécies inventariadas na Av. Rio Grande.....	40

Lista de Abreviaturas e Siglas

BIC	Boletim de Informação Cadastral
CTM	Cadastro Territorial Multifinalitário
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GSD	<i>Ground Sample Distance</i>
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIT	Sistema de Informações Territorial
SMC	Secretaria de Município do Cassino
SMMA	Secretaria de Município do Meio Ambiente
SR	Sensoriamento Remoto

1 Introdução

Com o crescimento dos municípios brasileiros, representado pelo processo de urbanização e, por consequência a expansão desenfreada nos diversos segmentos geridos pelos mesmos, há cada vez mais a exigência de que os serviços públicos sejam eficazes e capazes de atender as diferentes demandas, principalmente no que compete as questões políticas, técnicas ou de planejamento urbanístico. Especialmente no que se refere ao planejamento e a gestão da arborização urbana, é verificado a insuficiência de métodos e procedimentos para o adequado manejo, bem como, muitas vezes, o descuido por parte dos órgãos competentes por esta.

De acordo com PORTO & BRASIL (2013) a arborização contribui de modo considerável para a melhora no conforto urbano, fazendo parte de apreciação, além de apresentar características paisagísticas, como referencial de orientação e identificação, o provimento de frutos e flores, além de proporcionar no ambiente urbano o contato entre o homem e a natureza.

Muitos são os benefícios oriundos da arborização adequada que definem melhores condições ambientais aos municípios e seus ambientes urbanos. Estes vão desde as questões do equilíbrio climático, o conforto térmico, as mudanças na velocidade e direção dos ventos, a fixação de gases e poeiras, e ainda, a redução de ruídos, a atração da avifauna e a integração entre a paisagem e a urbanização (ALVAREZ, 2004). Em contrapartida, muitos são também os conflitos identificados neste ambiente pertinentes a insuficiência de planejamento, destacando-se uma série de danos, como aqueles causados aos sistemas de galerias de escoamento pluvial, sanitário e de abastecimento de água, fiações elétricas, postes de iluminação, placas de sinalização de trânsito, encanamentos, calhas, passeio público, muros, bueiros, entre outros. Também é importante a preocupação com a presença de espécies exóticas invasoras no ambiente urbano, tendo em vista que estas avançam sobre as populações locais e ameaça habitats naturais ou seminaturais, produzindo impactos ambientais e/ou econômicos e/ou sociais e/ou culturais (DARRIGRAN, 1997). No caso do Rio Grande do Sul, especialmente aquelas assim consideradas pela Portaria Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura - SEMA nº 79 de 31 de outubro de 2013.

Assim, o planejamento criterioso e o manejo adequado da arborização urbana são de fundamental importância para a harmonia entre os seres humanos e o

ambiente urbano. Em muitas ocasiões é possível perceber as dificuldades nestes dois aspectos em função da falta de diagnóstico sobre as condições ecológicas e a distribuição espacial dessas árvores. A fragilidade e a complexidade desse sistema a ser administrado requerem um planejamento cuidadoso, com os objetivos de aperfeiçoar as funções da arborização e de reduzir custos. A arborização de um município, constituída sem planejamento, pode ocasionar problemas por vezes irreversíveis e, ao invés de um elemento benéfico, passa a representar um foco de conflito com a estrutura urbana (PERIOTTO *et al.*, 2016). Neste sentido, o conhecimento do patrimônio arbóreo se faz necessário, podendo ser obtido por meio de elaboração de inventário. Deste modo, a melhoria dos dados cadastrais de um município é fundamental para a administração e para o desenvolvimento destes. Silva *et al.* (2006) preceitua que os principais aspectos a serem observados para a execução do inventário são a locação da árvore, as características biológicas destas, como espécie, porte, origem e fitossanidade, e também os aspectos do meio físico, como a largura das vias e passeios, a existência de redes de serviços, entre outros.

Uma ferramenta de auxílio na gestão pública que tem se apresentado de maneira eficiente na elaboração do planejamento municipal é Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM). As informações contidas neste cadastro convertem informações coletadas em campo em dados que são individualizados de acordo com o seu propósito, em um catálogo atualizado do território de um município, das diversas porções importantes, disponibilizando um amplo cenário da extensão examinada, em mapas virtuais e reais com seus respectivos memoriais descritivos, oferecendo suporte a decisões sustentáveis em todas as áreas administrativas e ao planejamento de ações necessárias (PADIAL *et al.*, 2018).

Os inventários sobre arborização urbana são de extrema importância para órgãos públicos e prefeituras, uma vez que possibilitam o delineamento de critérios de gestão ambiental. No entanto, estes apresentam grande complexidade de elaboração quando envolvem trabalhosos levantamentos de campo. As ferramentas do geoprocessamento, com o intuito de simplificar o estudo das árvores, suas características e reduzir o tempo de busca, estão permitindo obter resultados mais rápidos e confiáveis, criando possibilidades de exploração e conhecimento científico na análise ambiental.

No município de Rio Grande - RS se observam deficiências quanto à existência e disponibilização de dados referentes ao inventário arbóreo urbano pelo ente municipal, da mesma maneira que são modestas as iniciativas que visem sistematizar o envolvimento dos cidadãos nos processos relacionados à coleta de informações, zeladoria, manejo e ampliação da cobertura vegetal, sendo que, quando existem, aparentam serem ações isoladas, dispersas no ambiente físico, pouco acessível ou com divulgação insuficiente.

Para tanto, este estudo propõe que seja realizado o planejamento, por meio de ferramentas de geotecnologias, com o objetivo de mapear e georreferenciar as informações de cada uma das árvores localizadas na principal Avenida do Balneário Cassino, a Avenida Rio Grande, no Município do Rio Grande. Os dados coletados serão armazenados em um banco de dados e posteriormente compilados para futura manipulação e interpretação de dados espaciais, denominado mapa temático. Com a realização do monitoramento almeja-se uma melhoria no planejamento e execução da arborização urbana do bairro, possibilitando uma maior agilidade para tomada de decisões, dada à rapidez, segurança e confiabilidade dos dados associada à utilização das ferramentas de geoprocessamento.

Com o desenvolvimento deste estudo, onde foram caracterizadas e listadas todas as árvores de maneira clara, objetiva e acurada, haverá o subsídio para a definição de técnicas de manejo adequados, para que as árvores não apresentem conflito e nem comprometam o ambiente urbano, além do fomento na prestação deste serviço pelo ente público, que costuma ter orçamento restrito para este tipo de atividade e elevado custo operacional.

2 Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver uma metodologia de inventário para o planejamento e gestão do manejo da arborização urbana para orientar e auxiliar os gestores municipais utilizando como estudo de caso o Balneário Cassino, localizado no Município do Rio Grande - RS.

2.1 Objetivos específicos

- Identificar as normativas e leis para gestão da arborização urbana do município de Rio Grande;

- Elaborar uma metodologia para gestão da arborização urbana com a utilização de técnicas para a caracterização das questões físicas e fisiológicas dos indivíduos arbóreos.

3 Desenvolvimento

3.1 Referencial Teórico

De acordo com Cavalheiro (1991), para a qualidade de vida nos municípios é incontestável a importância da presença das árvores nas vias públicas, nos parques, praças e jardins, tanto em ambientes públicos como em privados. A arborização urbana está inserida no âmbito da arborização como aquela que está nas vias públicas, nas calçadas, canteiros centrais, rotatórias e trevos de conversão.

Diversos são os benefícios relacionados às árvores urbanas, como a interceptação de água das chuvas, sombreamento ou aplacar ventos e ruídos, muitas vezes atenuando condições danosas geradas pelo próprio ambiente urbano e afetando positivamente a qualidade do ar, microclima, preservação da biodiversidade ou mesmo a paisagem, propiciando o bem-estar coletivo (SÃO PAULO, 2015).

Apesar de, em muitos municípios, a população tomar para si a responsabilidade de realizar plantios e até mesmo podas de árvores nas áreas públicas, é importante salientar que a responsabilidade é das prefeituras municipais, que devem ter leis que tratem especificamente da arborização urbana. Ainda que a incumbência seja das prefeituras, parcerias podem ser feitas entre prestadoras de serviços públicos e privados e também a população deve ser orientada para colaborar nos planos de arborização (BAHIA, 2002).

O planejamento da arborização urbana é indispensável para o desenvolvimento urbano, evitando que traga prejuízos ao ambiente, levando em consideração os diversos benefícios diretos e indiretos que traz ao homem, através da estabilização climática, embelezamento gerado pelo colorido das árvores, da sombra e lazer que fornece às praças, parques, ruas e avenidas das cidades (DANTAS; SOUZA, 2004).

O geoprocessamento é ferramenta indispensável em projetos na área ambiental. As grandes áreas abrangidas por estes, fazem desse uso como principal

meio para manuseio das grandes bases de dados envolvidos (PETERSEN *et al.* 1995). Permitem também o tratamento de dados, gerando informações e viabilizando soluções através de modelagem e simulações de cenários (ROCHA; LAMPARELLI, 1998).

O sensoriamento remoto e as técnicas de geoprocessamento têm sido amplamente utilizados para obter dados espaciais e temporais sobre as mudanças na Terra e são importantes ferramentas para o planejamento ambiental e o manejo (CATELANI; BATISTA, 2007). De acordo com Saraiva, Souza e Meneses (2010) essas tecnologias incluem matemática e técnicas computacionais para a gestão de dados, permitindo espacialização e visualização, análise e interpretação dos dados coletados. As características necessárias para o desenvolvimento de inventários arbóreos em bancos de dados com informações de sensoriamento remoto podem ser encontradas nos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), tendo potencial de contribuir nos procedimentos de planejamento e tomada de decisão de técnicos e gestores (GRANT, 2016).

Na cidade de Nova Iorque, Estados Unidos, foram iniciados no ano de 2015 o projeto de mapeamento de todas as suas árvores, o que possibilitou o conhecimento da importância de cada uma delas, demonstrando a arborização das ruas em detalhes e calculando os benefícios ecológicos e econômicos. O Departamento de Parques da cidade, com a ajuda de 2,3 mil voluntários, registrou mais de 685 mil árvores das ruas de cinco bairros, com estatísticas sobre as espécies, saúde, largura do tronco, coordenadas geográficas (latitude e longitude) obtidas com receptor de sinal- GPS de cada árvore.

No Brasil alguns municípios já adotaram o mapeamento da arborização urbana, como é o caso do município de São Jorge do Ivaí, (Paraná). De acordo com DNZ (s.d.), por meio do Plano de Arborização Urbana, tem-se um mapeamento online e interativo, contendo as informações, como a localização geográfica, espécie, idade, histórico fitossanitário, datas de podas, distâncias de portão, guia, bueiros, diâmetro. A partir destas informações é possível gerar relatórios para subsidiar a coordenação de ações de erradicação, poda, controle de doenças, pontos de plantio, definição de espécies adequadas para plantio, entre outras. A prefeitura de São Paulo também mantém um mapa *on-line* de suas árvores. A cidade possui 652.385 árvores nas ruas, registradas por subprefeituras e por

distritos no mapa digital do município, o qual pode ser acessado através do GeoSampa (s.d.).

3.1.1 Gestão da Arborização Urbana Municipal

Segundo Zamproni, Biondi e Bobrowski (2016) para o equilíbrio ambiental no ambiente urbano é fundamental a arborização de ruas, abrandando impactos artificiais, posto que tais árvores estão próximas a população e ao meio urbano.

A Gestão Ambiental pode ser entendida como a integração do planejamento ambiental com o gerenciamento e a política ambientais. Os municípios brasileiros têm competências políticas e administrativas subordinadas pela Constituição em vigência, que contemplam tanto o ambiente urbano, rural e a tudo o que envolve a qualidade de vida da comunidade (FAVERO, 2004). Bobrowski e Biondi (2014) adverte que a arborização urbana é de encargo das prefeituras, incumbindo a elas a execução e o planejamento.

Em conjunto com a dissociação de atribuições tanto da esfera federal, quanto estadual, aos municípios, no que está relacionado a competência para o monitoramento do ambiente natural e de seus recursos, novas práticas administrativas foram indispensáveis para que houvesse a conciliação das necessidades dos serviços públicos qualificados e com baixo impacto ambiental. Este fato traz a responsabilidade dos gestores públicos da avaliação dos interesses do uso dos recursos naturais de forma a sustentar a preservação destes às gerações futuras. Desta maneira à gestão municipal está atribuída uma função indispensável, uma vez que compete a ela a elaboração e formulação de políticas que contemplem os desenvolvimentos social, econômico e ambiental, afora a incumbência de outorgar o uso dos recursos naturais e fiscalizar as diversas atividades empreendidas localmente, inibindo contrariedades das regulamentadas pelas normas benefício da proteção dos recursos naturais e da convivência comum (REZENDE; DALMÁCI; SANT'ANNA, 2018).

A gestão ambiental urbana é o gerenciamento do espaço de forma sustentável, por meio da articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem no espaço urbano (LOURO; MENEZES, 2012). A falta de planejamento da arborização nos municípios brasileiros tem como consequência um ambiente com incompatibilidades, além de um território urbano com baixa qualidade ambiental.

Consequentemente, o uso de instrumentos normatizadores e reguladores das atividades relativas à adoção e ao manejo da arborização viária é necessário (SANCHES; COSTA; SILVA FILHO, 2008).

Arborização das vias públicas, áreas verdes e parques urbanos, viabiliza diferentes serviços ambientais comumente não apercebidos no cotidiano dos habitantes, como por exemplo, a diminuição das ilhas de calor, de poluição atmosférica e sonora, de danos aos asfaltos por aquecimento e dilatação e da amplitude térmica (SILVA FILHO; TOSETTI, 2010). Alguns exemplos de gestão adequada da arborização urbana são realizados por municípios, como Nova Iorque (2015), Fortaleza [s. d.]b, São Paulo [s. d.]b, Rio de Janeiro (2016), Curitiba (2018), Maringá [s. d.], Patos de Minas (1997), Barcarena (BRAGA; NEGRÃO, 2019), Palmas (2016), Goiânia (2007).

3.1.2 Planejamento Ambiental

A arborização urbana abrange a totalidade de árvores contidas no ambiente urbano de um município, sendo estes naturais ou cultivadas. Sendo que na atualidade há a orientação da legalização como um serviço urbano indispensável e que tem ingerência na qualidade de vida da população (MORAES; MACHADO, 2014).

O planejamento e gestão dos municípios deve levar em consideração as demandas da população, como o ordenamento do território, os serviços ambientais de provisão e de regulação propiciados pela arborização, que incluem a diminuição nos estoques de carbono e equilíbrio térmico e ainda os benefícios resultantes dos serviços culturais, como o convívio com as árvores e a biodiversidade que as cercam (DANTAS; SOUZA, 2004).

Santos (2004) enfatiza que o planejamento é um processo contínuo e envolve a coleta, organização e análises sistematizadas das informações, mediante procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou escolhas das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Para Araújo e Araújo (2016) o planejamento objetiva a antecipação de futuras ações, com o objetivo de controle destas e, baseando-se na observação das tendências do presente possibilita a projeção do futuro.

De acordo com Buarque (2003) no Brasil, a partir da década de 1980, o planejamento ambiental passou a ser incorporado pelos órgãos governamentais, instituições e organizações, impulsionado principalmente pelo movimento internacional pró ambiente. Segundo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013, p. 133)

o planejamento ambiental é um processo intelectual no qual são projetados os instrumentos de controle baseados em uma base técnico-científica, instrumental e participativa, o que deve facilitar a implementação de um conjunto de ações e processos de gestão e de desempenho.

Ainda, é considerado por estes autores, como um instrumento da política ambiental em concordância com o modelo de desenvolvimento adotado; um suporte articulado ao processo de tomada de decisão; um exercício técnico-intelectual voltado para traçar as diretrizes e programar o uso do território, espaços, paisagens e características da gestão ambiental; um rumo para inter-relacionar as ações dos agentes econômicos e os sistemas naturais.

De acordo com Ross (2009) para que haja o planejamento ambiental de um território, seja este em escala municipal, estadual ou federal, é indispensável que as ações humanas tenham um planejamento objetivo de estruturação territorial, fundamentados nas capacidades dos recursos naturais e humanos, bem como das vulnerabilidades dos ambientes. Desse modo, para que o planejamento ambiental seja eficiente é necessário diagnosticar as potencialidades naturais do ambiente, suas características e intervenções existentes, dentro de um entendimento integrado da realidade socioeconômica, para a proposição de atividades compatíveis com a capacidade de suporte do mesmo e com o desenvolvimento sustentável.

Conforme Benatti *et al.* (2012) um inventário quali-quantitativo de arborização urbana alguns aspectos devem ter relevância, por retratarem a situação existente e assim subsidiarem o planejamento e a manutenção da arborização. São eles: as coordenadas geográficas, as espécies, o local e a rua onde estão situadas, a data de coleta de dados, posicionamento da rede elétrica, situação da copa e do tronco, inclinação, fitos sanidade, altura total, manejos ocorridos.

De acordo com Araújo e Araújo (2016) o inventário é o início para o planejamento de qualquer manejo da arborização urbana. Constitui o primeiro passo para que o plano de manejo seja adequado. Sendo assim, o gestor público não deve elaborar um plano sem que haja um inventário das árvores. Tal inventário é baseado

na obtenção de dados das árvores urbanas e posteriormente a organização dos mesmos, de modo a torná-los informações úteis, ou seja, o subsídio para o manejo, não havendo a necessidade de complexidade ou mesmo com características de difícil mensuração, porém devem prestar condições de informação, que permitirão a tomada de decisão por parte do gestor.

3.1.3 Geotecnologias aplicadas à gestão da arborização urbana

É ampla a utilização de geotecnologias, podendo auxiliar trabalhos de gestão e monitoramento territorial, sendo o setor público bastante favorecido com essas práticas, uma vez que demonstrar capacidade de planejamento não é suficiente sem que o Poder Público tenha recursos técnicos e gerenciais capacitados para executar ou fiscalizar o andamento de suas ações estratégicas (GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO PÚBLICA, 2012).

O conhecimento e o diagnóstico das condições, tanto quantitativa, quanto das características específicas, representa um desafio, visto a complexidade. As informações necessárias para a elaboração de um banco de dados, para a organização e o delineamento dessa questão são variadas e vão desde a localização de cada árvore, o quantitativo, a altura individual, a espécie, as configurações de forma e as características individuais no sistema viário urbano.

Desse modo a avaliação da arborização urbana relacionada ao geoprocessamento, como ferramenta de suporte à arborização na descrição de dados espaciais a partir da realidade, expressa importância quando relacionada ao planejamento ambiental urbano. Esta pode ser útil para coletar, interpretar e representar em vários níveis de detalhamento na perspectiva de facilitar o gerenciamento, além de corrigir os eventuais problemas.

3.1.3.1 Sensoriamento Remoto (SR)

A utilização do sensoriamento remoto na elaboração do planejamento urbano auxilia na eficiência da gestão municipal, no que tange ao inventário e diagnóstico das mais diversas questões, como o uso e a ocupação do solo, a distribuição socioeconômica, a disposição e composição arbórea, entre outras.

De acordo com Florenzano (2002) o termo Sensoriamento Remoto significa a aquisição de dados distantes, isto é, um agrupamento de métodos e processos que possibilitam o alcance de referências e o conhecimento sobre variadas ocorrências e objetos, sem a necessidade de aproximação física entre sensor do satélite e a superfície da terra. Ainda, que uma vez que as imagens de satélite possibilitam uma visualização do todo em diferentes períodos, podem amostrar o ambiente como um todo, bem como impactos antrópicos ou mesmo fenômenos naturais.

Meneses e Almeida (2012, p. 1) definiram o Sensoriamento Remoto como “uma das maiores tecnologias de coletas de dados para levantamento e monitoramento dos recursos terrestres em escala global”. Meneses e Almeida (2012, p. 3) consideraram que

o Sensoriamento Remoto é uma ciência que objetiva o atendimento do alcance de imagens da superfície terrestre por meio da identificação e medição quantitativa das respostas das relações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres.

As fotografias aéreas verticais, obtidas através de verificações aerofotogramétricas originaram os métodos do Sensoriamento Remoto. Mais adiante, a datar de 1970, como resultado da corrida espacial, foram dispostos sistemas sensores em nível orbital, através dos quais são obtidas imagens multiespectrais da superfície terrestre. Tanto as imagens aerofotogramétricas obtidas em escala grande, quanto as os sistemas sensores orbitais possuem alta resolução espacial, possibilitando a aquisição de dados de detalhes da superfície imageada e, portanto, sendo muito utilizadas para a geração de plantas cadastrais urbanas (ROSSETTI; PINTO; ALMEIDA, 2007).

3.1.3.2 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (*Geographic Information Systems* - GIS) proporcionou o acesso a diversas áreas e grupos técnicos e científicos às informações espaciais. Atualmente, com o uso de ferramentas livres e abertas, é possível que usuário de diversos perfis possam produzir seus próprios mapas e cartogramas, para uso pessoal, acadêmico e profissional (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019).

O SIG possui valiosas informações para o planejamento, gestão e ocupação racional dos recursos naturais (SCHLINDWEIN *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2014; VAEZA *et al.*, 2010). Este sistema desmembra a informação em camadas temáticas distintas e as armazena de maneira independente, o que possibilita que se trabalhe com elas de maneira ágil e simples. Uma vez interpretadas as imagens, é possível obter mapas de diversas estruturas oriundas das atividades de uso e ocupação territorial, possibilitando uma visão ampla das informações em uma única base de dados.

Para Câmara, Davis e Monteiro (2001) o Sistema de Informações Geográficas é utilizado para aplicação ao tratamento computacional de dados geográficos e restauração das informações baseado nos seus atributos alfanuméricos e mediante sua locação espacial. Ademais, que as características relevantes desse sistema são de interpor e incluir em uma única base de dados, informações espaciais oriundas de dados cartográficos, censitários, de cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno. Também possibilita dispositivos que realizam a combinação de diversas informações, objetivando a que se realize o exame, a restauração, o imageamento e a plotagem dos dados georreferenciados contidos na base.

O SIG é composto por ferramentas habilitadas para a aquisição, o armazenamento, a recuperação, a transformação e a emissão de dados espaciais, que expõe objetos existentes no meio físico em termos de localização, com um sistema de coordenadas, suas características não aparentes e ainda as relações topológicas. Assim, é viável a sua utilização em análises do ambiente e dos recursos naturais, bem como no amparo a tomada de decisões de planejamento (BURROUGH, 1986).

No estudo da arborização urbana o SIG pode fornecer informações sobre a distribuição espacial, a composição das espécies, fitossanidade e demais condições (PAULEIT; DUHME, 2000). Assim, a elaboração de um inventário da composição arbórea urbana contribui para que a gestão destas ocorra de maneira mais eficaz, trazendo transparência de dados e informações aos usuários, com isso auxiliando o manejo e o monitoramento, além da redução de custos para o ente municipal.

3.1.3.3 Sistemas de Informação Territorial (SIT)

O planejamento, a gestão do solo e as demais políticas públicas locais ou regionais necessitam de dados espaciais para a estruturação de uma base de dados sobre o seu território para a elaboração de diagnósticos em geral. Os Sistemas de Informação Territorial (SIT) são definidos por McLaughling, Nichols e Magalios (1985) como sendo “um arranjo entre recursos humanos e tecnológicos, e a organização dos processos de coleta, armazenamento, recuperação, disseminação e utilização dos dados territoriais de uma forma sistemática”. Ou seja, estruturas de informação fundamentais a administração do território, haja vista que ao prover as referidas informações promovem elucidações aos técnicos como amparo a questões ambientais, sociais e econômicas, e, conseqüentemente, alternativas aos tomadores de decisão.

O uso de dados espaciais atrelados ao banco de dados permite não somente o posicionamento da arborização urbana sobre o terreno, mas também o entendimento da disposição dessa sobre o terreno e a possibilidade de gerar conhecimento, as denominadas Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE). De acordo com Amorim, Pelegrina e Julião (2018), IDE é uma peça fundamental no desenvolvimento de um Sistema de Informação Territorial (SIT), baseado no Cadastro Territorial Multifinalitário, e, é por meio dela, que as informações territoriais são disponibilizadas para os atores da gestão territorial (empresas públicas e privadas), para a eficácia da governança pública (municipal, estadual e federal), na gestão territorial participativa da sociedade e na democratização das informações territoriais.

O território é modificado constantemente pela atuação e atividade antrópica, constituindo-se assim como um ambiente altamente dinâmico. Portanto os levantamentos e registros devem ser constantemente atualizados para que correspondam com a realidade das transformações que devem ser atendidos pelos Sistemas de Informação Territorial, contendo flexibilidade relacionada a forma de registro, tipo de unidade espacial empregada, inserção dos direitos usuais e informais, métodos de aquisição de dados e delimitação dos limites da terra.

Tais sistemas têm a capacidade de instruir processos de planejamento urbano, uma vez que representam instrumentos de ação nos mais diversos

processos das atividades de ocupação e do uso antrópico, sendo assim apontados como ferramenta que oportuniza o delineamento e a organização territorial.

3.1.3.4 Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM)

O Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) estrutura-se a partir da integração de instituições como o Registro de Imóveis, a Prefeitura (por meio das Secretarias), as empresas de serviços e todas aquelas instituições que desenvolvem atividades referidas ao território. É bastante comum que se considere o CTM de uma jurisdição como o mapa que mostra sua estrutura fundiária e dá informações que fazem parte de diversos mapas temáticos. A multifinalidade ocorre pela integração de dados e instituições, o que permite a associação de informações entre todos os fornecedores e utilizadores (LOCH; ERBA, 2007).

O termo multifinalitário refere-se às múltiplas aplicações do cadastro, principalmente ao planejamento urbano e regional, servindo de base à tomada de decisões (OLIANI, 2016).

Um dos conceitos que representa o princípio básico do cadastro multifinalitário é o conceito de parcela. Sem a padronização de uma unidade cadastral com identificador único, não é possível o compartilhamento de informações. Para tanto, o CTM deverá ser modelado com base em um sistema de referência único e um identificador único e estável para cada parcela (SANTOS; FARIAS; CARNEIRO, 2013). O CTM fundamentalmente associa elementos do cadastro fiscal, àqueles de amparo à tributação, com o cadastro jurídico, que assiste a negociações de terras, e, com o cadastro territorial, sendo hábil ao apoio a uma ampla gama de projetos de gestão territorial (NICHOLS, 1993).

O CTM oferta diferentes vantagens para o cidadão e para a gestão pública, uma vez que seus mapas temáticos são os principais e mais eficientes dados para o planejamento de um território. No entanto, sua organização necessita de delineação e que o levantamento de informações seja o mais completo possível (LOCH; ERBA, 2007).

A principal característica de um CTM é o suporte para o conhecimento do território, através da informatização de um banco de dados públicos sobre as propriedades municipais. Isso permitindo visualização de forma gráfica e organizando-os em um sistema cartográfico preciso e de qualidade, possibilitando o

desenvolvimento dos diversos processos econômicos, jurídicos e técnicos envolvidos na dinâmica das cidades. O CTM possui caráter fundamental no planejamento urbano porque oferece as informações básicas necessárias para a elaboração de planos urbanísticos e gerenciamento de áreas urbanas e rurais. Tal planejamento pode ser definido como um processo ordenador e de previsões (PEREIRA, 2009).

A partir do Cadastro Multifinalitário é possível desenvolver o Cadastro Temático, tendo em vista que nele estão compreendidas informações de todo o território do município, possibilitando o monitoramento, a fiscalização e a descrição dos elementos que assistem ao planejamento e a gestão urbana (LEITE; RODRIGUES; BORGES, 2017). Logo esses mapas temáticos são o resultado da pesquisa de campo, sendo apresentados sob a forma gráfica de mapas.

De acordo com Paixão (2010) uma série de prerrogativas do Cadastro Territorial Multifinalitário podem ser elencadas. Como, por exemplo, a melhoria na precisão da avaliação para o imposto sobre a propriedade imobiliária: melhor apreciação da propriedade no mercado imobiliário por meio de variáveis existentes no sistema cadastral; melhoria no uso e acesso aos dados; redução dos custos, com a redução na duplicação da coleta dos dados e da manutenção de vários conjuntos de mapas e bases de dados territoriais semelhantes localizados em diferentes departamentos. Ainda a melhoria na decisão governamental, com a atualização de dados e melhoramento na formulação de políticas públicas e criação de programas e projetos de governo; segurança da propriedade; inclusão social.

Conforme a Kaufmann e Steudler (1998) o cadastro é um banco de informação do território atualizado, baseado em lotes, incluindo apontamentos da descrição da natureza dos interesses na terra e dos direitos desta, bem como as limitações e as obrigações dos indivíduos para com a mesma, e, frequentemente, contém a relação geométrica dos lotes e também outras informações pertinentes que descreva as propriedades.

Brasil (2010) afirma que o cadastro pode ser utilizado para aplicação fiscal, com a avaliação e os impostos; aplicação legal, com a transferência; aplicação social e também para o auxílio na gestão territorial, com o planejamento e outros intuitos de gerenciamento. E declaram ainda que a partir do Século XX o cadastro passou a ser utilizado também para outras finalidades, com o desdobramento para os setores público e privado, gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável,

contraindo assim função de base para um sistema geral de informações territoriais, sob o enfoque de multifinalitário.

É bastante comum encontrar em administrações do poder público municipal a má gestão e utilização do Cadastro Territorial Multifinalitário, pois ao invés de utilizarem os dados dos sistemas cadastrais, que podem ter, na sua grande maioria, caráter multidisciplinar, apresentando-se como um conjunto de informações organizadas para a utilização em diversos departamentos e setores, sendo aplicado apenas com a finalidade fiscal, nas Secretarias da Fazenda.

Os registros do cadastro são fundamentais para o apoio ao planejamento, devendo estar sempre atualizados, a um nível de detalhamento que propicie aos técnicos, responsáveis pelas diversas áreas do planejamento urbano, extrair as informações de interesse. Um banco de dados reflete a situação organizacional do espaço urbano. Ainda que o aproveitamento do cadastro não deve se restringir a utilização tributária, mas também como instrumento de planejamento do território. Segundo a sua função pode ser classificado como fiscal, jurídico, geométrico ou multifinalitário. Este último refere-se às múltiplas aplicações do cadastro, principalmente ao planejamento urbano e regional, servido de fundamento à tomada de decisões.

Os conhecimentos obtidos pelo Cadastro Técnico Multifinalitário atrelados aos dados pertinentes a gestão da arborização urbana permitirá estabelecer metas na dinâmica ambiental do município, possibilitando cidade com processos mais eficientes, e assim oferecendo melhor qualidade de vida aos cidadãos. As informações geoespacializadas tornam-se protagonistas, quando a localização é fator comum de integração e interoperabilidade (CARVALHO, 2019).

3.1.3.5 Cartografia Temática

Como descrito anteriormente, as tecnologias de geoprocessamento utilizam e manipulam dados temáticos, e essas permitem a geração de produtos que facilitem a transmissão da informação, de maneira clara e autoexplicativa. Estas podem ser representadas no formato matricial, vetorial ou a junção de ambos, possibilitando a geração de informação por meio de mapas sínteses da análise espacial permitindo maior compreensão da dinâmica territorial; tanto em quantidade quanto em qualidade que permitem melhor entendê-las, podendo ser dados estatísticos, de

vegetação, de uso do solo, de geologia, entre outros (CARVALHO, 2019; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019; LOCH; ERBA, 2007).

A cartografia pode ser entendida como uma estratégia de análise, olhar cuidadoso que acompanha e descreve paisagens, trajetórias, modificações no relevo (JESUS; BELLO, 2019).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1999) os produtos da cartografia temática são as cartas, mapas ou plantas em qualquer escala, destinadas a um tema específico. A representação temática, distintamente da geral, exprime conhecimentos particulares específicos de um tema (por exemplo, geologia, solo, vegetação) para uso geral. Ela ilustra o fato de que não é possível expressar todos os fenômenos em um mesmo mapa, sendo a solução multiplicá-los, diversificando-os. Ainda segundo este Instituto, o objetivo dos mapas temáticos é de fornecer, com o auxílio de símbolos qualitativos e/ou quantitativos dispostos sobre uma base de referência, geralmente extraídos dos mapas e cartas topográficas, as informações referentes a um determinado tema ou fenômeno que está presente ou age no território mapeado.

3.1.3.6 Cidades Inteligentes

As cidades inteligentes são centros urbanos que se utilizam da tecnologia e inovação para o emprego de melhorias sustentáveis. Nelas, são desenvolvidas modificações embasadas em dados reais para a melhoria da mobilidade, coleta e administração de resíduos, conectividade e acessibilidade, entre outras alterações que venham causar impacto positivo e facilitar a vida dos habitantes locais. No mundo todo está havendo o avanço desse conceito, possibilitando mais disponibilidade e acesso à tecnologia, com o aproveitamento de recursos para a coleta e processamento de dados, trazendo soluções para problemas relativos ao desenvolvimento sustentável do município (MENDES, 2018).

Um município pode ser considerado como uma cidade inteligente a partir dos índices de economia inteligente, mobilidade inteligente, população inteligente, governança inteligente e meio ambiente inteligente. Nestas cidades tudo está relacionado e o funcionamento se dá de forma integrada e simultânea, com o intuito

de que seus habitantes sejam instruídos e disciplinados para a melhor utilização de recursos (GOMES, 2019).

O planejamento das cidades usando os modelos como ferramentas que ajudam a entender a dinâmica das mesmas, seus padrões e regras de comportamento, constitui um campo importante de investigação (CARVALHO, 2019). A Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano do Ministério do Desenvolvimento Regional (SMDRU/MDR), apresenta para a diversidade dos municípios brasileiros o conceito cidades inteligentes na Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (2019) como, cidades comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em seus aspectos econômico, ambiental e sociocultural, que atuam de forma planejada, inovadora, inclusiva e em rede, promovem o letramento digital, a governança e a gestão colaborativas e utilizam tecnologias para solucionar problemas concretos, criar oportunidades, oferecer serviços com eficiência, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas, garantindo o uso seguro e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação.

3.1.3.7 Panorama mundial de mapeamento de arborização urbana

Dentre as iniciativas mundiais na gestão de áreas verdes urbanas destaca-se o projeto *Open Green Map* (Mapa Verde Aberto), iniciativa que promove o mapeamento de áreas verdes ao redor do mundo pela comunidade de forma colaborativa desde 1995, com a delimitação, comentários, avaliações, imagens e vídeos. No qual, em sua grande maioria, salienta locais públicos verdes em que a comunidade pode se conectar com natureza. De acordo com o *Open Green Map*, atualmente a plataforma conta com mapas de 120 cidades. O cadastro pode ser bastante específico de natureza (flora, fauna, água etc.), cultura e sociedade. Destaca-se que os ícones da Figura 1, correlacionados a fauna com a possibilidade de inserção de: floresta/área natural pública, árvore especial, florestas plantas nativas, jardins e hortas, jardins e hortas comunitárias, entre outros.



Figura 1 – Exemplos dos ícones utilizados no cadastro do *Open Green Map*.

Fonte: *Open Green Map* (2020).

Analisando a plataforma para o Brasil, percebe-se que as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Florianópolis possuem alguns cadastros, mas ainda insuficientes. Na Figura 2, tem-se um mapa obtido do cadastro arbóreo de alguns bairros da Cidade de Curitiba, no entanto percebe-se que a quantidade mapeada é bastante restrita ainda e sua maioria não representam árvores individuais, apenas os bairros mapeados.

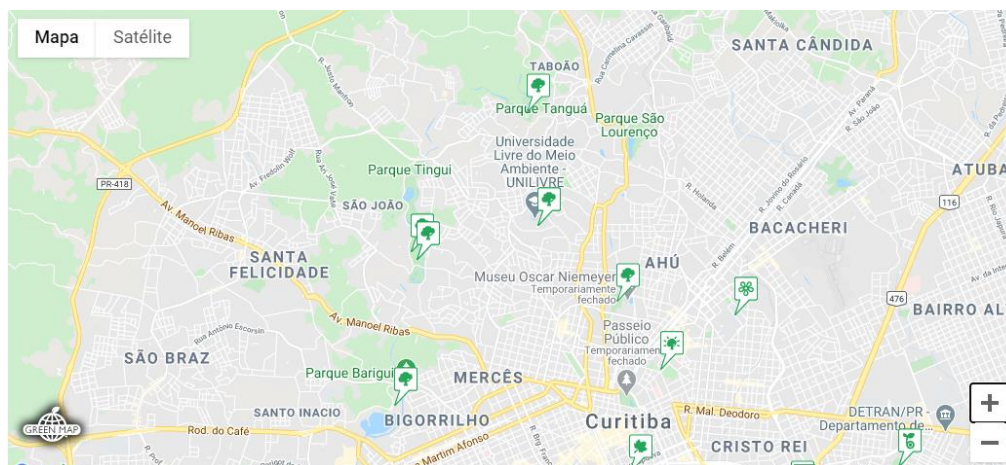


Figura 2 – Mapa com quantidades individuais de árvores por região.

Fonte: *Open Green Map* (2020).

Na gestão municipal do município de Fortaleza, cidade que possui um Sistema de Informação Territorial- SIT de qualidade, está num processo de implantação do CTM na gestão interna e também aberto a comunidade. É uma cidade considerada inteligente que apresenta uma série de serviços e informações online, procurando seguir os parâmetros para essa classificação que é trazer a gestão pública transparência sobre serviços, oportunidades e demonstrar as

melhores práticas a comunidade. No entanto, no campo ambiental não apresenta informações significativas sobre a arborização urbana disponível a sociedade em geral, como podemos observar na Figura 3 e os serviços de poda e corte de árvores ainda não estão disponíveis online, também se observa nesta figura um mapa da área de Urbanismo e Meio Ambiente (Ações de Governo Georreferenciadas), verifica-se que ainda não está implementado o cadastro das árvores.



Figura 3 – Mapa com representação de falta de informações sobre arborização.
Fonte: Fortaleza, 2020.

No município de São Paulo, no sistema GeoSampa Mapa, a gestão pública apresenta delimitada a arborização em vias públicas (Figura 4). Porém a informação é somente a localização, não apresenta informações técnicas sobre as árvores para elaboração de um planejamento de plantio e manutenção.



Figura 4 – Mapa delimitação da arborização urbana no Sistema GeoSampa Mapa.
Fonte: São Paulo, 2020.

O “Data-Rio”, do Instituto Pereira Passos, no Rio de Janeiro - RJ (Figura 5) oferece aplicativos que apresentam as árvores e os conjuntos de vegetação protegidos por tombamento, imunidade de corte ou conjuntos vegetais. Também disponibiliza o monitoramento da cobertura vegetal e do uso das terras deste Município, por meio de atributos gráficos como ano, classe, estágio sucessional e formações, além de possibilitar a visualização de mapas.

Ainda, a Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, no ano de 2014, elaborou o Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro. Tal Plano estabelece o planejamento da arborização municipal, baseado no diagnóstico e determina as principais regras para a gestão do mesmo. A metodologia para a elaboração do documento foi realizada primeiramente pelo levantamento de informações e posterior análise dos dados para a elaboração de diagnóstico para a construção do planejamento.

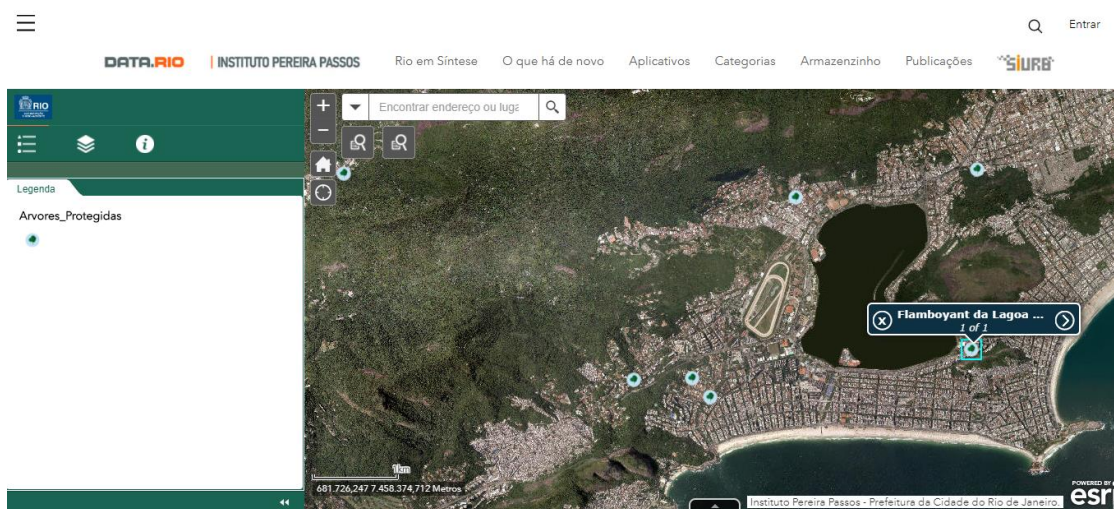


Figura 5 – Mapa de visualização de espécies arbóreas protegidas no Rio de Janeiro.

Fonte: Rio de Janeiro, 2020.

4. Material e Métodos

Foi inventariada quantitativamente, ou seja, realizado um censo da arborização com identificação de número de indivíduos e espécie botânica na Avenida Rio Grande, no Balneário Cassino (Rio Grande, RS) e elaborado um cadastro técnico temático com os dados de inventário georreferenciados. Foram gerados mapas temáticos derivados do cadastro técnico, para a promoção da agilidade na tomada de decisão, além de da valorização da árvore no meio urbano e o oferecimento por meio da metodologia empregada a possível utilização em outras localidades ou até mesmo por outras instituições.

Assim o presente estudo teve caráter de investigação aplicada e foi realizado com base em revisão bibliográfica associada ao estudo. Isso ocorreu mediante trabalho em campo com a coleta de dados, considerando a legislação pertinente, artigos, periódicos, entre outros materiais. Na Figura 6 pode-se observar o organograma da metodologia adotada para o desenvolvimento desta pesquisa. Nesta figura estão elencadas as etapas do estudo que se iniciaram na verificação de normativas e leis e avaliação destas, que foram principalmente a Lei Municipal nº 6832, de 31 de dezembro 2009, que dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana do Município do Rio Grande e o Guia de Arborização Urbana Municipal do Rio Grande. Posteriormente foi realizada a elaboração de uma metodologia para a gestão da arborização urbana com dados georreferenciados, para que se pudesse inventariar quantitativamente as árvores. Ainda, foi elaborado um cadastro técnico temático e gerados mapas temáticos. E por fim a promoção da agilidade na tomada de decisão e por fim, colaborando para a valorização da árvore no meio urbano.

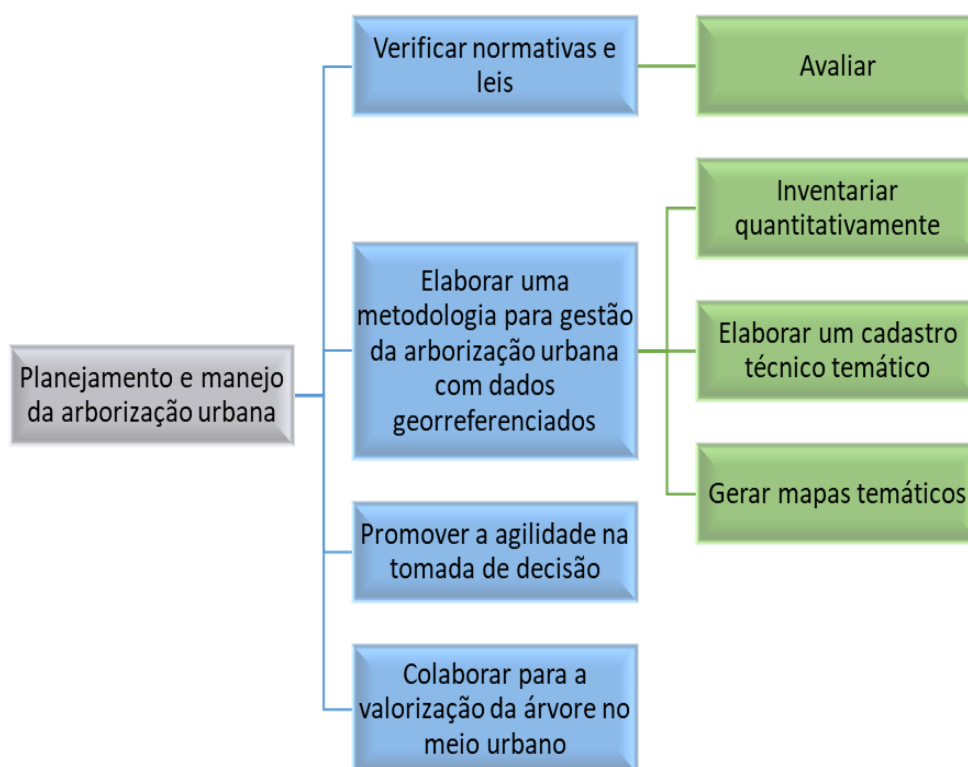


Figura 6 – Esquema da metodologia do estudo.
Fonte: Autor.

Após verificadas as normas e as leis, elegeu-se a área de estudo. Era importante que nessa área houvesse um número grande de árvores a serem inventariadas. Então foi realizada a definição do caso concreto a ser analisado, ou seja, elegeu-se a área a ser inventariada (Figura 7), tomando como referência a imagem aérea do Balneário Cassino.

A área delineada para a análise foi a Av. Rio Grande, tendo em vista ser a principal via de circulação do Balneário Cassino, sendo esta que dá acesso à praia. Ainda pela grande quantidade de árvores, muitas de grande porte, que lá foram plantadas pela Cia Estada de Ferro Rio Grande - Costa Mar, no início da criação do balneário, em função da preocupação que havia naquela época, com a invasão de dunas de areias móveis, assim priorizaram como melhoramentos iniciais às condições de acesso da linha férrea, a arborização de todo aquele ambiente em torno da alameda central (LIVRARIA RIO-GRANDENSE, 1890). Além disso, esta avenida é um local de lazer e de comércio e um do local histórico do balneário. No que trata da manutenção das árvores lá existentes, exige trabalho permanente da administração pública, tanto em podas, quanto em supressões, devido aos usos e fatos mencionados anteriormente.

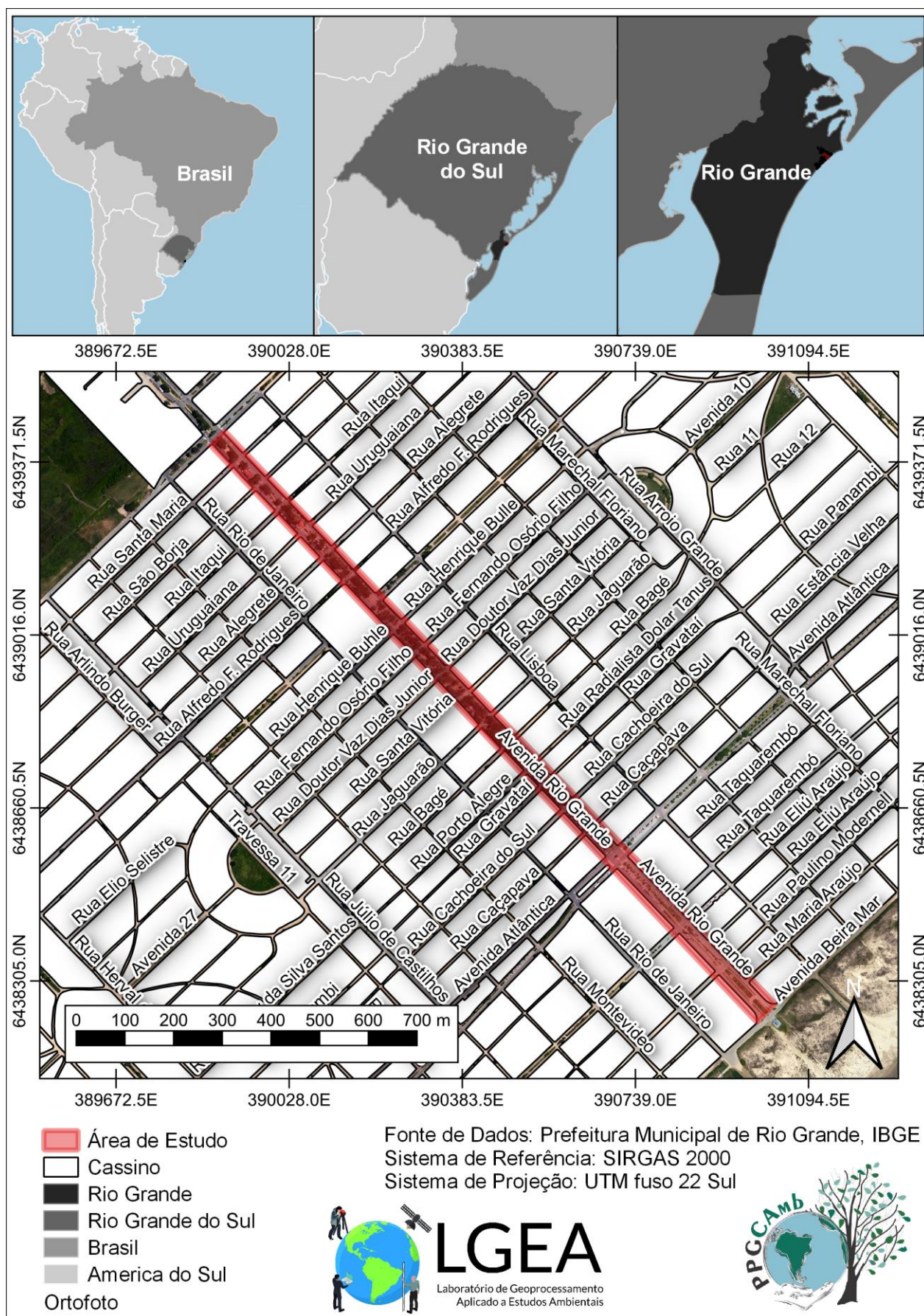


Figura 7 – Mapa do Balneário Cassino com ênfase na área inventariada.

Fonte: Autor.

Para realizar o inventariado das árvores pertencentes a área de estudo, foi necessário definir os parâmetros para coleta de dados, esses que subsidiaram a elaboração de um documento do tipo ficha cadastral, denominado Boletim de Informação Cadastral (BIC). Para a definição dos parâmetros adequados foi realizada no ano de 2019, o estudo de uma quadra a ser inventariada (Figura 8), tomando como referência a imagem aérea do Balneário. A imagem base possibilitou o entendimento de como é a distribuição espacial das árvores da quadra eleita para o levantamento, o que permitiu entender quais espécies fazem parte deste cenário, bem como os conflitos existentes entre as mesmas e o ambiente urbano.



Figura 8 – Imagem aérea da quadra inventariada em estudo de caso.
Fonte: Autor.

Com base nessa experiência, definiu-se os parâmetros significativos para a constituição do BIC (Figura 09), de forma a avaliar a possibilidade de utilização do Cadastro Técnico Multifinalitário Temático como instrumento viável sob a perspectiva metodológica, com o propósito de orientar as tomadas de decisão municipal na gestão ambientalmente sustentável.

	ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO GRANDE Secretaria de Município do Cassino	BIC 01 BOLETIM DE INFORMAÇÕES CADASTRAIS ARBORIZAÇÃO URBANA
---	---	---

1 – ENDEREÇO

1.1 – TIPO DO LOGRADOURO	1.2 – NOME DO LOGRADOURO	1.3 – NÚMERO
1.4 – COMPLEMENTO	1.5 – BAIRRO / DISTRITO	1.6 – MUNICÍPIO

2 – INFORMAÇÕES DA ÁRVORE

2.1 – ESPÉCIE	
2.2 – NOME POPULAR	
2.3 – DAP (DIÂMETRO A ALTURA DO PEITO)	2.4 – ESPÉCIE PROTEGIDA POR LEI 2.4.1 – SIM () 2.4.2 – NÃO ()
2.5 – ORIGEM 2.5.1 – NATIVA () 2.5.2 – EXÓTICA ()	2.6 – ESTADO DE SAÚDE 2.6.1 – BOM () 2.6.2 – RUIM () 2.6.3 – MORTA ()
2.7 – CONFLITO(S) 2.7.1 – RUA ELÉTRICA () 2.7.2 – DRENAGEM FLUVIAL () 2.7.3 – PLACA SINALIZAÇÃO () 2.7.4 – PASSO PÚBLICO () 2.7.5 – EDIFICAÇÃO () 2.7.6 – OUTRO ()	2.8 – LOCALIZAÇÃO 2.8.1 – PASSO PÚBLICO () 2.8.2 – CANTERO ()

3 – IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL DECLARANTE

3.1 – MATRÍCULA 10869-3		3.2 – NOME DO RESPONSÁVEL SILVIA SIMÕES ADORNES	
3.3 – CARGO FISCAL AMBIENTAL	3.4 – SECRETARIA SMC	3.5 – ENDEREÇO R. PROF. FERNANDO EDUARDO FREIRE, Nº 412	
3.6 – MUNICÍPIO RIO GRANDE	3.7 – UF RS	3.8 – CEP 96207-640	3.9 – CDD. DO TELEFONE (51) 3236-1300

4 – USO DA SMC

4.1 – LOCAL	4.2 – DATA
4.3 – DECLARAÇÃO DECLARO PARA OS DEVIDOS FINS, QUE AS INFORMAÇÕES AQUI REGISTRADAS SÃO VERDADEIRAS E REPRESENTAM A SITUAÇÃO REAL DO ESTABELECIMENTO.	4.4 – ASSINATURA

5 – OUTRAS OBSERVAÇÕES

Figura 09 – Modelo do Boletim Informações Cadastrais de Arborização (BIC).

Fonte: Autor.

Dentre os parâmetros atinentes ao BIC estabeleceu-se os dados relacionados a localização da árvore; a segunda descreve as características de cada indivíduo como a espécie da árvore; origem e estado de saúde; e quais os conflitos existentes com relação ao ambiente urbano. Este cadastro possibilita o registro das

particularidades específicas de cada árvore. Para a Secretaria de Município do Cassino a grande vantagem de utilização do BIC está na criação de um banco de dados que possibilitará a gerência das informações coletadas em campo e inventariadas, evitando que diariamente seja despendida a verificação por técnicos no local, bem como minimizando a necessidade de utilização de recursos para a aquisição de equipamentos, o que representaria para esta administração avanço na gestão dos processos de manejo.

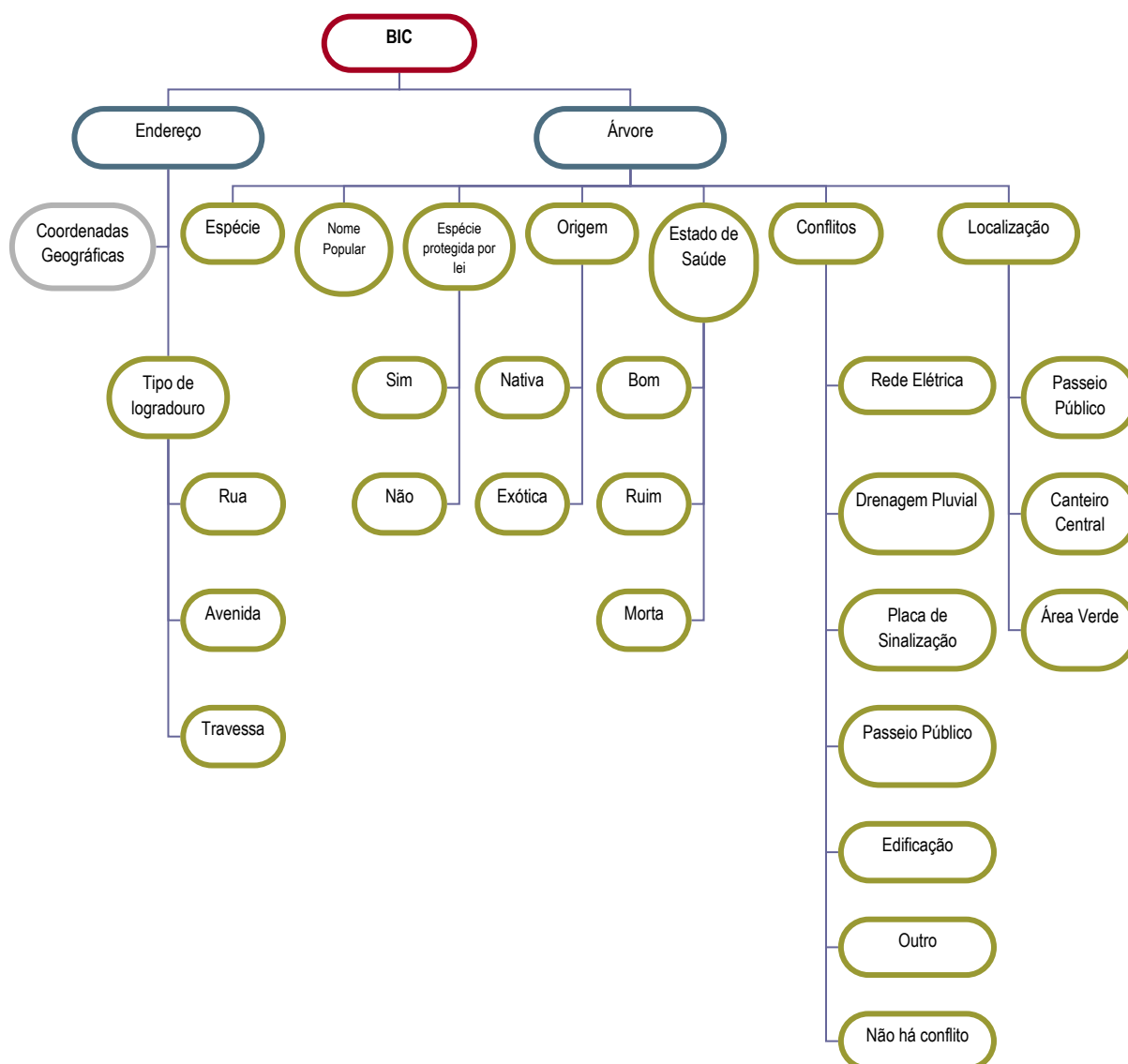


Figura 9 – Organograma do Boletim de Informações Cadastrais (BIC).
Fonte: Autor.

Os indivíduos arbóreos foram classificados com relação ao porte em indivíduos adultos (c), mudas (b) e arbustos (a) (Figura 11).

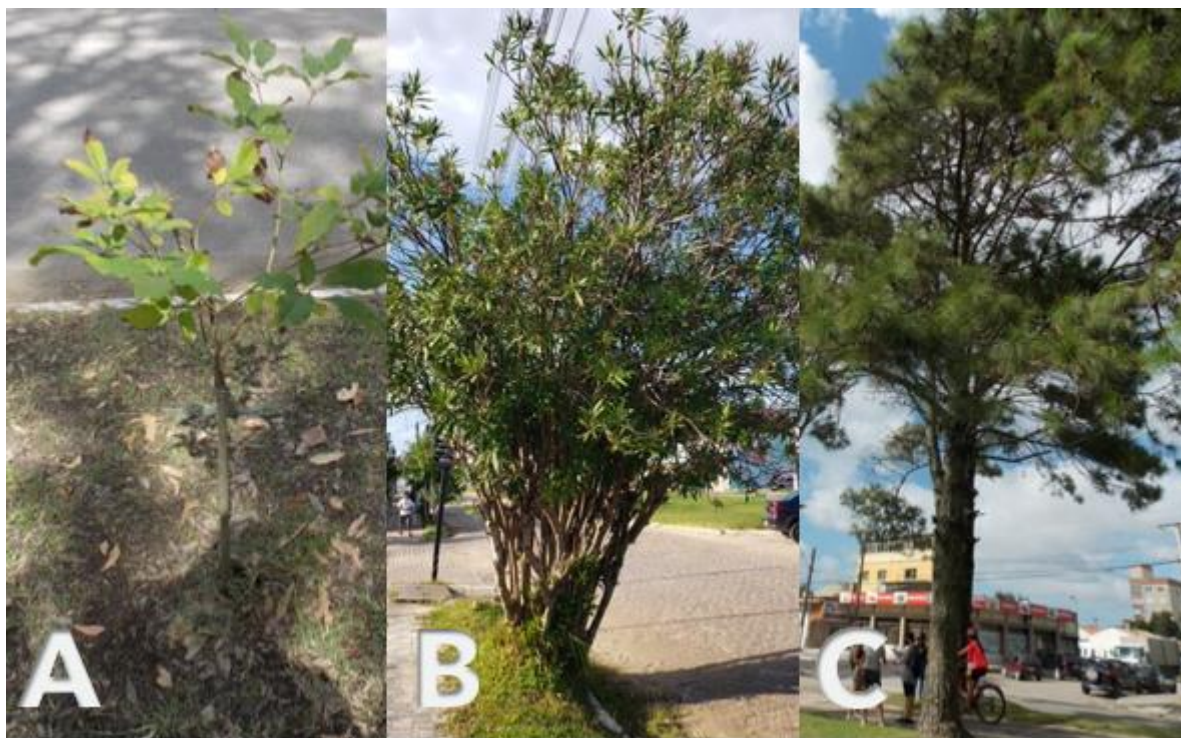


Figura 11: Classificação de indivíduos arbóreos com relação ao porte.
Fonte: Autor.

Coletou-se a informação de perímetro na altura do peito (PAP) ou circunferência à altura do peito (CAP), esta última mais usual, do caule, a qual foi observada a 1,30 m acima do solo, visando o manuseio dos instrumentos de medição (fita métrica graduada em centímetros) e padronizando as mensurações. A PAP permitiu o cálculo do diâmetro na altura do peito (DAP), sendo este calculado através da Equação 1.

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad \text{Equação 1}$$

A coleta dos dados, propriamente dita, com o preenchimento individual das características de cada árvore em seu respectivo BIC da Av. Rio Grande, na via principal do Balneário Cassino foi realizada posteriormente, fez parte da elaboração do cadastro técnico multifinalitário. As árvores foram numeradas em ordem sequencial e foi atribuído o mesmo número para cada BIC. No BIC foram elencadas todas as informações pretendidas para o cadastro das árvores e foi dividido em duas partes. Na primeira parte os dados relacionados a localização da árvore; na segunda foram descritas as características de cada indivíduo como a espécie da árvore;

origem e estado de saúde; e quais os conflitos existentes com relação ao ambiente urbano. Este cadastro possibilitou o registro das particularidades específicas de cada árvore. As árvores foram fotografadas individualmente, assim como a folha e o conflito com o ambiente, quando houve.

Este cadastro foi produzido em parte a partir de informação do cadastro Técnico Multifinalitário da Prefeitura Municipal do Rio Grande. Para tanto foram utilizados Ortofotos digitais coloridas em escala de 1:1.000 (um para um mil), com GSD de 10 (dez) cm; e Base cartográfica cadastral através de restituição estereofotogramétrica digital na escala 1:1.000 (um para um mil), da área de estudo; Inventário territorial completo, composto de levantamento e validação da base cadastral de parcelas territoriais urbanas, mais especificamente, dos logradouros públicos, praças e áreas verdes.

As ortofotos juntamente com a base cadastral e inventário territorial possibilitaram a definição da localização de cada árvore na área de estudo, assim como uma identificação da espécie e do estágio de desenvolvimento. A Figura 12 apresenta as etapas sequenciais de atividades utilizadas para o desenvolvimento da metodologia para a elaboração do cadastro temático.

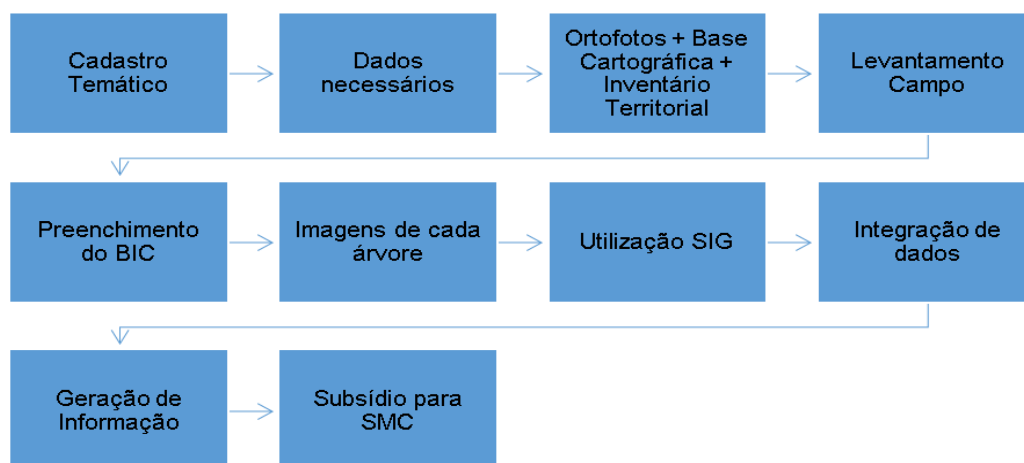


Figura 12 – Fluxo de atividades.
Fonte: Autor.

Para realizar o inventário de 100% dos indivíduos arbóreos, utilizou-se uma equipe de campo com os alunos de IC, IT e extensão do Laboratório de Geoprocessamento aplicado a Estudos Ambientais – LGEA. A metodologia adotada em campo é baseada em um colaborador responsável pela mensuração do CAP de cada indivíduo com uma trena métrica, outro pelo registro fotográfico de cada árvore

(tronco, folhas e localização), outro com o desenho de croqui da posição das árvores na quadra e os outros colaboradores com o preenchimento do BIC. Esse processo de inventariado ocorreu em dois períodos, de 22 à 26 de fevereiro de 2021 e 16 à 22 de março de 2021. A metodologia de campo foi realizada por um responsável mensuração CAP com trena métrica, um pelo registro fotográfico (tronco, folhas e localização), um pelo desenho de croqui da posição das árvores na quadra e os outros colaboradores com o preenchimento do BIC.

Posteriormente todos os dados constantes nos BIC foram tabelados de forma sistemática no Excel para formar um banco de dados com informações de cada árvore. E com o auxílio do croqui, das imagens junto ao software Google Earth se definiu a posição de cada indivíduo arbóreo através da vista superior da área e do Street View, conforme a Figura 13.



Figura 13: A) Imagem no Street View no nível da rua. B) Imagem aérea da quadra no Google Earth Pro. C) Croqui da quadra.

Fonte: Autor.

Para a confecção do SIG foi empregado o programa com código aberto QGis.

Os mapas temáticos foram digitalizados todos os elementos do ambiente urbano, como as quadras, os passeios públicos, os canteiros centrais e as árvores e suas características individuais.

Parte dos dados espaciais foram cedidos pela Prefeitura Municipal do Rio Grande, dentro do Projeto Sistemas de Inteligência Territorial e suas Aplicações em Cadastros Multifinalitários: Estudo de Caso no Município do Rio Grande, uma

cooperação entre Prefeitura Municipal do Rio Grande, FURG, IFSul e UFPEL, sendo coordenado na UFPEL pela Professora Diuliana Leandro.

Para avaliação dos indivíduos arbóreos utilizou-se índice de diversidade, o qual de acordo com (AMARAL, et Al., 2013; COWETT e Bassuk, 2017), é um dos índices mais comumente utilizados para medir diversidade em dados categóricos, sendo baseado na teoria da informação, utilizada para estimar a diversidade de comunidades considerando a atribuição de todos os indivíduos as suas respectivas espécies, sendo função do número total de indivíduos e do número total de espécies.

Utilizou-se a metodologia de Margalef (1951), que é um índice simples de diversidade que considera somente o número de espécies ($s-1$) e o logaritmo (base 10 ou natural) do número total de indivíduos. Essa metodologia foi apresentada por Amaral, et al. (2013) na qual tem-se na Equação 2:

$$\alpha = \frac{(S - 1)}{\log N} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

- α = Índice de diversidade;
- S = número de espécies;
- N = número de indivíduos

Outro índice utilizado nas análises foi o Índice de Abundância, que de acordo com ROSSATO; TSUBOY e FREI (2008), esse indica quantas árvores existem por Km de rua.

5. Resultados e Discussão

Nesta sessão são apresentados os resultados e discussão no desenvolvimento desta pesquisa. Esta pesquisa servirá para valorar o Cadastro Técnico Multifinalitário adquirido pelo poder público e também nas atividades da Secretaria de Município do Cassino como ferramenta de planejamento e gestão ambiental. Além da implantação do processo de monitoramento das atividades de

poda, transplante e supressão dentro dessa região e a geração de mapas temáticos para subsídio para a gestão pública na tomada de decisão.

Dentro destes princípios se desenvolveu a pesquisa e alcançou se os resultados apresentados na sessão 5.1. Avaliação de normativas e leis para gestão da arborização urbana do município de Rio Grande e na sessão 5.2. Gestão da arborização urbana com dados georreferenciados, ambas visando tornar os serviços da Secretária de Município do Cassino mais eficientes e colocar Rio Grande no ranking de cidades inteligentes. Possibilitando que o acesso a serviços e a gestão e planejamento possam ser acompanhados pela sociedade de forma clara e ordenada.

5.1 Identificação de normativas e leis para gestão da arborização urbana do município de Rio Grande

5.1.1 Legislação Federal

Na Legislação Federal algumas são as leis que obrigam a preservação das árvores, como por exemplo a Constituição Federal Brasileira/1988, no artigo 225; a 'Lei Federal nº 6.938/1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente; a Lei Federal nº. 7.563/1986 que institui o Programa PRÓ-FRUTI (Programa Nacional de Arborização Urbana com Árvores Frutíferas), que objetiva a implantação de espécies frutíferas na arborização urbana com a serventia de alimento à população; a Lei Federal 9.605/ 1998 que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, no artigo 49 preconiza pena para quem: "Destruir, danificar, lesar ou maltratar, por qualquer modo ou meio, plantas de ornamentação de logradouros públicos ou em propriedade privada alheia"; também a Lei Federal nº 10.257/ 2001, denominada Estatuto da Cidade, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

5.1.2 Legislação Estadual

Da mesma forma a legislação do Estado do Rio Grande do Sul possui algumas leis de proteção para as árvores. São a Lei Estadual nº 9.519/92 que institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul; a Lei Estadual nº 11.026/97 que dá nova redação aos artigos 33 e 34 da Lei Estadual nº 9.519/92 e o Decreto Estadual nº 38.355/98, alterado pelo Decreto Estadual nº 43.324/04, que regulamenta o manejo florestal e a compensação ambiental por supressão.

5.1.3 Legislação Municipal

A Constituição Federal instituiu aos municípios com a população superior a 20 mil habitantes a obrigatoriedade da existência de um plano diretor com a aprovação da Câmara Municipal. Esta norma foi cumprida pela Prefeitura Municipal do Rio Grande com a publicação da Lei Municipal nº 6832, de 31 de dezembro de 2009, que dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização (PDAU) do Município e dá providências. Há ainda no Município outros instrumentos legais para tratativas da arborização urbana, como os Códigos de Obras, de Posturas e de Loteamentos. Assim, atualmente o processo de manutenção da arborização urbana no município do Rio Grande é regulado por estes aspectos legais.

No entanto, em linhas gerais, este processo ocorre de forma ineficaz, visto que na maior parte das situações não é possível o atendimento das demandas, seja pela falta de informações cadastradas e mapeadas na Instituição ou pelas condições técnicas e operacionais. Tendo em vista que a referida lei determina, no Art. 17 que “o manejo da arborização urbana, a poda, supressão ou transplante de árvores localizadas em logradouros públicos dependerá de prévia licença da Secretaria de Município do Meio Ambiente (SMMA), conforme Resolução CONSEMA nº 102/05, que trata das atividades relativas ao uso dos recursos naturais”, há vinculado a este processo um trâmite burocrático. Este se inicia com o requerimento por parte do munícipe à Secretaria de Município do Cassino (SMC). Posteriormente é realizada vistoria técnica por um servidor, fiscal ambiental, que identifica a espécie da árvore, bem como a situação em que a mesma se encontra. Posteriormente o relatório de vistoria é encaminhado ao engenheiro agrônomo responsável pelo setor de arborização da SMMA e mediante a avaliação do mesmo é emitida ou indeferida a

autorização. Uma vez autorizada, é expedida uma ordem de serviço, que retorna para a SMC para a execução da atividade de poda, supressão ou transplante.

Na forma como se verifica atualmente o processo de manejo da arborização urbana o Balneário Cassino, uma série de problemas podem ser elencados. Estes vão desde a inexistência de dados cadastrados, obrigando a realização de levantamento em campo, o que requer maior disponibilidade de tempo; a falta de técnicos para a realização desses levantamentos, avaliações e emissão de autorizações; a carência de recursos destinados especificamente para este manejo e consequentemente, o sucateamento dos equipamentos ou mesmo a escassez destes. Deste modo, incrementar os diálogos e as viabilidades na arborização urbana, observando a premência da execução adequada das políticas públicas ambientais no tocante a arborização urbana, já estabelecidas pelo município e assim promovendo um manejo adequado da arborização urbana, uma ferramenta para a tomada de decisão e também a publicidade na prestação desses serviços.

Um dos exemplos de análise baseado nos produtos advindos desse estudo é o entendimento de quais são as espécies plantadas na região e analisar se são apropriadas. Porque nem todas as espécies arbóreas são adequadas para o plantio em áreas urbanas, em função do porte ou do tipo de raízes, também do tipo e do tamanho de frutos, o que pode acarretar riscos e prejuízos ao patrimônio e a população (LORENZI, 2009).

Legislação Federal	Legislação Estadual	Legislação Municipal
- CF/88, Art. 225; - Lei 6.938/81: PNMA; - Lei 7.563/86: Programa PRÓ-FRUTI; - Lei 9.605/98: sanções penais e administrativas condutas e atividades lesivas meio ambiente; - Lei 10.257/ 01: Estatuto da Cidade.	- Lei 9.519/92: Código Florestal RS; - Decreto 38.355/98: regulamento manejo florestal e compensação ambiental por supressão.	- Lei 6832/09: PDAU.

Tabela 01- Relação normativas e leis gestão arborização urbana.
Fonte: Autor

5.2 Gestão da arborização urbana com dados georreferenciados

5.2.1 Identificação e quantificação de espécies arbóreas

Foi quantificado o total de 695 árvores, localizadas no canteiro central e nos passeios públicos, dos lados direito e esquerdo. O diagnóstico iniciou pela entrada da Av. rio Grande, mais precisamente pela Rua São Leopoldo, em direção à praia. Na figura 14 é possível visualizar os mapas da arborização urbana viária contida na Av. Rio Grande, sendo o que a primeira figura é utilizada ortofoto e na segunda a delimitação das quadras.

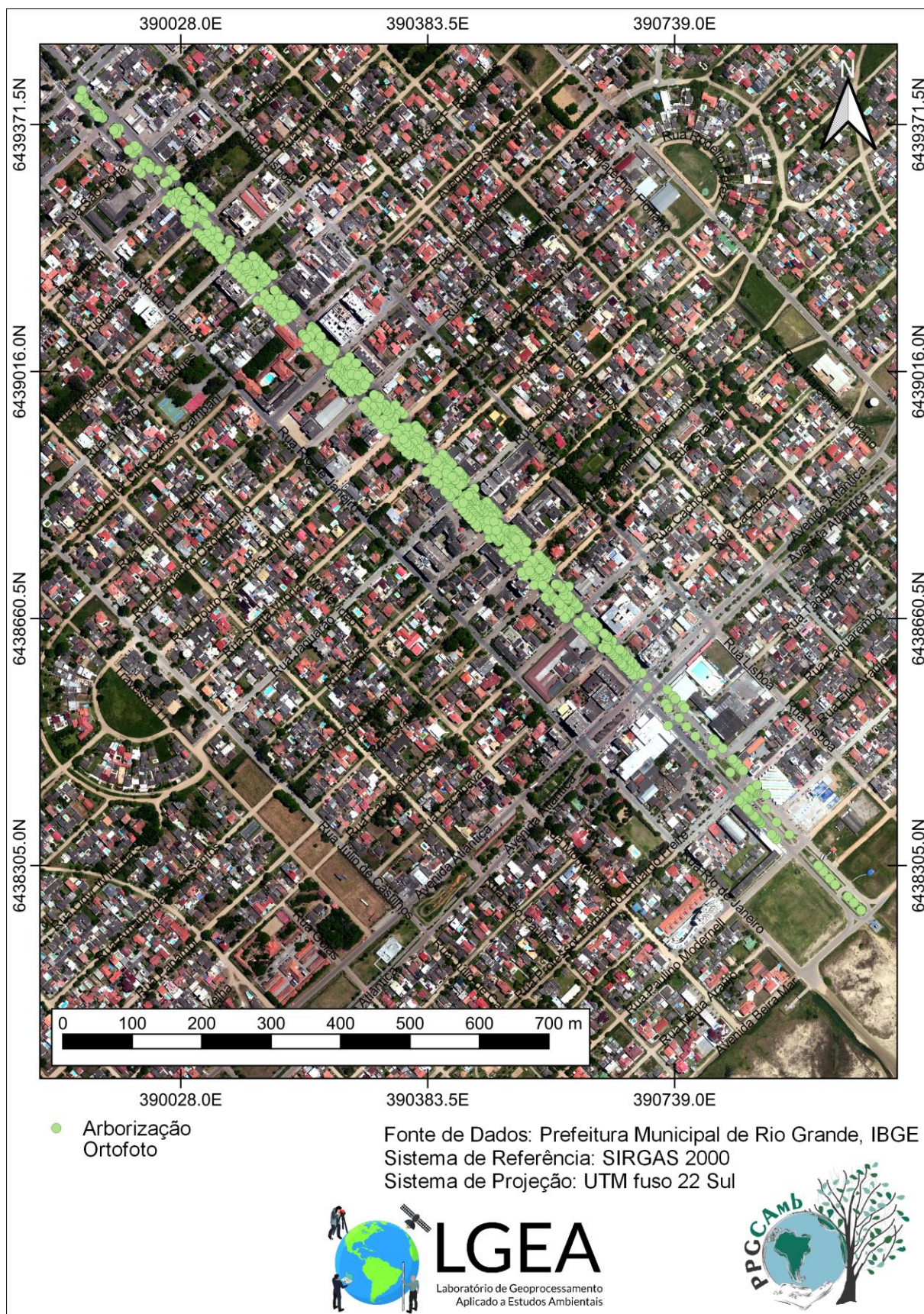


Figura 14 – Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino utilizando ortofoto.
Fonte: Autor.

Quando da fundação do Balneário Cassino e sua expansão e transformação nos séculos XIX e XX, havia uma grande preocupação com a invasão de dunas de areias móveis, o que fez com que a direção da Cia. Estrada de Ferro Rio Grande-Costa do Mar colocasse como prioridade de seus melhoramentos iniciais a arborização de toda a área da, na época Villa Siqueira, de acordo com o plano de arruamento, com o plantio de Pinheiros, Eucaliptos, Acácias, e outras árvores adequadas (Pinheiro, 1999). Desta forma, a Av. Rio Grande, via pela qual se iniciou a fundação do Balneário, apresenta grande concentração de indivíduos arbóreos.

Na Seção I da Lei Municipal 6832/ 2009, que estabelece parâmetros para o plantio de mudas, versa em no Art. 13 e 14, que a distância mínima entre as árvores e os elementos urbanos deverá ser de: (a) 7 m da confluência do alinhamento predial da esquina; (b) 7 m dos semáforos; (c) 1,25 m das bocas- de- lobo e caixas de inspeção; (d) 1,50 m do acesso de veículos; (e) 4 m de postes com ou sem transformadores, de acordo com a espécie arbórea; (f) 3 à 6 m de distância entre árvores, de acordo com o porte da espécie arbórea; (g) 0,6 m do meio-fio viário, exceto em canteiros centrais. Ainda nesta mesma Seção, no Art. 14 que nos passeios públicos o proprietário do imóvel deverá atender à legislação vigente e construir um canteiro em torno de cada árvore de seu lote, atendendo aos seguintes critérios:

I - manter dimensões mínimas de 1,0 m x 1,0 m sem pavimentação;

II - vegetar o canteiro com grama ou forração.

Parágrafo Único - Nos canteiros em que as raízes das árvores estiverem aflorando além de seus limites, o proprietário deverá mediante orientação técnica da Secretaria Municipal do Meio Ambiente: (a) ampliar a área do terreno, e; (b) executar obras para adequar o terreno à forma de exposição das raízes.

Em uma área de 0,057 Km² ou de aproximadamente 1,6 Km extensão linear, a área de estudo possui 695 indivíduos arbóreos. Rossatto, D. R.; Tsuboy, M. S. F.; Frei, (2008) que ao realizarem o levantamento para a cidade de Assis-SP encontraram 1915 indivíduos arbóreos com um índice médio 37,87 árvores por quilômetro, sendo que variaram entre as zonas da cidade de 29,16 e 72,65 por Km linear. Miranda e Carvalho (2009), analisaram a arborização urbana de vias públicas do município de Ponta Grossa-PR, no bairro da Ronda, encontrando 1.891 (mil oitocentos e noventa e um) indivíduos arbóreos presentes em 79 (setenta e nove) vias com um índice de abundância de 55 (cinquenta e cinco) árvores por Km de via.

O Índice de Abundância encontrado na Av. Rio Grande foi de 435 indivíduos arbóreos por km.

Foram identificadas por ordem de ocorrência: *Eucalyptus* spp. (387 indivíduos); *Platanus* sp (80 indivíduos); *Nerum oleander* (43 indivíduos); *Tabebuia avellanedae* (41 indivíduos); *Syagrus romanzoffiana* (28 indivíduos); *Pinus* sp. (20 indivíduos); *Hibiscus rosa-sinensis* (19 indivíduos); *Populus* sp. (14 indivíduos); *Ficus* sp. (11 indivíduos); *Butia capitata* (09 indivíduos); *Tipuana tipu* (07 indivíduos); *Phoenix roebelenni* (05 indivíduos); *Lagerstroemia indica* (04 indivíduos); *Duranta repens* (03 indivíduos); *Washingtonia robusta* (02 indivíduos); *Schinus terebinthifolius* (01 indivíduo); *Melia azedarach* (01 indivíduo); *Ficus elástica* (01 indivíduo); *Yucca* (01 indivíduo); *Phoenix canariensis* (01 indivíduo), além de outras não identificadas (14 indivíduos), conforme é possível observar na Tabela 01 e na Figura 15.

Espécie	Total
<i>Eucalyptus</i> sp.	387
<i>Platanus x acerifolia</i>	80
<i>Nerum oleander</i>	43
<i>Tabebuia avellanedae</i>	41
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	28
<i>Pinus</i> sp.	20
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	19
<i>Populus</i> sp.	14
<i>Ficus</i> sp.	11
<i>Butia capitata</i>	9
<i>Tipuana tipu</i>	7
<i>Phoenix roebelenni</i>	5
<i>Lagerstroemia indica</i>	4
<i>Washingtonia robusta</i>	2
<i>Duranta repens aurea</i>	3
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1
<i>Melia azedarach</i>	1
<i>Ficus elastica</i>	1
<i>Yucca</i> sp.	1
<i>Phoenix canariensis</i>	1
não identificadas	14

Tabela 02- Relação das espécies inventariadas na Av. Rio Grande, Balneário Cassino.

Fonte: Autor

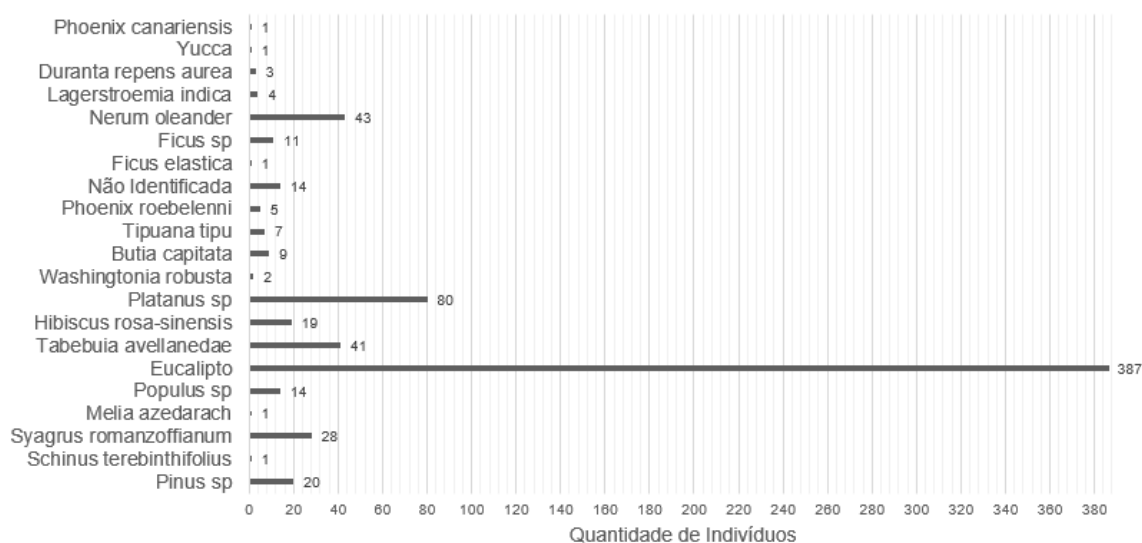


Figura 15- Gráfico quantitativo das espécies inventariadas na Av. Rio Grande, Balneário Cassino.
Fonte: Autor

Na Figura 16 com a utilização ortofoto observa-se a distribuição dos indivíduos arbóreos, e a diversidade de espécies, destacando-se ao longo de toda a área de estudo indivíduos de *Eucalyptus* sp., representando aproximadamente 56% dos indivíduos. Obteve-se o índice de diversidade $\alpha = 7,208$, que de acordo com Amaral, et al. (2013) é considerado um indicador de grande biodiversidade. Assim, mesmo existindo 19 outras espécies arbóreas distintas, essas são espécies de árvores menos prevalentes. Na pesquisa de Cowett e Bassuk (2017), os valores do Índice de Diversidade de Shannon-Weiner em níveis de espécie New Jersey, New York e Pennsylvania, EUA, foram consecutivamente 2,22; 1,91 e 2,15. Os autores ressaltam que a diversidade de árvores, de rua em três estados do nordeste dos EUA apresentam um número relativamente pequeno de espécies e gêneros, e em particular o domínio de bordos (*Acer* spp.). Velázquez et al (2020), esclarece que dominância não é recomendada em comunidades estabelecidas em ambientes urbanos, em que considerando a questão de controle de pragas, se busca uma maior diversidade de espécies. Para Silva & Souza (2018) a baixa diversidade de espécies arbóreas empobrece a paisagem tornando-a monótona, além disso, uma arborização pouco diversificada é mais vulnerável ao ataque de pragas e doenças.

Edson-Chaves et al. (2019) apresentou o índice de diversidade de Shannon-Wiener de 0,505 para Beberibe e 0,418 para Cascavel, índice aponta para a baixa diversidade de espécies nas duas cidades. Ainda, no estudo de Lundgren et al (2013) a concentração da arborização em apenas três espécies como acontece em

Serra Talhada causa alguns problemas no meio urbano, pobre diversidade de floração na cidade, os animais silvestres como aves e pequenos mamíferos não conseguem obter alimentos e, portanto, não circulam entre as árvores, facilidade de ocorrência de pragas e doenças nas árvores.

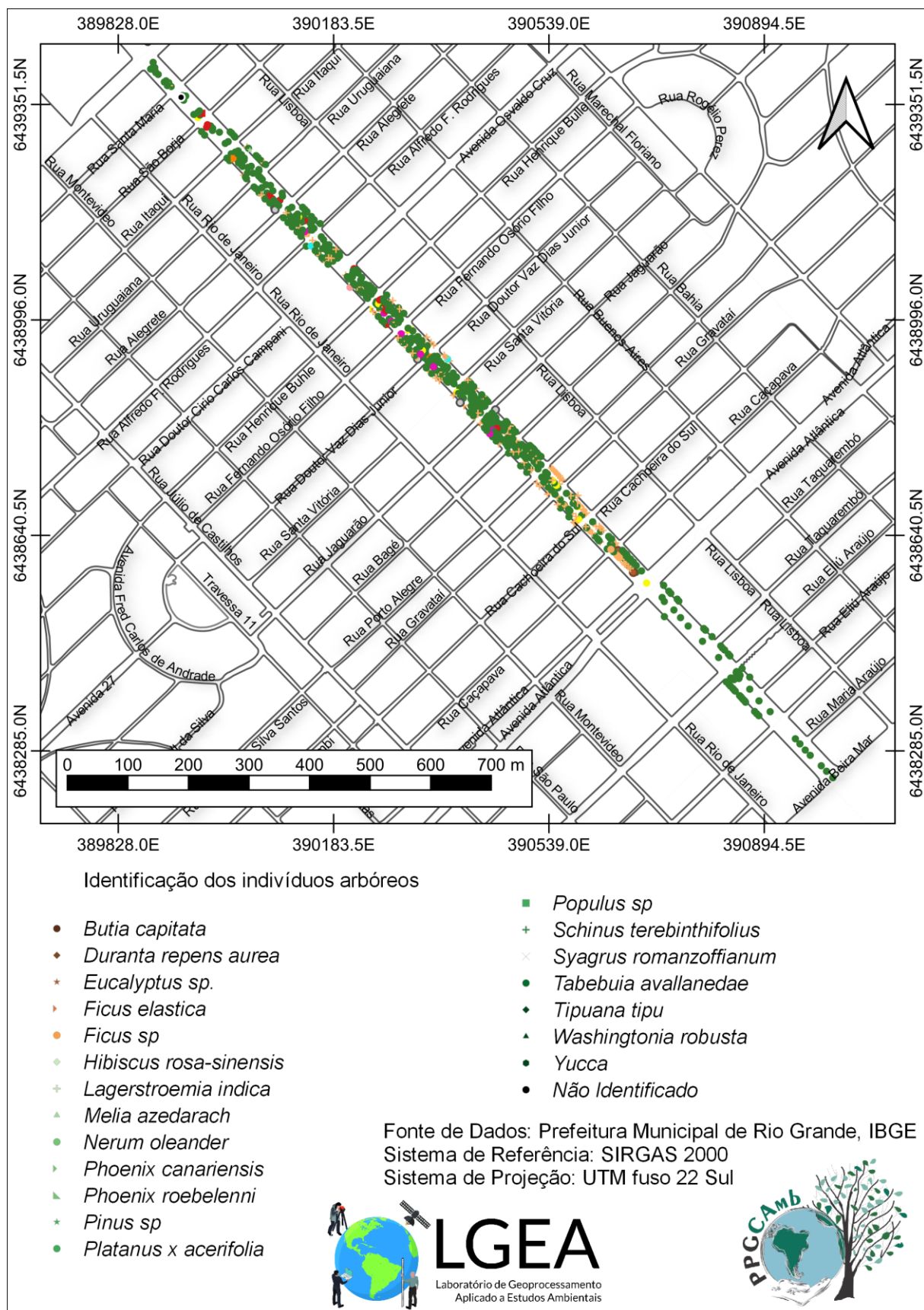


Figura 16 – Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino de identificação dos indivíduos arbóreos.

Fonte: Autor.

5.2.2 Caracterizações dos indivíduos arbóreos

Com relação ao porte das árvores verificou-se que 577 (quinhentos e setenta e sete) árvores são indivíduos adultos que representam 83% do total, 63 (sessenta e três) são arbustos que representam 10% das árvores, 45 (quarenta e cinco) são mudas plantadas a pouco tempo que representam 6,5%, conforme a Figura 17, e 10 (dez) indivíduos que não foram caracterizados de forma adequada no BIC.

Como o maior quantitativo de árvores presentes na Av. Rio Grande são indivíduos adultos, surgem problemas com relação à manutenção, pois acaba havendo uma maior necessidade de podas e a administração pública municipal nem sempre dispõe de recursos ou mesmo de equipes capacitadas para a execução das demandas.

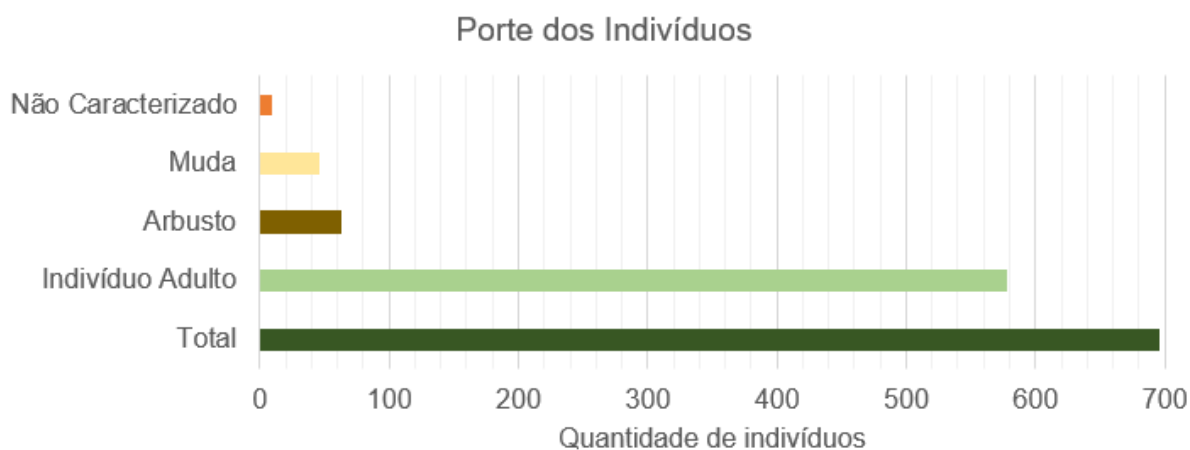


Figura 17- Gráfico quantitativo do porte das árvores inventariadas na Av. Rio Grande, Balneário Cassino.
Fonte: Autor

Do total de árvores quantificadas, 12 são espécies protegidas por lei e as outras 680 não são protegidas por lei e 3 são não identificadas, conforme a Figura 18 e 21. Dos 12 indivíduos arbóreos protegidos por lei 100% deles são da espécie *Ficus* sp. (Figura 19). De acordo com Lorenzi (2009), a Figueira é produz anualmente moderada quantidade de sementes, amplamente disseminadas por pássaros através de seus excrementos.

Institui o Art. 28 da Lei Municipal nº 6.832 de 2009, que dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana do Município do Rio Grande, que a poda de espécies imunes ao corte, como as espécies de Figueiras (*Ficus* sp.) requerem Autorização ou Licenciamento Ambiental através do órgão ambiental competente. De igual forma

a Lei Estadual nº 9.519 de 1992, que regulamenta o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências, em seu Art. 33 proíbe em todo o Estado do Rio Grande do Sul, o corte das espécies nativas de Figueira, do gênero *Ficus*.



Figura 18- Gráfico quantitativo das árvores inventariadas na Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto a proteção legal.
Fonte: Autor



Figura 19- Figueira inventariada na Av. Rio Grande, Balneário Cassino.
Fonte: Autor

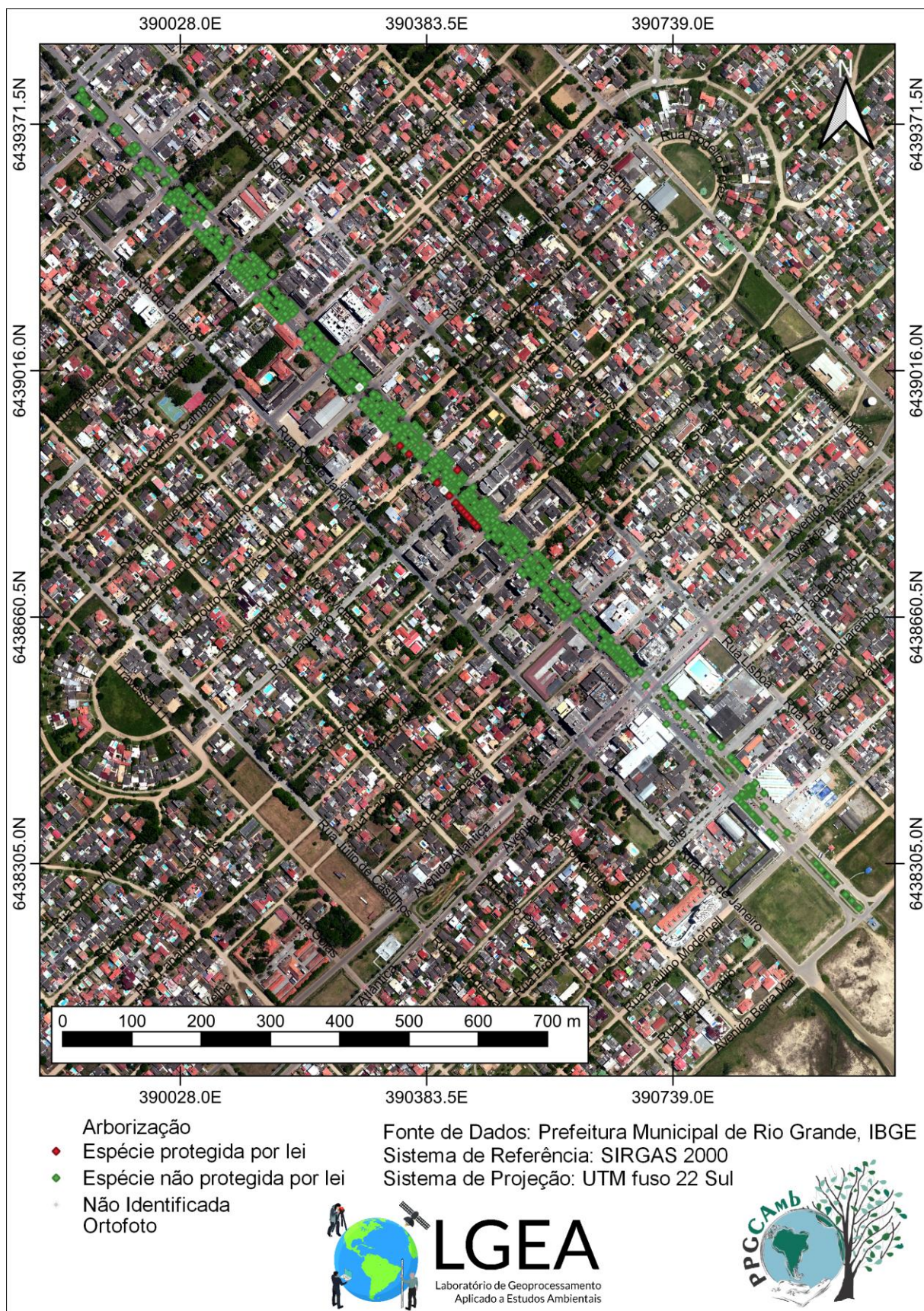


Figura 20 – Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto a proteção legal.
 Fonte: Autor.

Ainda, observou-se que 582 árvores são de origem exótica, aproximadamente 84% do total de árvores levantadas, e 99 árvores nativas, somente 14%, e 14 não identificadas, como mostra a Figura 21 e a Figura 22. No estudo de Miranda e Carvalho (2009), que inventariou a arborização viária de três bairros em Ponta Grossa: Centro, Olarias e Estrela, dos 5067 indivíduos arbóreos somente 1781 eram nativos, entorno de 35% do total de árvores levantadas. Rossatto et al (2008), encontrou em sua análise em número de espécies em Assis-SP, que as plantas exóticas são mais predominantes na arborização da cidade com 31 (trinta e uma) espécies representando 61,82%, porém, quando se pensa em número absoluto de árvores, as espécies nativas superam o número das espécies exóticas na proporção de 4 para 1.

O plantio de espécies exóticas apresenta uma série de desvantagens que vão desde o fato destas não possuírem predadores naturais, podendo se multiplicar sem controle e se tornar praga, também em função das características de desenvolvimento, têm a possibilidade de proliferação descontrolada. E ainda por competirem, principalmente pelo espaço, de maneira desigual a das espécies nativas. Para Tavares (2014) a utilização de espécies exóticas no paisagismo e na arborização das cidades pode ocasionar invasões biológicas que contribuem para a exclusão de espécies nativas, reduzindo assim a biodiversidade local.

No estudo de Lundgren et al (2013), a espécie mais comum encontrada foi o figueira (*Ficus benjamina*) com 5641 indivíduos, seguido do nin indiano (*Azadirachta indica*) com 1254 indivíduos e em terceiro lugar temos a acácia (*Acacia podarylii folia*) com 662 indivíduos. Essas três espécies exóticas acumulam um percentual de 91% das espécies existentes no município, trazendo consequências indesejáveis como o ataque de mosca branca.

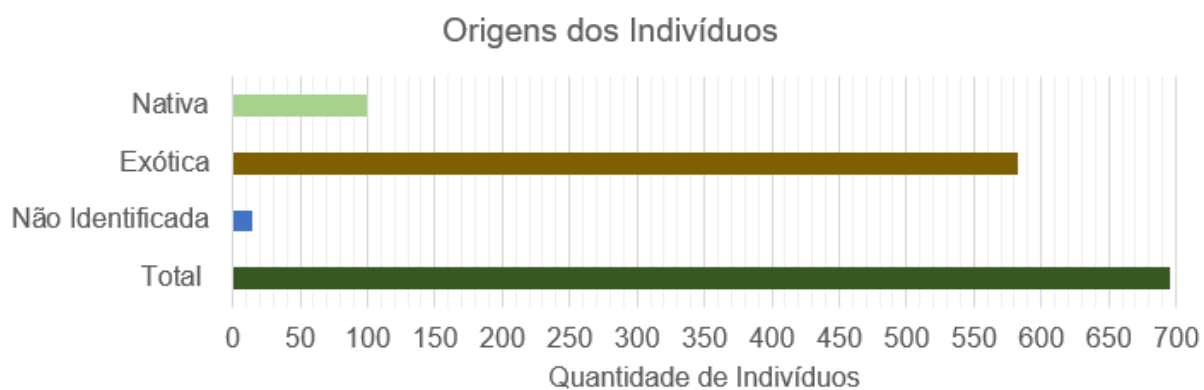


Figura 21 – Gráfico do quantitativo das árvores inventariadas na Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto a origem.

Fonte: Autor

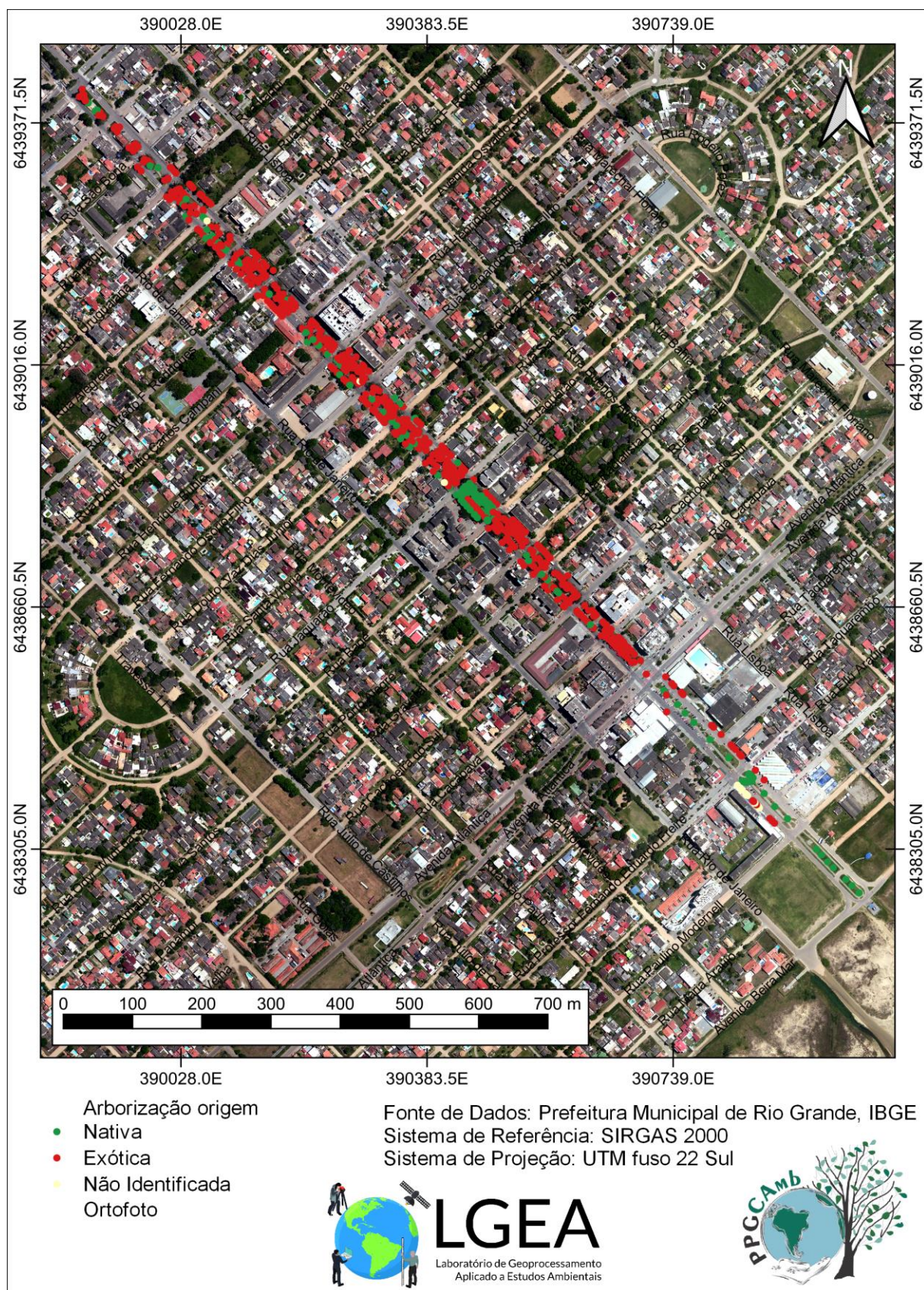


Figura 22 – Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto a origem.
Fonte: Autor.

5.2.3 Estados fitossanitário dos indivíduos arbóreos

Na observação quanto aos estados fitossanitários foram examinados a ocorrência de pragas, doenças e parasitas, também a aparência de podridão e de lesões nos troncos e raízes.

No Figura 23 e na Figura 24 é possível observar que quanto ao estado fitossanitário, 541 árvores estão saudáveis, 107 estão em estado ruim e 47 estão mortas.

Para Meneghetti (2003) os fatores relevantes que afetam o estado fitossanitário das árvores presentes em ambiente urbano são as condições do solo, como compactação e contaminação, podas drásticas ou mal executadas, pouca abundância de espécies, além de depredação dos indivíduos e estresse hídrico.

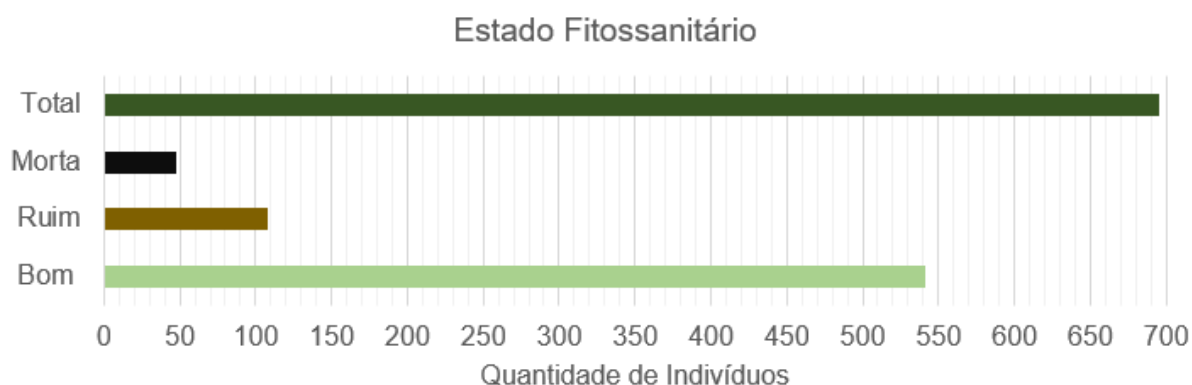


Figura 23- Gráfico do quantitativo das árvores inventariadas na Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto ao estado fitossanitário.

Fonte: Autor

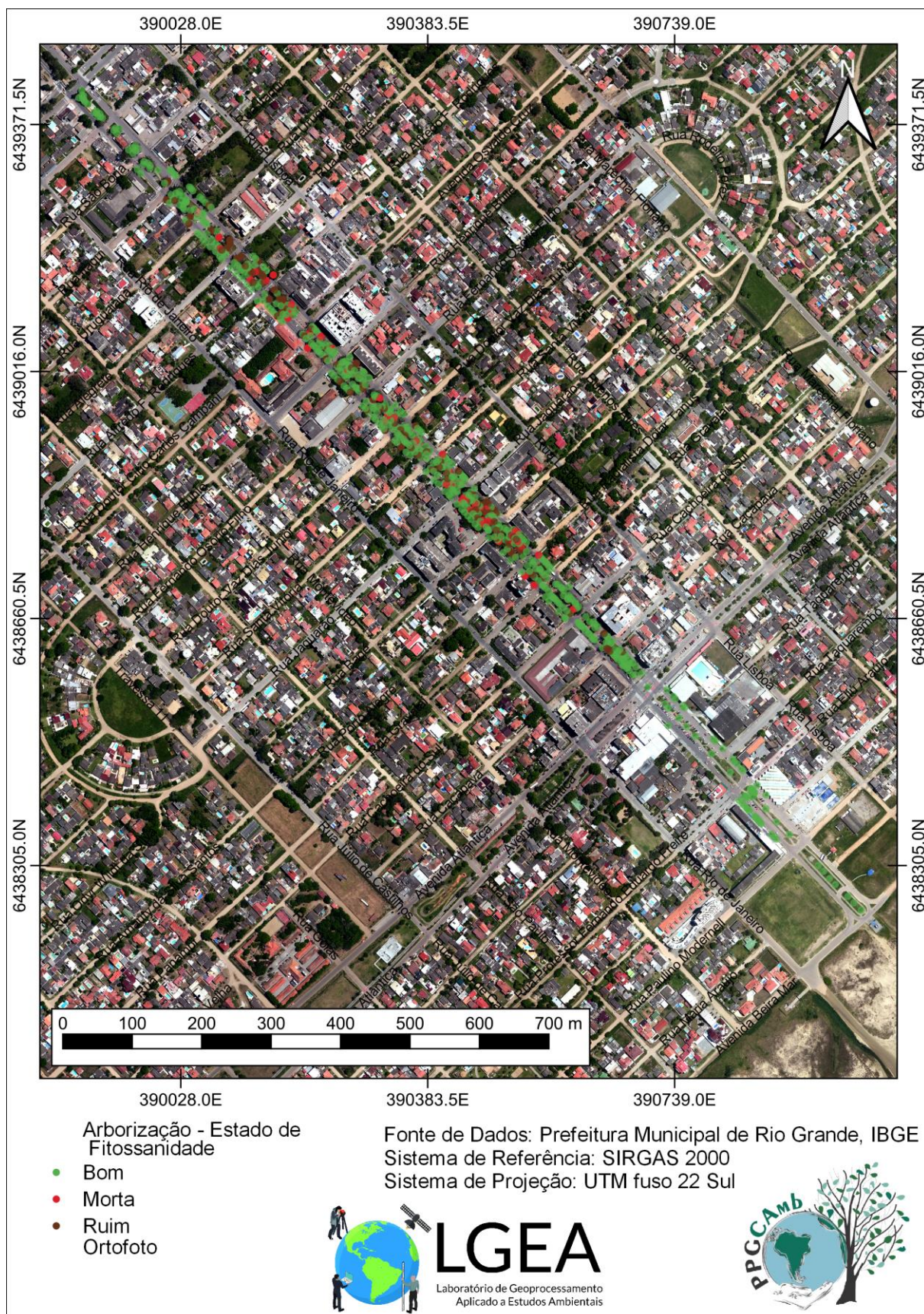


Figura 24 – Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto ao estado fitossanitário.
Fonte: Autor.

5.2.4 Identificação e quantificação de conflitos da arborização com os elementos urbanos

No tocante aos conflitos apresentados com relação ao ambiente urbano, foi possível identificar: 144 árvores em conflito com a rede elétrica; 1 árvore em conflito com a drenagem urbana; 23 árvores em conflito com placas de sinalização; 326 árvores em conflito com o passeio público; 74 árvores em conflito com edificações, além de 176 árvores outros conflitos, conforme ilustrado na Figura 25. Foram verificadas 76 árvores contendo nidificações. Miranda e Carvalho (2009), encontraram no levantamento qualitativo que 25% dos indivíduos apresentam algum tipo de conflito, muitos destes, devido à manutenção incorreta.

É possível verificar com os resultados identificados que o conflito das árvores com o passeio público é o que mais se acentua, seguido pelo conflito com a rede elétrica e posteriormente com os conflitos edificações, placas de sinalização e drenagem urbana. Também em grande quantidade foram verificadas espécies que apresentam outros conflitos com as estruturas urbanas, ninhos de aves, lâmpadas refletoras, postes, entre outros. Cabe salientar que em alguns casos o mesmo indivíduo apresentou um ou mais conflitos.

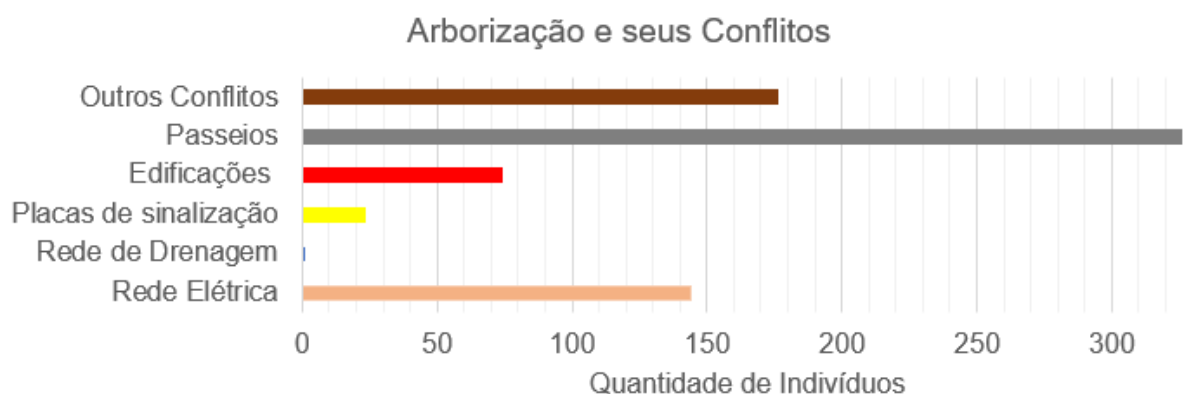


Figura 25- Gráfico do quantitativo das árvores inventariadas na Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto aos conflitos com o ambiente urbano.

Fonte: Autor

Para Brito (2007), o plantio de árvores nos municípios é complexo, principalmente no que se refere a conciliação destas com os equipamentos urbanos.

Silva et al. (2016) considera que um dos principais problemas existentes na arborização urbana viária está relacionado com o confronto do espaço físico entre as árvores, com calçamentos, redes aéreas de distribuição de energia, fachadas e

edificação. Para PAGLIARI (2013) o planejamento inadequado para o plantio de árvores na grande maioria dos municípios brasileiros vem ocasionando diversos problemas nas redes de distribuição de energia elétrica, telefônica, calçadas, sistemas de abastecimento de água e esgoto, ainda problemas relacionados à saúde pública, causando muitas despesas para o poder público como serviços de manutenção, substituição e remoção.

De acordo com Oliveira et al. (2016) as condições térmicas proporcionadas estão relacionadas ao porte da árvore plantada, isto é, quanto maior o porte, melhores serão as condições térmicas, no entanto as possibilidades de conflito com as fiações elétricas, também serão maiores. O distanciamento entre as árvores e a rede elétrica é solucionada com a poda, no entanto esta pode afetar a saúde das árvores, já que na maioria das ocasiões ocorre de forma drástica (MASCARÓ, 2002).

Sampaio (2006) recomenda que o cultivo de árvores ocorra de forma planejada, excluindo plantios em frente de placas e que seja realizado o alinhamento das mudas, ainda a execução de podas de formação e condução. Os conflitos da arborização urbana viária decorrem do emprego de espécies impróprias para o passeio público e principalmente pela insuficiência de espaço no entorno da muda (CEMIG, 1996). Os danos em canteiros, passeios públicos e pavimentos, ocasionados pela elevação das raízes é um problema comum nas cidades brasileiras (Santos et al., 2015; Periotto et al., 2016; Damo, Hefler e Jacobi, 2015).

Na Figura 26 observa-se três exemplos de conflitos da arborização com a rede elétrica. No item a) um Plátano de médio porte. No item b) uma Figueira árvore de grande porte, podendo variar de 30 metros de altura foi plantada no passeio público, local considerado inapropriado para espécies de grande porte. No item c) uma espirradeira um arbusto que pode variar de 3 a 5 metros de altura.



Figura 26- Observação de exemplos de conflitos da arborização com a rede elétrica.
Fonte: Autor.

Podemos verificar no mapa (Figura 27) que os conflitos com a rede elétrica são mais significativos nos passeios laterais da Av. Rio Grande, e estão atrelados não a uma única espécie arbórea, mas ao porte desses indivíduos.

A da Lei Municipal nº 6.832 de 2009, que dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana do Município do Rio Grande, no Anexo I, dispõe apenas sobre as Especificações mínimas das mudas para plantios em vias públicas e não dimensões para os indivíduos na fase adulta. Assim o plantio instruído pelos Artigos 10, 11, 12, 13, 14 e 15 da referida lei, e quando atendidos minimizam os conflitos com os elementos urbanos. São as especificações do mencionado Anexo:

1. Palmeiras

Altura do estipe (caule sem ramificações): 3,0 m

Altura total: 4,0 m

Diâmetro a 1,3 m do solo: 0,15 m

2. Outras espécies arbóreas

Altura do fuste (distância entre a base da árvore e o início da copa): 1,80 m

Altura total: 2,20 m

Diâmetro a 1,3 m do solo: 0,02 m

No estudo realizado em Santarém, Pará, 20% dos indivíduos arbóreos estudados apresentaram situações de conflito com a rede elétrica, sendo que 13% apresentaram potencial para um conflito futuro com a rede devido ao seu crescimento e 67% ausente (Pimentel, 2020).

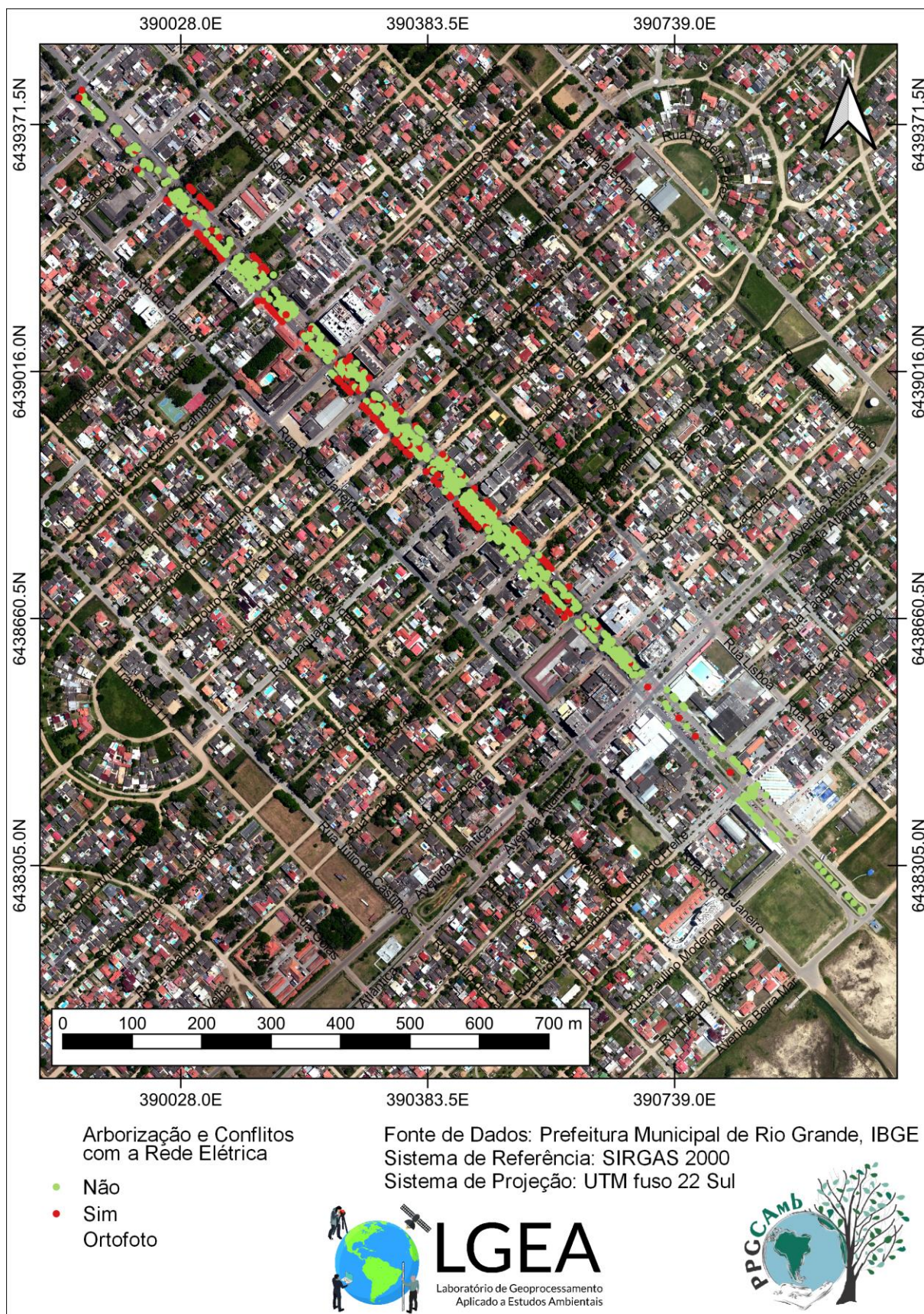


Figura 27 – Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto aos conflitos com a rede elétrica.

Fonte: Autor.

Ainda nesse contexto dos conflitos com a rede elétrica, Locastro (2016), em seu estudo realizado no Município de Centenário do Sul, Paraná, verificou-se que aproximadamente 17% dos indivíduos inventariados apresentam contato com a fiação e, portanto, interferem na passagem do cabeamento aéreo. A percentagem de indivíduos arbóreos na Av. Rio Grande que apresentam conflito com a rede elétrica é de aproximadamente 21%, similar a outras pesquisas no país.

Na Figura 28 verificamos um conflito arborização com a drenagem pluvial. Esse é um tipo de conflito mais difícil de ser detectado por muitas vezes não ser visível. Na Figura 29 percebemos que o caso identificado na Figura 29, foi o único entre 695 indivíduos.



Figura 28: Observação do exemplo de conflito da arborização com a drenagem pluvial
Fonte: Autor.

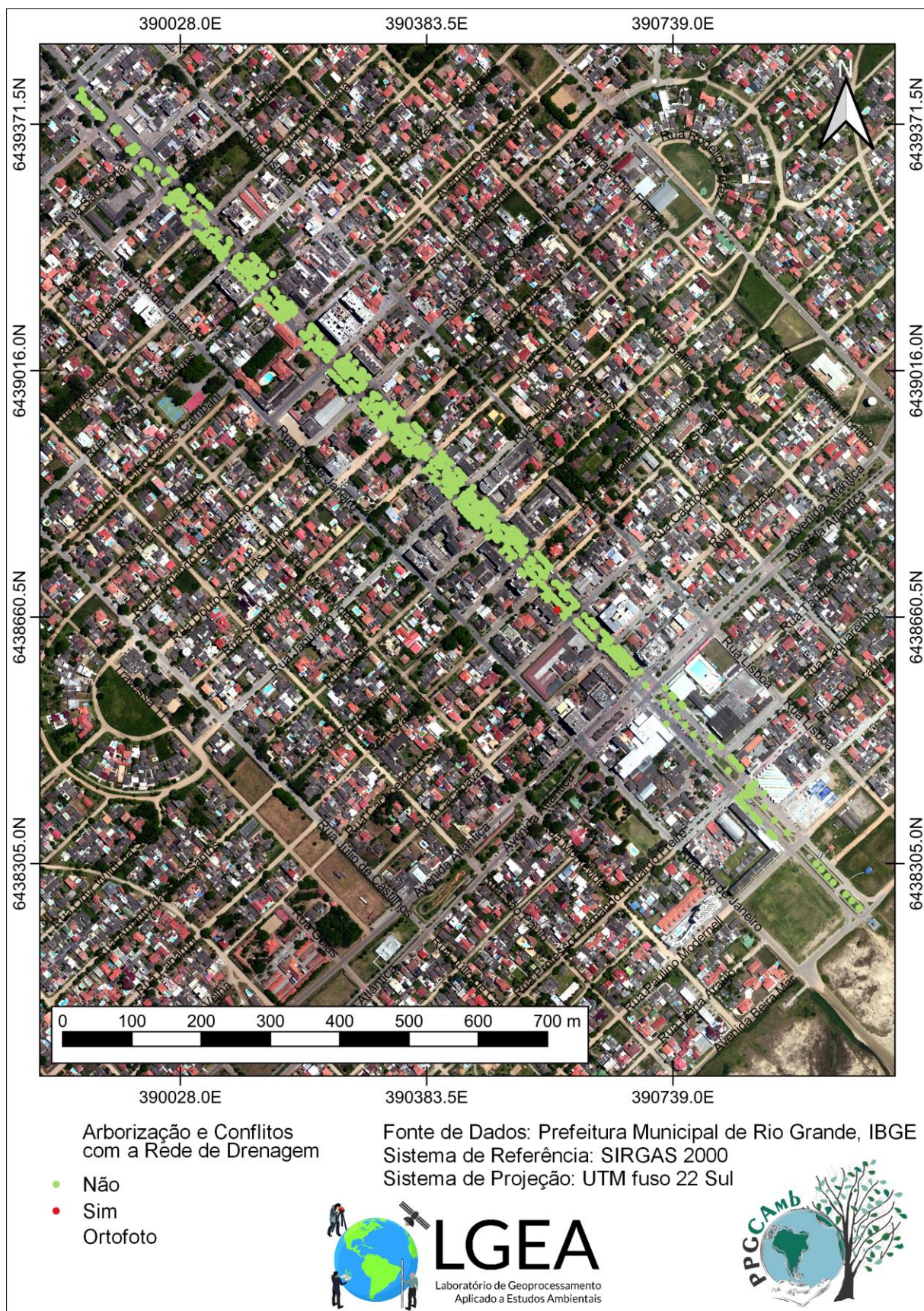


Figura 29 – Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto aos conflitos com a drenagem pluvial.

Fonte: Autor.

Na Figura 30, observa-se os conflitos existentes na Av. Rio Grande com placas de sinalização, o que ocasiona a necessidade de podas mais invasivas e em outros casos a interação física da árvore com as placas tornou-se parte do cenário. Percebemos que esses conflitos ocorrem em vários pontos da avenida, geralmente próximo a cruzamento de vias (Figura 31).

Em estudo realizado no Município de Centenário do Sul, Paraná, ao todo 2,23% (93 espécimes) dos indivíduos analisados apresentaram algum grau de interferências quanto à visualização de placas no meio urbano (Locastro, 2016).



Figura 30: Observação de exemplos de conflitos da arborização com placas de sinalização.
Fonte: Autor.

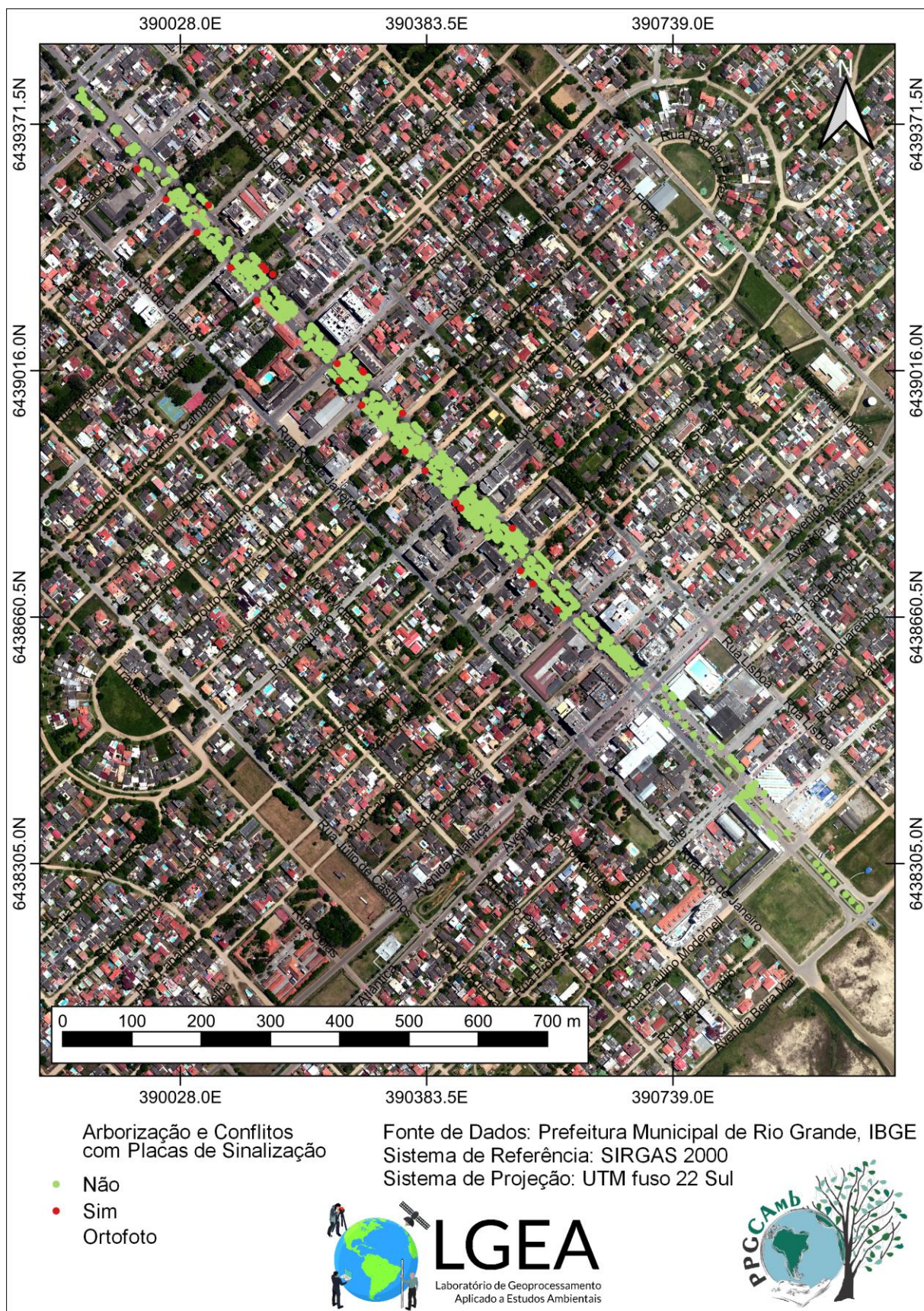


Figura 31 – Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto aos conflitos com placas de sinalização.

Fonte: Autor.

Na Figuras 32 e 33, verificamos que existe um percentual elevado de indivíduos arbóreos que apresentam conflitos com o passeio, entorno de 47%. Essas interações da arborização com o passeio podem causar levantamento da estrutura do passeio podendo causar acidentes a que usa essa área e/ou dificuldade para o deslocamento de pessoas com deficiência locomotora. Tal conflito também exige da Secretaria de Município do Cassino a necessidade maior de manutenção desses passeios e programação nos casos mais sérios de corte de parte das raízes.



Figura 32: Observação de exemplos de conflitos da arborização com o passeio público.

Fonte: Autor

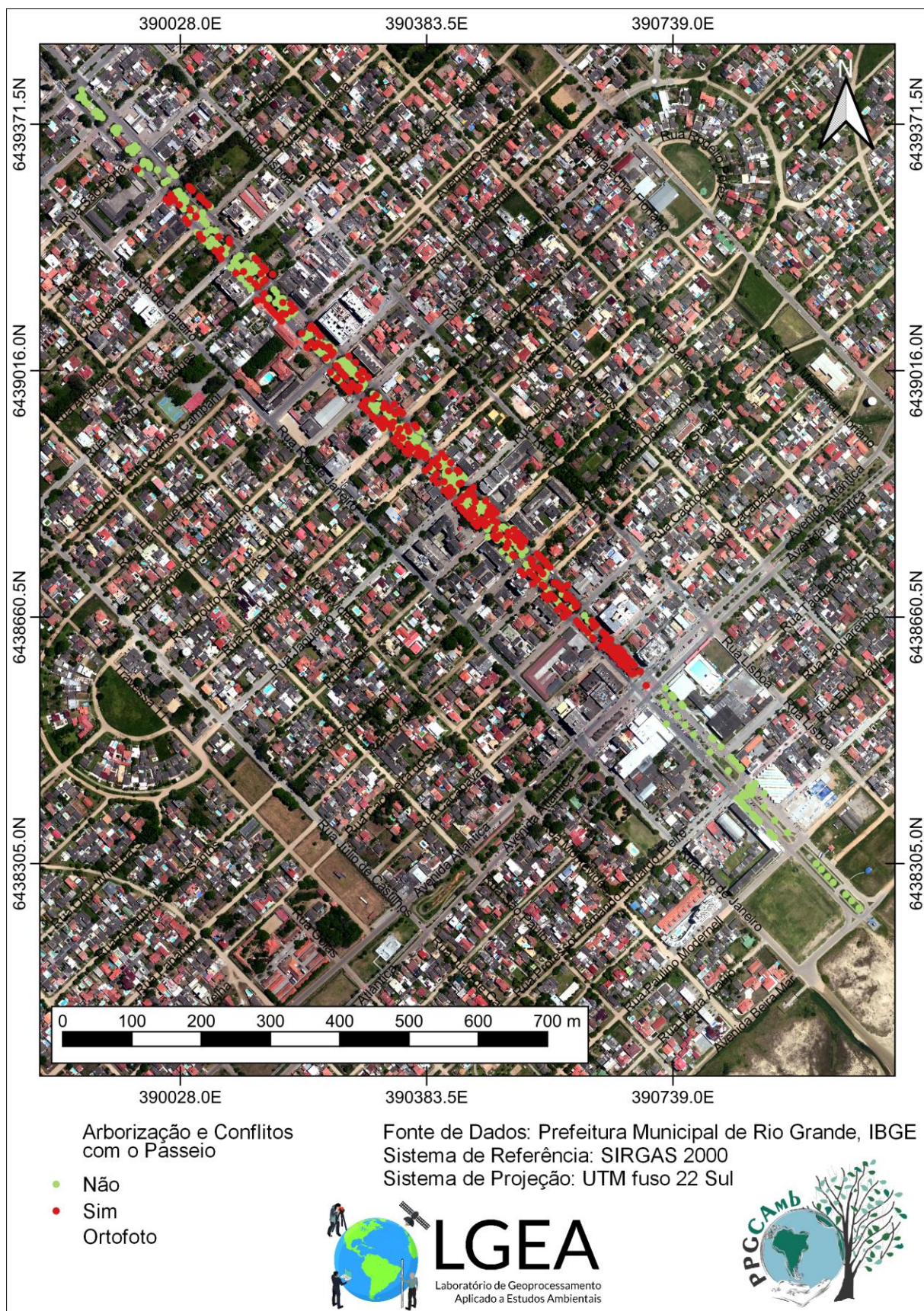


Figura 33 – Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto aos conflitos com o passeio público.

Fonte: Autor.

No estudo realizado na região central do Município de Imperatriz, Maranhão, ao avaliar as condições das raízes no pavimento, notou-se que 85,35% das árvores não causam interferência ao passeio, 5,55% a raiz se apresenta superficial, mas não danificam a calçada, 7,45% quebram a calçada e 1,64% destroem o pavimento. Apesar da maioria dos indivíduos estarem ausentes de conflitos com o pavimento, não se descarta a hipótese de que futuramente sejam ocasionados danos ao calçamento presente na cidade (Silva et al, 2018).

Em estudo realizado no Município de Centenário do Sul, Paraná, na área de estudo aproximadamente 14,49% dos indivíduos apresentaram conflito com a circulação de pedestres, 0,73% atrapalham a passagem de veículos nas vias urbanas e 1,09% provocam conflitos em ambos (Locastro, 2016).

Em Valença, no estado do Rio de Janeiro, o bairro centro apresenta diversidade de vias, com dimensões variadas e um número relativamente grande de vias e calçadas mais estreitas, também um pouco mais largas, com usos bastante diversificados, mas com predominância residencial. Neste estudo foi observado que mais de 60% das vias apresentaram calçadas com larguras inferiores a 2,0 m, o que torna a possibilidade de arborização e o seu manejo um desafio complexo (Cunha et al, 2020)

Em Cafeara, Paraná, no estudo para a avaliação do uso sustentável da arborização urbana, verificou-se que a espécie *Ficus benjamina* L. apresentou sérios problemas quanto ao calçamento, sendo a espécie mais conflituosa com equipamentos públicos na área de estudo (Locastro et al, 2017).

Os conflitos com edificações existem em diversos pontos da Av. Rio Grande (Figura 34 e 35), contabilizando 74 casos com edificações públicas e privadas. Dentre os conflitos identificados tem-se risco a danos a estruturas, e outros casos como quebra de telhas.



Figura 34: Observação de exemplos de conflitos da arborização com edificações.
Fonte: Autor

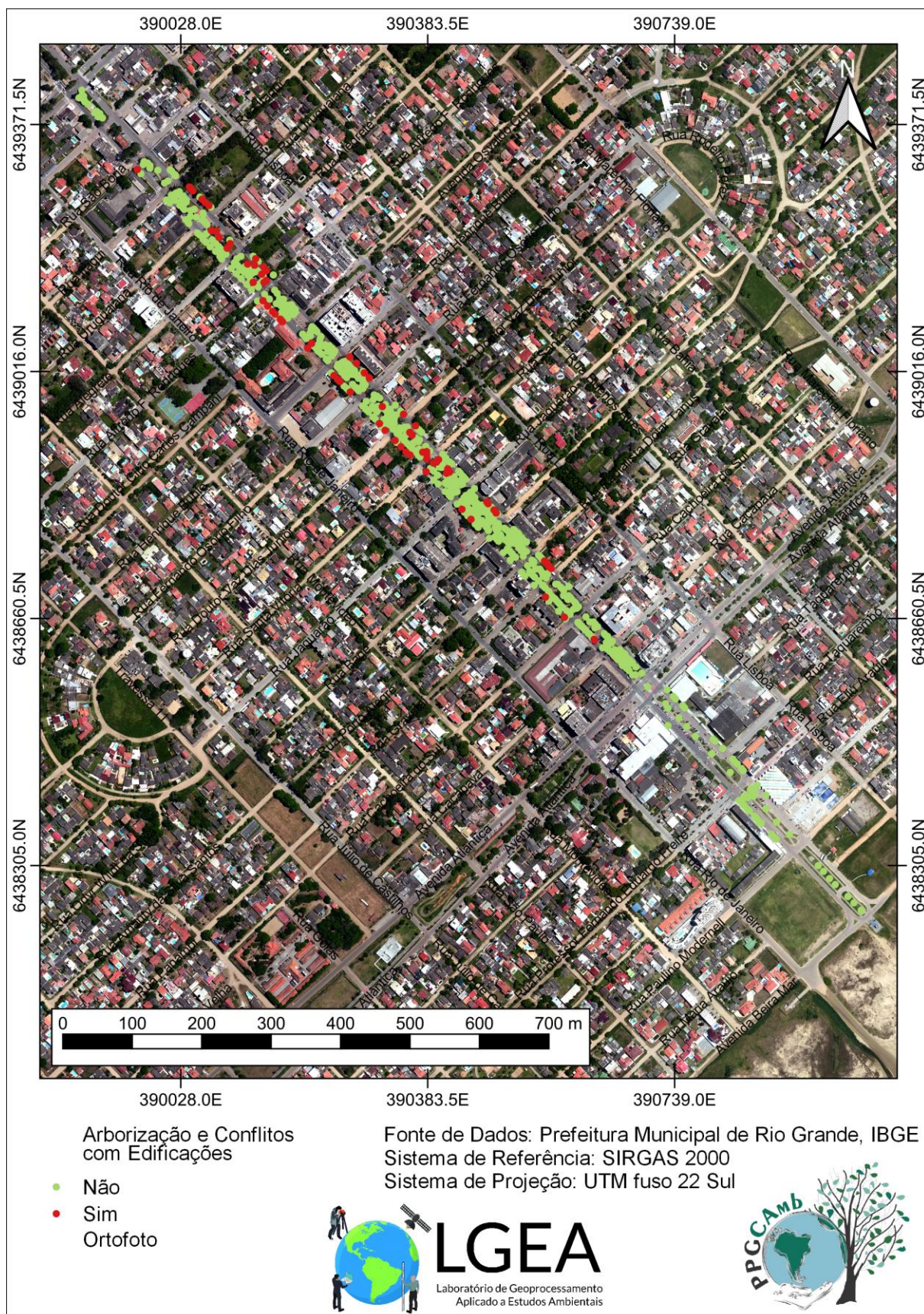


Figura 35– Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto aos conflitos com edificações.

Fonte: Autor.

Foi relatado por Guimarães (2019) no estudo realizado no bairro do Grajaú, no Rio de Janeiro, onde existem árvores antigas, de grande porte e não houve o planejamento prévio no desenvolvimento da urbanização acompanhando o crescimento da arborização, identificou-se que em muitas ocasiões o espaço disponível de calçada para o desenvolvimento de uma espécie arbórea é insuficiente, a copa do exemplar arbóreo acaba em conflito com janelas, telhados ou outras estruturas do imóvel, tal conflito pode ocasionar danos ao imóvel como quebra de telhas, janelas e outros danos físicos. Ainda, o principal conflito existente é com a fachada, foram detectados 789 indivíduos, em seguida, com maior número de ocorrência é conflito com a via, 438 árvores e o terceiro lugar o conflito com o telhado, com 423 indivíduos.

Também no estudo realizado na região central do Município de Imperatriz, Maranhão, já citado anteriormente, demonstrou que 59,41% (521 árvores) envolve interferências sobre a construção devido à falta de condução e manutenção das espécies implantadas em calçadas. Além disso, verifica-se que 15,05% (132 árvores) conflitam com poste, 12,20% (107 árvores) obstrui o acesso à garagem e 4,22% (37 árvores) retira a visibilidade da sinalização, conflitos com a marquise e sinalização se igualam com 3,31% (29 árvores) cada um (Silva et al, 2018).

Muitos indivíduos arbóreos possuem conflitos com outros elementos do ambiente urbano ou mais de um elemento, como podemos observar na Figura 36 e 37. A interação com postes, ciclovia, meio fio, placas de publicidade, refletores, fios de iluminação de decoração, rede elétrica subterrânea, são comumente encontrados na área de estudo.

Alguns indivíduos arbóreos em função da sua inclinação do tronco durante o crescimento em direção as vias causam problemas de visibilidade aos condutores e exigem um processo de poda em períodos mais curtos para evitar risco ao trânsito. Ressaltando que esses indivíduos ainda durante eventos extremos de chuvas e vento tem maior risco a essas vias.



Figura 36: Observação de exemplos de outros conflitos da arborização com o ambiente urbano.
Fonte: Autor.

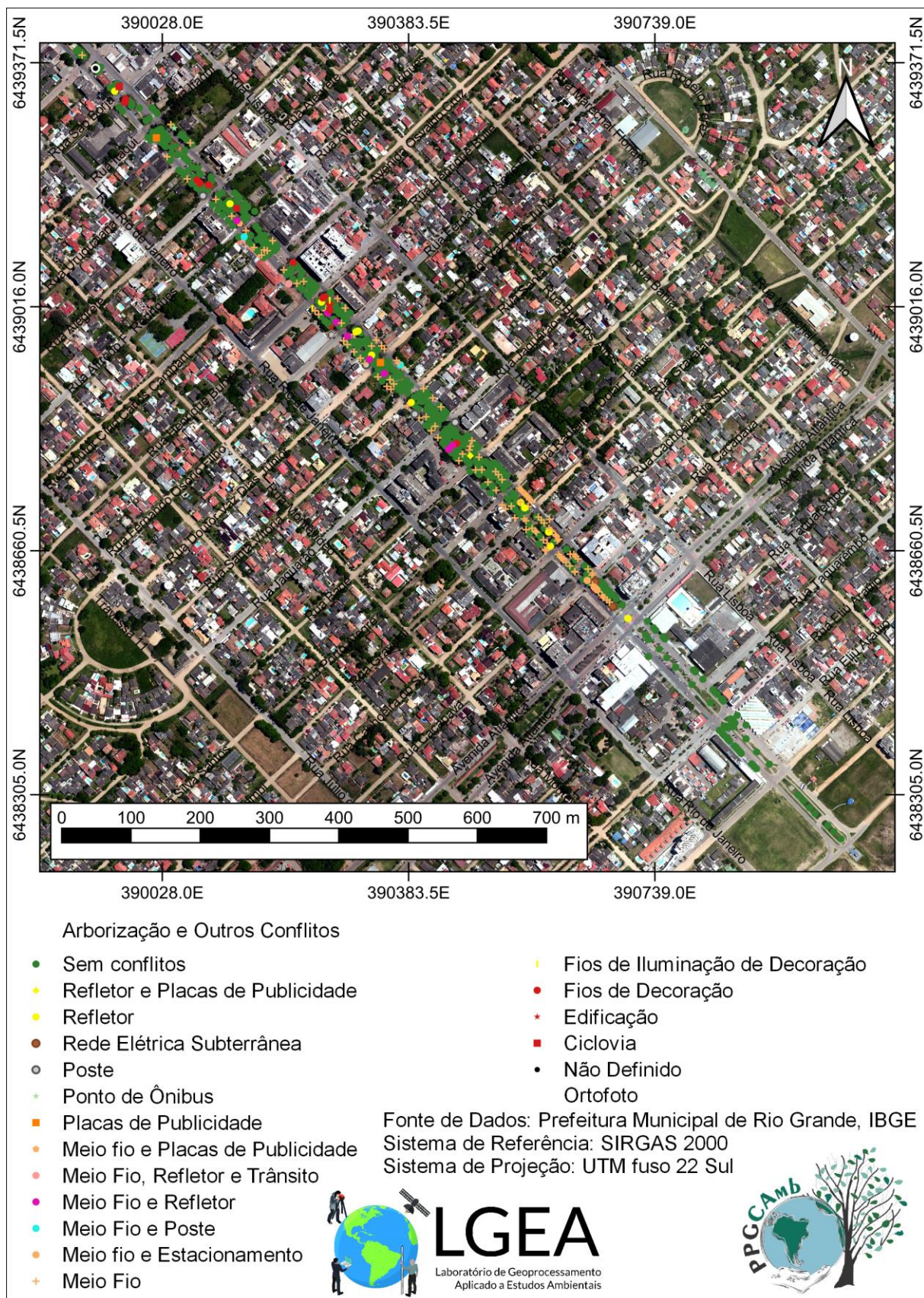


Figura 37– Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário Cassino quanto outros conflitos.
 Fonte: Autor.

A região da Av. Rio Grande também é rica em uma grande diversidade de aves. Essa presença fica clara ao percorrer a avenida e avistarmos uma série de ninhos (Figura 38), em que a presença de caturrita (*Myiopsitta monachus*) é comum. No estudo de Votto et al. (2006), os autores observaram Campus Carreiros da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, ao longo de 6 anos 120 espécies de aves, com os maiores valores verificados na primavera e verão e são devidos à presença de espécies migratórias na área, diversidade que acreditam entre outros aspectos ser em função da proximidade ao estuário da Laguna dos Patos, a Praia do Cassino e as dunas. Na Figura 39 percebe-se a distribuição dos 79 ninhos ao longo da avenida localizados em 97% em eucaliptos.



Figura 38: Observação de exemplos de conflitos da arborização com nidificações.
Fonte: Autor

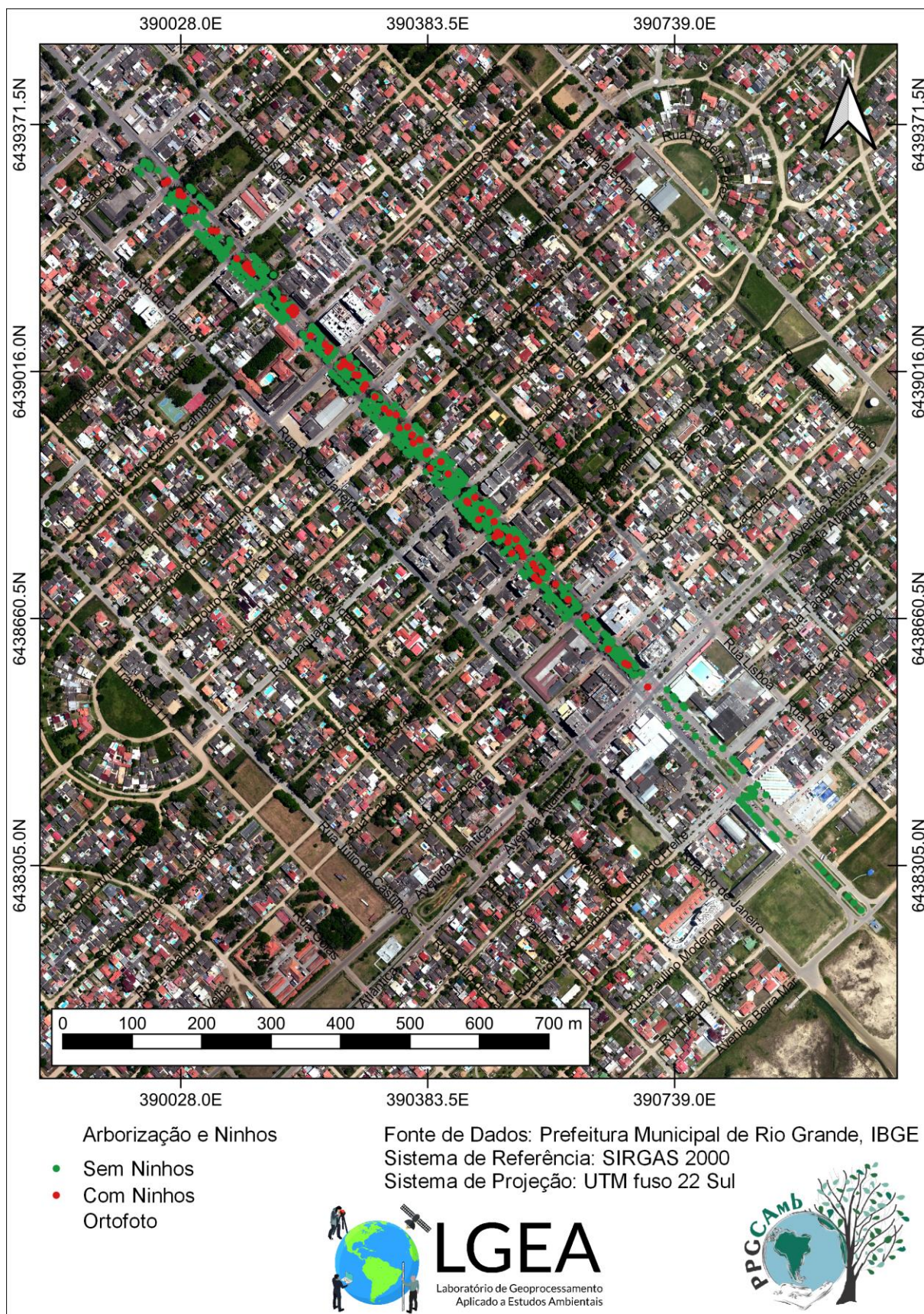


Figura 39– Mapa arborização Av. Rio Grande, Balneário quanto aos conflitos com nidificações.
Fonte: Autor.

Vale ressaltar que o processamento dos dados coletados em campo foi realizado de forma distinta ao planejado, tendo em vista que as imagens fornecidas pela empresa não continham todos os dados de laser necessário para a execução da confecção dos mapas temáticos. Do total de 695 (seiscentos e noventa e cinco) árvores quantificadas no levantamento amostral, estavam disponíveis os dados de apenas 154 (cento e cinquenta e quatro) árvores na área total da Avenida Rio Grande.

5.3. Subsídio para a gestão da arborização urbana

Nessa sessão são apresentadas as vantagens da utilização do mapeamento ambiental urbana para o gerenciamento do espaço junto a Secretaria de Município do Cassino e suas atividades diárias. Pois, como corrobora Tanhuanpää et al (2014), um cadastro atualizado oferece uma ferramenta eficiente na alocação de operações de manutenção (irrigação, poda, etc.) e também na consideração de árvores, por exemplo, quando da manutenção da infraestrutura urbana.

No desenvolvimento dessa pesquisa se verificou a importância da análise da arborização por quadras para entender o contexto de cada indivíduo arbóreo. Já que as condições de crescimento e tratamentos de árvores urbanas variam de árvore para árvore, o que afeta a aparência e crescimento das árvores (Tanhuanpää et al, 2014). Assim, na Figura 40, observa-se a Quadra 68 da Av. Rio Grande discriminados seus indivíduos arbóreos e seus conflitos. Nessa quadra foram mapeados problemas da arborização com refletores, meio fio, e fios de iluminação de decoração. Ressalta-se que esse mapeamento quadra a quadra também serve como verificação do levantamento de campo, pois o processo de cadastro é contínuo e está propenso a erros durante a coleta de dados.

Nessa quadra podemos perceber que um dos indivíduos arbóreos precisa ser verificado novamente em campo para ter suas informações validadas, pois foi listado como meio fio em uma área improvável. No entanto, mesmo com a necessidade de verificação de alguns indivíduos arbóreos realizou-se o levantamento de diversas características para as árvores da Av. Rio Grande anteriormente inexistentes. E futuramente esperasse que o cadastro temático da arborização urbana seja implementado junto ao CTM do município, seguindo o exemplo da Finlândia, em que a Divisão de Rua e Parque da cidade de Helsinque, que segundo Saarinen et

al. (2014), mantém um registro digital de árvores (aproximadamente 40.000 árvores), que inclui árvores que estão situadas nas margens das estradas e algumas das árvores em os parques, sendo que os dados de registro de árvore incluem informações sobre a espécie, altura, diâmetro na altura do peito (DBH) e localização. E que de acordo com os mesmos autores, os dados do registro de árvores são usados no planejamento urbano e ambiental, na localização de árvores antigas que são perigosas (para os cidadãos) e no monitoramento da biodiversidade.

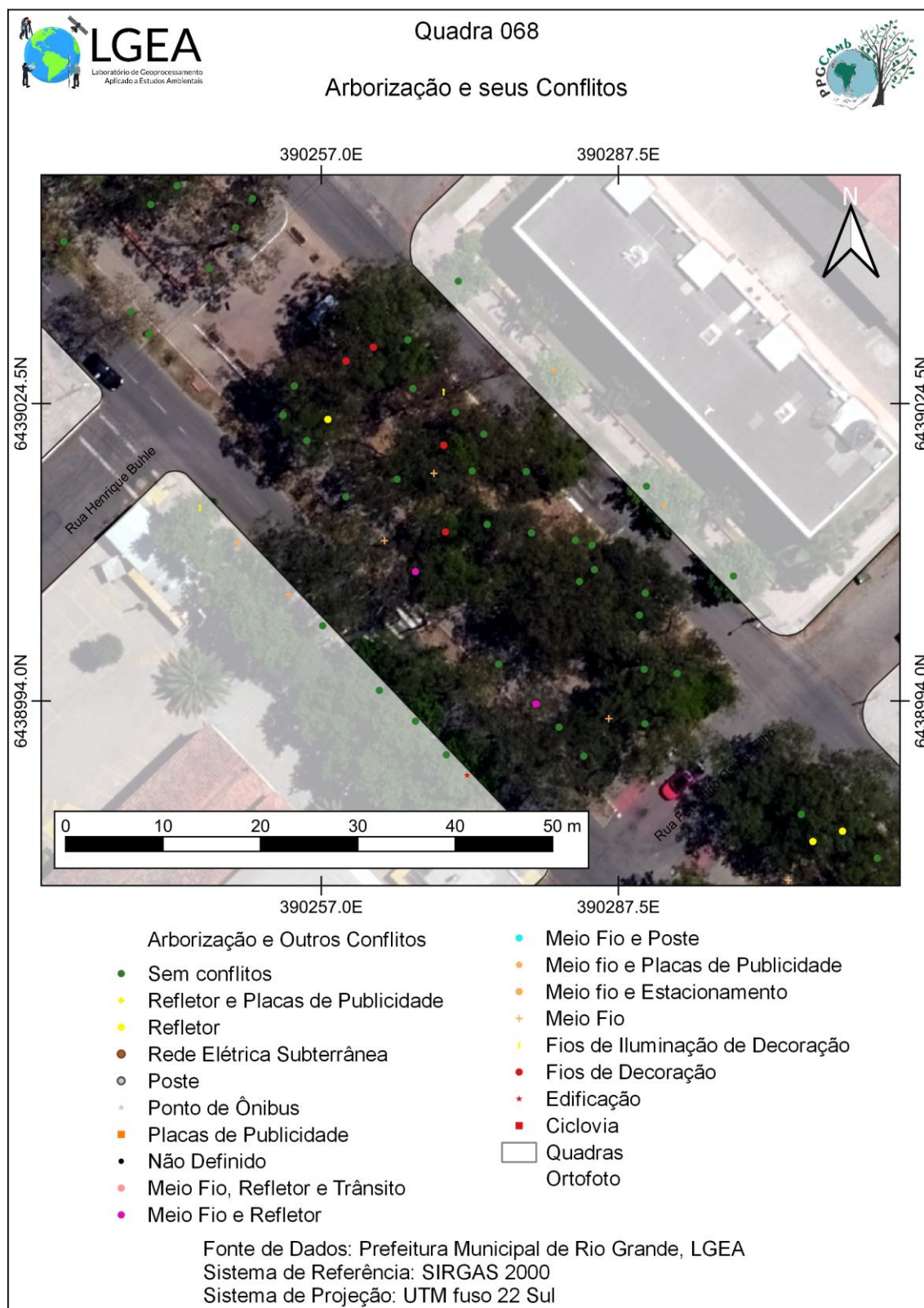


Figura 40: Quadra 68 da Av. Rio Grande discriminados os indivíduos arbóreos e os conflitos.
Fonte: Autor.

Nas Figuras 41 e 42 podemos verificar uma abordagem diferente na representação dos dados de campo que pode ser implementada de imediato dentro

da Secretaria de Município do cassino, em que a arborização pode ser apresentada quadra a quadra com a discriminação das características de cada indivíduo arbóreo. Na figura 41 está representada a Quadra 060 com a identificação dos indivíduos arbóreos de forma que se sabe a localização específica de cada espécie.

Assim como a relação desses indivíduos com a rede elétrica, e fica mais claro que essa quadra todas as árvores a direita da Av. Rio Grande em sentido a praia são *Platanus* sp. que apresentam conflito com a rede, assim também com o passeio. Com essas informações pode se pensar no planejamento de ações de poda de manutenção e possíveis intervenções nas raízes. Da mesma forma na Quadra 044 (Figura 43), verifica-se o detalhamento dos indivíduos arbóreos e percebe-se que árvores dessa quadra no passeio os conflitos com a rede só ocorrem do lado esquerdo da via. Assim a programação de poda e terceirização desse serviço pode ser programada e pensada de forma pontual.



Figura 41: Quadra 60 com a identificação dos indivíduos e a localização específica de cada espécie.
Fonte: Autor.

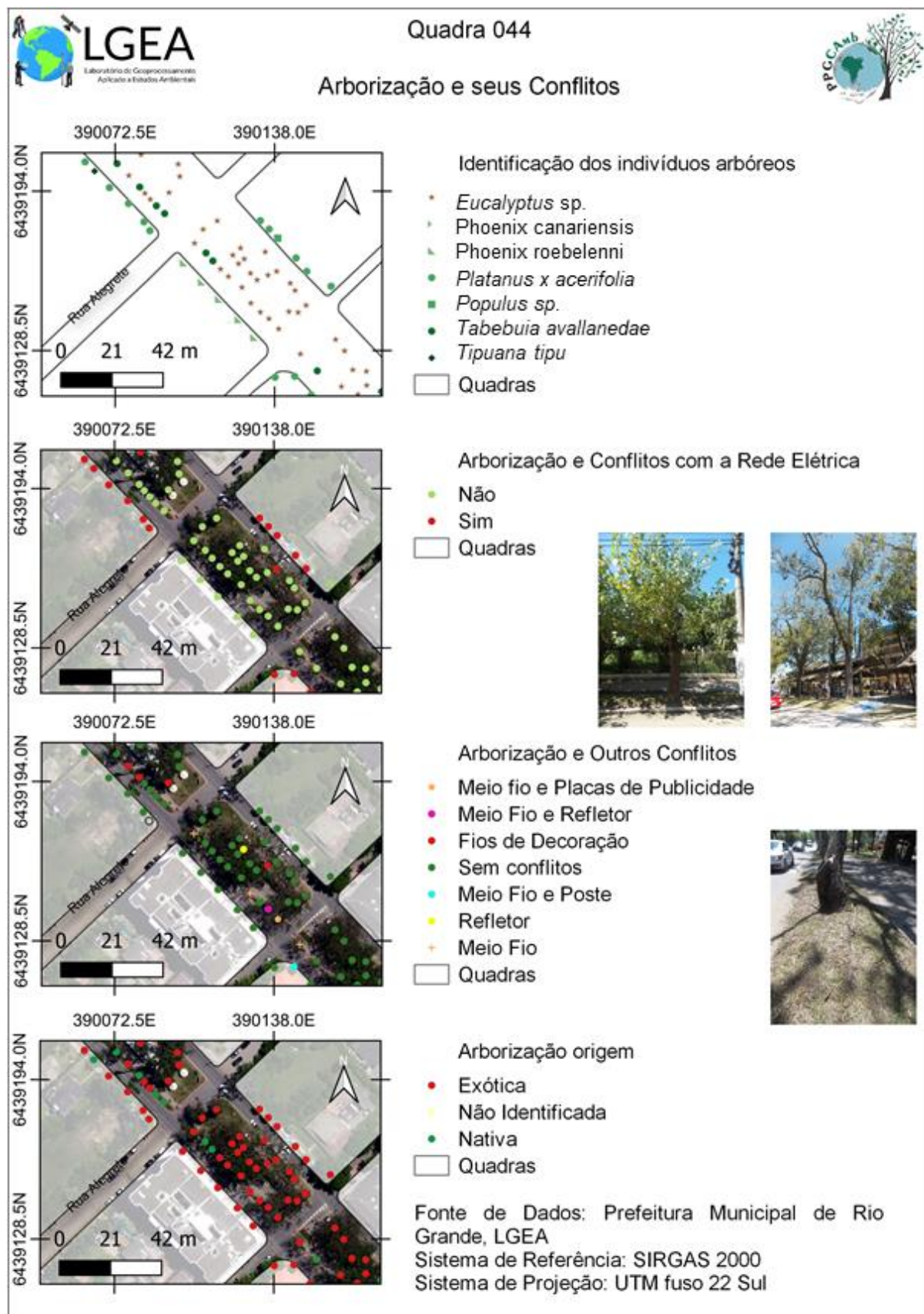


Figura 42: Quadra 44 com a identificação dos indivíduos e a localização específica de cada espécie.
Fonte: Autor.

5.4. Comparação com o mapeamento automático a partir da varredura aérea a laser (ALS)

Quando analisamos as informações fornecidas pela empresa ganhadora da licitação do contrato de serviços para produção de informações territoriais de alta precisão da área urbana do Município do Rio Grande, no item sobre levantamentos complementares a informação fornecida para a base cartográfica correlacionada aos planos de informação representação dos elementos possuía o entre eles árvores isoladas, pequenos agrupamentos de árvores e bosques, quando comparamos as informações obtidas pelo inventário 100% e as informações fornecidas percebemos diferenças significativas para essa região.

Na Figura 43 observa-se que foram mapeadas pelo laboratório LGEA 695 (seiscentos e noventa e cinco) indivíduos arbóreos e nessa mesma área a empresa contratada mapeou somente 128 (cento e vinte e oito) árvores individuais com a varredura do território utilizando sensor laser aerotransportado. No estudo de Tanhuanpää (2014) do inventário que possuía cerca de 20.000 árvores de rua o procedimento de mapeamento automático a partir da varredura aérea a laser (ALS) detectou-se 88,8% de todas as árvores no inventário.



Figura 43: Mapeamento dos indivíduos arbóreos realizado pelo LGEA x mapeamento da empresa contratada
 Fonte: Autor.

6 Considerações finais

A arborização da Av. Rio Grande no Balneário Cassino é composta principalmente por espécies exóticas, distribuídas em 20 quadras.

Este estudo está de acordo com as normativas e leis para a gestão da arborização urbana e ofereceu uma metodologia de inventário e sugere a importância acerca das demandas e traz uma confirmação sobre questões ligadas aos efeitos da urbanização e as oportunidades de melhoria quanto à gestão sustentável. A partir desta análise foram examinados os conceitos de gestão da arborização urbana municipal, planejamento ambiental, geotecnologias aplicadas à gestão de arborização urbana, sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica, sistema de informação territorial, cadastro técnico multifinalitário, cartografia temática e o panorama mundial de mapeamento da arborização urbana.

As informações da Secretaria de Município do Cassino em conjunto com os dados coletados em loco sobre cada árvore, com os dados espaciais, possibilitaram a implementação da metodologia do cadastro técnico temático da arborização urbana através do Sistema de Informação Geográfica, para tal se utilizou o programa com código aberto QGIS. Essa base georreferenciada possibilitou o entendimento de como é a distribuição espacial dessas árvores, permitindo entender e visualizar quais espécies fazem parte do cenário urbano. Além de se implantar o processo de monitoramento das atividades de poda e supressão dentro dessa região e a geração de mapas temáticos para subsídio para a gestão pública na tomada de decisão. A metodologia deste estudo pode representar um primeiro passo para que o Município do Rio Grande entre no ranking das cidades inteligentes.

Os resultados demonstraram a oportunidade na possibilidade de adoção de tecnologias para a modernização e transparência da administração pública municipal, bem como uma ferramenta para a tomada de decisão na gestão municipal, garantindo a orientação para o desenvolvimento das atividades e a maior eficiência na prestação de serviços. Ademais, os benefícios dos resultados são apenas neste sentido, mas também no fato de que a metodologia empregada auxilia no fortalecimento de políticas públicas e pode ser utilizada em outras localidades do município ou até mesmo por outras instituições.

Além disso, esta pesquisa serviu para valorar o Cadastro Técnico Multifinalitário adquirido pelo poder público e servirá nas atividades da Secretaria de Município do Cassino como ferramenta de planejamento e gestão ambiental.

Referências Bibliográficas

- ALVAREZ, I. A. **Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação**. 2004. 187p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2004.
- AMORIM, A.; PELEGRINA, M. A.; JULIÃO, R. P. Cadastro e gestão territorial: uma visão luso-brasileira para a implementação de sistemas de informação cadastral nos municípios. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2018.
- ARAÚJO, M. N.; ARAÚJO, A. J. Arborização Urbana. Paraná: **CREA**, 2016. 44 p. (Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar).
- BAHIA (Estado). Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia. **Guia de Arborização Urbana**. Salvador: Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia, 2002. Disponível em: <https://www.ambienteportal.com/news/guia-de-arborizacao-urbana-coelba/>. Acesso em: 16 set. 2019.
- BENATTI, D. P.; TONELLO, K. C.; ADRIANO J., F. C.; SILVA, J. M. S. da; OLIVEIRA, I. R. de; ROLIM, E. N.; FERRAZ, D. L. Inventário arbóreo-urbano do município de Salto de Pirapora – SP. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 36, n. 5, p. 887-894, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000500011>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622012000500011. Acesso em: 15 set. 2019.
- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D.; Gestão da arborização de ruas: estudo de caso na cidade de Curitiba – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 9, n. 4, p. 132-150, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/63315/pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.
- BRAGA, F. V.; NEGRÃO, M. V. **Caracterização da Arborização Urbana no Centro da Cidade de Barcarena – PA**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1323/1/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20da%20arboriza%C3%A7%C3%A3o%20urbana%20na%20cidade%20de%20Barcarena%20-%20PA.pdf>. Acesso em: 18. set. 2020.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição Federal**, de 05 de outubro de 1988. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.
- BRASIL. Constituição (1981). Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, DF.
- BRASIL. Constituição (1998). Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998. **Sanções Penais e Administrativas Derivadas de Condutas e Atividades Lesivas Ao Meio Ambiente**. Brasília, DF.

BRASIL. Constituição (2001). Lei nº 10257, de 10 de julho de 2001. **Diretrizes Gerais da Política Urbana**. Brasília, DF.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2010. 172 p. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/media/doc/acervo/c4924c559c0b1b95a8ad38c47fda4799.pdf>. Acesso em: 2 set. 2020.

BRASIL. Secretaria Nacional de Mobilidade e Desenvolvimento Regional e Urbano do Ministério do Desenvolvimento Regional (SMDRU/MDR). **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019. 180 p. Disponível em: Acesso em: jun. 2021.

BRITO, J. S.; et al. **Os Conflitos Existentes entre a Arborização e os Equipamentos Urbanos no Centro de Teresina-PI**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa - PB – 2007.

BUARQUE, S. C. **Metodologias e técnicas de construção de cenários globais e regionais**. Brasília DF: IPEA, 2003. 75 p. (Texto para discussão, n. 939).

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resouces Assessment**. Oxford: Clarendon Press, 1986, 220 p.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 345 p. Disponível em: <http://mtc-12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

CATELANI, C. S.; BATISTA, G. T. Mapeamento das áreas de estudo permanente (APP) do município de Santo Antônio do Pinhal, SP: um subsídio à preservação ambiental. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 2, n. 1, p. 30-43, 2007. DOI: 10.4136/ambi-agua.18. Disponível em: <http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/1/249>. Acesso em: 29 nov. 2019.

CARVALHO, G. **Cenários Futuros para Cidades Inteligentes**. 1. ed. São Paulo: Trilha Treinamentos e Consultoria, 2019. 192 p.

CAVALHEIRO, F. Urbanização e Alterações Ambientais. *In*: TAUKE, S. M. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**. 1. ed. São Paulo: Unesp, p. 88-99, 1991.

CEMIG. **Manual de arborização**. Belo Horizonte. 1996.

COWETT, F. D; BASSUK, N. Street tree diversity in three northeastern US states. *Arboriculture & Urban Forestry*, v. 43, n. 1, p. 1-14, 2017. Disponível em: <https://nysuafc.org/wp-content/uploads/2017/02/Cowett-and-Bassuk-3-states-AUF-Journal.pdf>. Acessado em: jun. 2021

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. CONSEMA. **Resolução nº 102, de 24 de maio de 2005**. Dispõe sobre os critérios para o exercício da competência do Licenciamento Ambiental Municipal, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul: CONSEMA, 2005. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/consema/Res102-05.pdf>. Acesso em: 16 set. 2020.

CUNHA, V. L. C. de M., MAGALHÃES, L. M. S., FREITAS W. K. de, MENDONÇA B. A. F. Conflitos da Arborização com Elementos Urbanos na Cidade de Valença, Estado do Rio de Janeiro. REVSBAU, Curitiba – PR, v.15, n.2, p. 28-41, 2020.

CURITIBA (Município). Prefeitura Municipal de Curitiba. **Manual para Plano Municipal de Arborização Urbana**. Curitiba: Prefeitura Municipal de Curitiba, 2018. Disponível em: http://www.conexaoambiental.pr.gov.br/sites/conexaoambiental/arquivos_restritos/files/documento/201811/Manual%20Arboriza%C3%A7%C3%A3o%20Urbana_FINAL.pdf. Acesso em: 19 set. 2019.

DAMO, A., HEFLER, S. M. & JACOBI, U. S. **Diagnóstico da arborização em vias públicas dos bairros Cidade Nova e Centro na cidade de Rio Grande – RS**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 10(1), 43-60. 2015.

DANTAS, C. D.; SOUZA, C. M. C. Arborização Urbana na Cidade de Campina Grande- PB: Inventário e suas Espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-18, 2004. Disponível em: <http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/arborizaurbana-515646a391755.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2020.

DARRIGRAN, G. A. Invasores em La Cuenca Del Plata. Rev. **Ciencia Hoy**. v. 7, n. 38, 1997.

DNZ. Mapeamento online e interativo traz todas as árvores cadastradas e identificadas. São Jorge do Ivaí- Paraná. Disponível em: <https://drz.com.br/mapeamento-online-e-interativo-traz-todas-as-arvores-cadastradas-e-identificadas>. Acesso em: 2 abr. 2021.

CHAVES E. B.; DANTAS, A. G. B., LIMA, N. S.; PANTOJA, L. D. M.; & MENDES, R. M. D. S. Avaliação qualitativa da arborização da sede dos municípios de Beberibe e Cascavel, Ceará, Brasil. *Ciência Florestal*, 29(1), 403-416, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/JfzjmZLCtk3Lj8gHbrnp5Fk/?lang=pt> . Acessado: jun. 2021.

FAVERO, E. **Desmembramento Territorial: O processo de criação de municípios - avaliação a partir de indicadores econômicos e sociais**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, 2004. DOI: 10.11606/T.3.2004.tde-20122004-125028. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-20122004-125028/publico/TeseEdisonFavero.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2020.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 97 p.

FORTALEZA (Município). Prefeitura Municipal de Fortaleza. **Ações do Governo Georreferenciadas**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza [s. d.]a. Disponível em: <<https://mappgeo.sepog.fortaleza.ce.gov.br/#/porTipo>>. Acesso em: 19 set. 2019.

FORTALEZA (Município). Prefeitura Municipal de Fortaleza. **Poda e Corte de Árvores**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza [s. d.]b. Disponível em: <https://catalogodeservicos.fortaleza.ce.gov.br/categoria/urbanismo-meio-ambiente/servico/64>. Acesso em: 19 set. 2019.

GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO PÚBLICA, 2., 2012, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. Tema: Geotecnologias na Gestão Pública.

GOIÂNIA (Município). Prefeitura Municipal de Goiânia. **Plano Diretor de Arborização Urbana de Goiânia – GO**. Goiânia: Prefeitura Municipal de Goiânia, 2007. Disponível em: https://www.goiania.go.gov.br/download/amma/relatorio_Plano_Diretor.pdf. Acesso em: 19 set. 2020.

GOMES, J. O. A prospecção de APPS para cidades inteligentes. **Revista administradores.com**. 7 out. 2019. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/prospec%C3%A7%C3%A3o-de-apps-para-cidades-inteligentes>. Acesso em: 10 fev. 2020.

GRANT, S. **The right tree in the right place: using GIS to maximize the net benefits from urban forests**. 2016. Master Thesis (Master Thesis in Geographical Information Science) - Department of Physical Geography and Ecosystem Science, Lund University, Sweden, 2016. Disponível em: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8890608&fileId=8890823>. Acesso em: 1 jul. 2020.

GUIMARÃES, M. G.; CARDOSO, R. A. F. J. Diagnóstico e análise dos conflitos da arborização urbana: estudo de caso do bairro do Grajaú (Rio de Janeiro). *Revista Internacional de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 09, n. 01, p. 92 - 104, 2019. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/ojs/index.php/ric>. Acesso em: junho de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 130 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ManuaisdeGeociencias/Nocoess%20basicas%20de%20cartografia.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais Técnicos em Geociências**: Acesso e uso de dados geoespaciais. Rio de Janeiro: IBGE 2019. 147 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101675.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

JESUS, R. M. V.; BELLO, M. A. O. A gestão da educação ambiental na Bahia. **Ambiente & Educação**, Rio Grande, v. 24, n. 2, p. 331-352, 2019. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/8377/6234>. Acesso em: 15 mar. 2020.

KAUFMANN, J.; STEUDLER, D. **A Vision for a Future Cadastral System**. Bern: International Federation of Surveyors, 1998. 44 p. Disponível em: <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/cadastr2014/translation/c2014-english.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

LEITE, M. E.; RODRIGUES, H. L. A.; BORGES, M. G. Softwares Livres Aplicados ao Cadastro Técnico Multifinalitário. **Revista OKARA: Geografia em debate**, João Pessoa, v.11, n. 2, p. 203-224, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1982-3878.2017v11n2.36098>. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/view/36098>. Acesso em: 5 mar. 2020.

LIVRARIA RIO-GRABDENSE (Rio Grande). **Guia dos Banhistas**: Guia dos Banhistas - Informações Sobre a Praia e Banhos na Villa Sequeira. Rio Grande: Typographia da Livraria Rio-Grandense, 1890.

LOCH, C.; ERBA, D. A. **Cadastro Técnico Multifinalitário**: rural e urbano. Cambridge: Lincoln Institute and Land Police, 2007.146 p. Disponível em: <https://www.lincolnst.edu/sites/default/files/pubfiles/cadastro-tecnico-multifinalitario-rural-e-urbano-full.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2009. 384 p.

LOURO, C. A. de L; MENEZES, J. O Planejamento na Gestão Ambiental Urbana dos Municípios Brasileiros. **Caderno de Estudos Geoambientais**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 62-75, 2012. Disponível em: <http://www.cadegeo.uff.br/index.php/cadegeo/article/view/10>. Acesso em: 18 set. 2020.

LUNDGREN W. J. C.; SILVA L. F.; ALMEIDA A. Q. Influência das Espécies Exóticas Arbóreas Urbanas na Área de Cobertura da Cidade de Serra Talhada- PE. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.8, n.3, p 96-107, 2013.

LOCASTRO, J. K. Arborização viária urbana e suas interferências no espaço público de Centenário do Sul- PR. Dissertação Programa de Pós- Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2016. Disponível em: <http://www.peu.uem.br/DissertaoJoaoKarlos.pdf>. Acesso em: maio de 2021.

LOCASTRO, J. K.; MIOTTO, J. L.; DE ANGELIS B. L. D.; CAXAMBU, M. G. Avaliação do Uso Sustentável da Arborização Urbana no Município de Cafeara, Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 549-556, abr.-jun., 2017.

MASCARÓ, L. E. A. R.; MARCARÓ, J. L. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: UFRS, 2002.

MARINGÁ (Município). Prefeitura Municipal de Maringá. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Maringá – PR**. Maringá: Prefeitura Municipal de Maringá, [s. d.]. Disponível em: http://www.maringa.pr.gov.br/mata_atlantica/plano.pdf. Acesso em: 18 set. 2019.

MCLAUGHLIN, J. L.; NICHOLS, S.; MAGALIOS, S. The multipurpose cadastre concept from a North American perspective. *In*: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE CADASTRE, 1985. Katowice, 1985. p. 114-123.

MENDES, R. Cidades inteligentes: os lugares que já vivem o futuro. **Revista Inteligência Corporativa**. 18 set. 2018. Disponível em: <https://inteligencia.rockcontent.com/cidades-inteligentes/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

MENEGHETTI, G. I. P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos/SP**. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2003.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T (org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: Universidade de Brasília, 2012. 277 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332292728_INTRODUCAO_AO_PROCESAMENTO_DE_IMAGENS_DE_SENSORIAMENTO_REMOTO. Acesso em: 10 set. 2020.

MILANO, M.S.; DALCIN, E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light, 2000. 206p.

MIRANDA, T. O.; CARVALHO, S. M. Levantamento quantitativo e qualitativo de indivíduos arbóreos presentes nas vias do bairro da Ronda em Ponta Grossa-PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 4, n. 3, p. 143-157, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66436/38274> . Acessado em: jun. 2021

MORAES, L. A.; MACHADO, R. R. B. A arborização urbana do município de Timon/MA: inventário da diversidade e diagnóstico quali-quantitativo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Piracicaba, v. 9, n. 4, p. 80-98, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v9i4.63298>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/63298/pdf>. Acesso em: 2 set. 2019.

NICHOLS, S. **Land Registration: Managing Information for Land Administration**. 1993. Doctor Thesis (Doctor of Philosophy) - Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick, Canada, 1993. Disponível em: <http://www2.unb.ca/gge/Pubs/TR168.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

NOVA IORQUE. Department of Parks and Recreation. **TreesCount! 2015-2016 Street Tree Census**. Nova Iorque, Department of Parks and Recreation, 2015. Disponível em: <https://nycgovparks.org/trees/treescount>. Acesso em: 17 mai. 2020.

OLIANI, L. O. **Noções de Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM**. Paraná: CREA-PR, 2016. 38 p. (Série de Cadernos Técnicos).

OLIVEIRA, A. F., PEREIRA, G. A., SANTOS, E., OLIVEIRA, K. D. S., POMPERMAYER, R. S., COELHO, S. J. & PEREIRA, J. A. A. **Arborização viária conflituosa com a rede elétrica na região oeste de Belo Horizonte –MG**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 11(2), 27-44. 2016.

OPEN GREEN MAP. 2009. Disponível em: <https://www.opengreenmap.org/pt-br/maps>. Acesso em: 5 set. 2020.

PADIAL, F. A.; ALMEIDA, J. R.A.; RESENDE, J. T.; ROSALEN, D. L. Cadastro Multifinalitário como Tecnologia Inovadora para Uso em Cidades com Gestão Sustentável. **Revista Eletrônica de Ensino de Gestão, Engenharia e Tecnologia**, Piracicaba, v. 3, n. 1, 2018. Disponível em: <https://www.fateppiracicaba.edu.br/regent/index.php/FATEP/article/download/19/21>. Acesso em: 5 mar. 2020.

PAGLIARI, S. C. et al. **Arborização urbana: importância das espécies adequadas**. 2013. Disponível em: <http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/article/download/1083/pdf_2 >. Acesso em: 08 de mar de 2021.

PAIXÃO, S. K. S. **Design of a conceptual land information management model for the rural cadastre in Brazil**. Doctor Thesis (Doctor of Philology) – Department of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, Canada, 2010. Disponível em: <http://gge.unb.ca/Pubs/TR270.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

PALMAS (Município). Prefeitura Municipal de Palmas. **Plano de Arborização Urbana de Palmas – TO**. Palmas: Prefeitura Municipal de Palmas, 2016. Disponível em: https://fd09391b-2d89-4b67-bc37-cf07278efd6f.filesusr.com/ugd/6ad4f2_8ec9b66addc64e118f86da7a8db238d6.pdf. Acesso em: 19 set. 2019.

PAULEIT, S.; DUHME, F. GIS assessment of Munich's urban forest structure for urban planning. **Journal of Arboriculture**, [s. l.], v. 26, n. 3, p. 133-141, 2000. Disponível em: <http://unri.org/ECO%20697U%20S14/Munichs%20Urban%20Forest%20Assessment.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.

PATOS DE MINAS. Lei nº 4.451, de 7 de julho de 1997. **Dispõe sobre o Código de Arborização Urbana no Município de Patos de Minas**. Patos de Minas: Câmara Municipal, [1997]. Disponível em: <http://leismunicipa.is/vchxl>. Acesso em: 18 set. 2020.

PEREIRA, C. C. **A importância do Cadastro técnico multifinalitário para elaboração de planos diretores**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92748>. Acesso em: 18 out. 2019.

PERIOTTO, F.; PITUCO, M. M.; HELMANN, A. C.; SANTOS, T. O. dos; BORTOLOTTI, S. L. Análise da arborização urbana no município de Medianeira, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 11, n. 2, p. 59-74, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/63428/pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.

PERIOTTO, F., PITUCO, M. M., HELMANN, A. C., SANTOS, T. O. & BORTOLITTI, S. L. **Analysis of urban afforestation in Medianeira, Paraná**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 11(2), 59-74. 2016.

PETERSEN, G. W.; BELL, J. C.; MCSWEENEY, K. NIELSEN, G. A. ROBERT, P. C. Geographic Informations Systems in Agronomy. **Advances in Agronomy**, v. 55, [s. n.], p.67-111, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60538-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60538-6). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065211308605386>. Acesso em: 30 set. 2019.

PIMENTEL, E. M. C.; XIMENES, L. C. Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana na avenida Marechal Rondon, Santarém-PA. Revista Gaia Scientia. Santarém, PA. 2020.

PINHEIRO, M.T.G. **A fundação do balneário Cassino ao final de século XIX e sua expansão e transformação no decorrer do século XX**. Dissertação Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

PORTO, L. P. M.; BRASIL, H. M. S. (Organizadores) / **Manual de Orientação Técnica da Arborização Urbana de Belém**: guia para planejamento, implantação e manutenção da arborização em logradouros públicos. Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, 2013.

REZENDE, A. J.; DALMÁCI, F. Z.; SANT'ANNA, F. P. Características determinantes no desempenho ambiental dos municípios paulistas. **Revista de Administração Pública**, São Paulo, v. 53, n. 2, p. 392-414, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-761220170342>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-76122019000200392&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 15 set. 2020.

RIO DE JANEIRO (Município). Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. **Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/fpj/plano-diretor-de-arborizacao-urbana>. Acesso em: 19 set. 2020.

RIO DE JANEIRO (Município). Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. **Sistema Municipal de Informações Urbanas**. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, [s. d.]. Disponível em: <https://www.data.rio/app/%C3%A1rvores-protegidas-na-cidade-do-rio-de-janeiro>. Acesso em: 30 set. 2019.

RIO GRANDE. **Lei nº 6832, de 31 de dezembro 2009**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana do Município do Rio Grande. Rio Grande: Câmara Municipal, [2009]. Disponível em: <http://leismunicipa.is/hbpgs>. Acesso em: 17 set. 2020.

RIO GRANDE (Município). Prefeitura Municipal do Rio Grande. **Guia de Arborização Urbana Municipal**. Rio Grande: Prefeitura Municipal do Rio Grande, 2017. Disponível em: <http://www.riogrande.rs.gov.br>. Acesso em: 19 set. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. 1992. **Código Florestal Estadual**. Lei Estadual no 9.519/1992. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, 21.01.1992.

RIO GRANDE DO SUL **Decreto Estadual no 38.355**. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, 1998.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Estadual no 9.519**. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, 1992.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual no 11.026**. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, 1997.

ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C. Geoprocessamento. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Anais [...]** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.1-30.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. (orgs.) **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 4 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2013. 222 p.

ROSS, J. L, S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento**. São Paulo: Oficina de texto, 2009. 208 p.

ROSSATTO, D. R.; TSUBOY, M. S. F.; FREI, F. Arborização urbana na cidade de assis-sp: uma abordagem quantitativa. *Rev. SBAU*, Piracicaba, v.3, n.3, set. 2008. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66359/38206>. Acessado em: jun. 2021.

ROSSETTI, L. A. F. G.; PINTO S. A. F.; ALMEIDA C. M. Geotecnologias aplicadas à caracterização e mapeamento das alterações da cobertura vegetal intra-urbana e da expansão urbana da cidade de Rio Claro (SP). *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 2007, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: INPE, 2007. p. 5479-5486.

SAARINEN, N., VASTARANTA, M., KANKARE, V., TANHUNPAA, T., HOLOPAINEN, M., HYYPPA, J., & HYYPPA, H. Urban-tree-attribute update using multisource single-tree inventory. *Forests*, 5(5), 1032-1052, 2014.

SAMPAIO, A. C. F. **Análise da arborização de vias públicas das principais zonas do plano piloto de Maringá - PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

SANCHES, P. M.; COSTA, J. A.; SILVA FILHO D. F. Análise comparativa dos planos diretores de arborização enquanto instrumento de planejamento e gestão. Piracicaba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, 2008. v. 3, n. 4, p. 53-74, 2008. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66373/38217>. Acesso em: 18 ago. 2020.

SANTOS, C. Z. A. FERREIRA, R. A., SANTOS, L. R., SANTOS, L. I., GOMES, S. H. & G., D. A. S. **Análise qualitativa da arborização urbana de 25 vias públicas da cidade de Aracaju – SE**. *Ciência Florestal*, 25(3), 751-763. 2015.

SANTOS, J. C. dos; FARIAS, E. S. de.; CARNEIRO, A. F. T. Análise da parcela como unidade territorial do cadastro urbano brasileiro. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 19, n. 4, p. 574-587, 2013. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S1982-21702013000400004>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/bcg/v19n4/a04v19n4.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2020.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SÃO PAULO (Município). Prefeitura Municipal de São Paulo. **GeoSampa Mapa**. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo [s. d.]. Disponível em:

http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx. Acesso em: 19 set. 2020.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. **Plano Municipal de Arborização Urbana**. São Paulo: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, [s. d.]. Disponível em:

https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/pmau/PMAU_texto_final.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente.

Manual Técnico de Arborização Urbana. 3ª ed. São Paulo, Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 2015. 124 p.

SARAIVA, A. G. S.; SOUSA, R. F. de; MENESES, L. F. de. Análise multitemporal do processo de desertificação do município de Boa Vista – PB orbitais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, 3., 2010, Recife. **Anais** [...]. Recife: UFPE, 2010. p. 1-8.

SCHLINDWEIN, J. R.; DURANTIL, R. R.; CEMIN, G.; FALCADE, I.; AHLERT, S. Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 2007, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: INPE, 2007. p. 1103-1107.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. CONSEMA. **Portaria nº 79, de 31 de outubro de 2013**. Reconhece a lista de espécies exóticas invasoras no Estado do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências. Rio Grande do Sul: SEMA, 2013. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/23180118-portaria-sema-79-de-2013-especies-exoticas-invasoras-rs.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2020.

SILVA, R. V. da; ANGELO, D. H. ; ARRUDA, A. A. ; SILVA, W. A. da. Análise dos Principais Conflitos e Espécies Inadequadas presentes na Arborização Viária na Região Central do Município de Imperatriz (MA). *REVSBAU*, Curitiba – PR, v.13, n.2, p. 47-61, 2018.

SILVA, A. G.; GONÇALVES, W.; LEITE, H. G.; SANTOS, E. Comparação de três métodos de obtenção de dados para avaliação quali-quantitativa da arborização viária, em Belo Horizonte – MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 31-44, 2006.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v1i1.66496>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66496/38309>. Acesso em: 10 set. 2020.

SILVA, E. A.; PEREIRA, R. S.; SILVA, C. K.; GOERGEN, L. C. G.; SCHUH, M. S. Uso de imagens orbitais no geoprocessamento algébrico da microrregião da Campanha Ocidental, Rio Grande do Sul. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 277-285, jul./set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.069013>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872014000300001&script=sci_arttext. Acesso em: 13 out. 2019.

SILVA, da S. T.; SOUSA B. H. de. **Diagnóstico da Arborização Urbana no Município de Guarabira- Paraíba**. Paisagem ambiente: ensaios - n. 41 - São Paulo. p. 167 - 184 – 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i41p167-184>. Acesso em junho de 2021.

SILVA FILHO, D. F. S.; TOSETTI, L. L. Valoração das árvores no parque Ibirapuera – SP: importância da infraestrutura verde urbana. **Revista Labverde**, São Paulo, v. 1, n. 1. p. 11-25, 2010. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i1p11-25>. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61275/64208>. Acesso em: 5 set. 2020.

SILVA, K.A.R.; LELES, P.S.S.; GIÁCOMO, R.G.; MENDONÇA, B.A.F. **Diagnóstico e uso de geoprocessamento para manejo da arborização urbana do bairro centro da cidade do Rio de Janeiro – RJ**. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, v.11, n.4, p. 98-114, 2016.

TAVARES, D. S. Biodiversidade e bioinvasão por bioincrustação: aspectos legais. 2014. 95 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Direito Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/31294/1/2017_tcc_cspessoa.pdf. Acesso em: junho de 2021.

TANHUANAA, T., VASTARANTA, M., KANKARE, V., HOLOPAINEN, M., HYYPPA, J., HYYPPA, H., ... & RAISIO, J. Mapping of urban roadside trees—A case study in the tree register update process in Helsinki City. *Urban forestry & urban greening*, 13(3), 562-570., 2014.

VAEZA, R. F.; FILHO, P. C. O.; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 23-29, jan./jun. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2011.003>. Disponível em: <https://floram.org/article/10.4322/floram.2011.003/pdf/floram-17-1-23.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2020.

Velázquez, P. A.C.; Rodríguez, E.A.; Estrada, V. A.H.; García, S. G.;Costa, A. C. C. Description of the urban trees of Montemorelos city, Nuevo León. **Revista mexicana de ciencias forestales**, v. 11, n. 62, p. 111-135, 2020.

VOTTO, A. P. D. S., GOMES J., A., BUGONI, L., & PEREIRA J., J. Sazonalidade da avifauna no campus carreiros da fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil, 2006.

ZAMPRONI, K.; BIONDI, D.; BOBROWSKI, R. Avaliação quali-quantitativa da espécie *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch. na arborização viária de Bonito – MS. **Revista da Sociedade Brasileira Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 11, n. 2, p. 45-58, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v11i2.63421>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/63421/pdf>. Acesso em: 25 jul. 2020.