

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUO DE FLORESTASS
Curso de Pós-graduação de Arborização Urbana (*Lato Sensu*)

MONOGRAFIA

**MAPEAMENTO DE QUEDAS DE ÁRVORES E GALHOS EM ÁREAS
PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DO RECIFE**

ÉLIDA DIAS SANTOS

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
Curso de Pós-graduação de Arborização Urbana (*Lato Sensu*)

**MAPEAMENTO DE QUEDAS DE ÁRVORES E GALHOS EM ÁREAS
PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DO RECIFE**

ÉLIDA DIAS SANTOS

Sob Orientação do Professor
Bruno Araújo Furtado de Mendonça

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arborização Urbana, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para obtenção do título de **Especialista em Arborização Urbana**.

Seropédica, RJ
Novembro, 2022

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S195m Santos, Elida, 06071972-
Mapeamento de queda de árvores ou galhos em áreas
públicas do município do Recife / Elida Santos. -
Recife, 07122022.
60 f.: il.

Orientador: Bruno Mendonça.
Monografia (Especialização). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Pós-graduação em Arborização
Urbana (Latu Sensu), 07122022.

1. Arborização Urbana. 2. Ferramentas Geoespaciais.
3. Planejamento Urbano. I. Mendonça, Bruno, 02061981-,
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Pós-graduação em Arborização Urbana (Latu
Sensu) III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA



TERMO Nº 1251 / 2022 - DeptSil (12.28.01.00.00.00.31)

Nº do Protocolo: 23083.074846/ 2022-22

Seropédica-RJ, 07 de dezembro de 2022.

INSTITUTO DE FLORESTAS

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA (Lato sensu)

Termo de aprovação da defesa de Monografia de ÉLIDA DIAS SANTOS Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Arborização Urbana, no Curso de Pós-Graduação em Arborização Urbana (Lato sensu) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

MONOGRAFIA APROVADA EM 07/12/2022

(Assinado digitalmente em 08/12/2022 12:05)
ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)
Matricula: 1486653

(Assinado digitalmente em 07/12/2022 17:25)
BRUNO ARAUJO FURTADO DE MENDONÇA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptSil (12.28.01.00.00.00.31)
Matricula: 2145654

(Assinado digitalmente em 07/12/2022 18:39)
JOAO VICENTE DE FIGUEIREDO LATORRACA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)
Matricula: 1216943

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 1251, ano: 2022, tipo: TERMO, data de emissão: 07/12/2022 e o código de verificação: 77f140332d

AGRADECIMENTOS

Talvez seja a parte mais difícil de escrever! Porque foram tantas pessoas, que corre o risco de me esquecer de alguém. Não me julguem!

Agradeço imensamente a Alciso, meu marido, por todo incentivo, paciência, participação e envolvimento em todo o processo de elaboração da monografia e pelo script. Você foi essencial para tudo isso acontecer!

Na EMLURB, como tive apoio! Tiago Mendes, que me forneceu as informações do banco de dados, sem elas nada disso seria possível; Zé Carlos, Socorro, Célio, Tadeu, Krause, Luiz, Vanilson e toda equipe da Diretoria Executiva de Praças, Parques e Áreas Verdes, que sempre colaborou e de certa forma trabalhou junto comigo na elaboração dessa monografia, além de todo apoio quando da minha ausência para as aulas práticas. Não poderia deixar de citar, meu amigo de turma e trabalho, João Victor, sempre disponível para ajudar e complementar com informações técnicas. A Marília Dantas, atual presidente da EMLURB, Adriano Freitas, Tarcizo Leite, Monica Knecht e equipe, por colaborarem e organizarem minha participação nas aulas práticas realizadas no Rio de Janeiro. Enfim, foram muitos colegas de trabalho que me apoiaram de alguma forma durante todo esse processo.

A minha amiga de infância, Alessandra Santana e família, por todo apoio logístico e abrigo. Foi mais fácil com vocês por perto.

A minha grande amiga Terêsa Pimentel, que vibrou comigo quando passei na pós-graduação e a Sofia Pimentel, filha da Terêsa, que conheço desde pequenina e me deu apoio na revisão de parte do texto e tradução.

Ao meu orientador, Bruno Mendonça, pelo suporte e preciosos comentários durante a elaboração dessa monografia. Além claro, de ter me iniciado no mundo do QGIS. Muito obrigada!

E óbvio, não poderia deixar de agradecer a todos os meus colegas de curso! Passamos um ano juntos, todas as semanas de quinta a domingo. Cada um deixa uma semente do que trouxe consigo. Foi muito importante ouvir e aprender com cada um de vocês!

Finalmente, a todos os professores e professoras envolvidos na formatação, preparação e andamento dessa pós-graduação. Foram momentos incríveis e de muito aprendizado! Que essa rede de conhecimento e relacionamentos nunca se desfaça.

Um beijo no coração de cada um e sigamos Arboristas!

RESUMO

SANTOS, Élida. **Mapeamento de queda de árvores e galhos em áreas públicas no município do Recife**. 2022, 31 p. Monografia (Especialização em Arborização Urbana). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2022.

O crescimento das cidades acarreta constantes modificações no ambiente, construindo um cenário densamente ocupado, repleto de interferências como postes, cabeamentos, pavimentação que influenciam diretamente no desenvolvimento da arborização urbana de uma cidade. Este estudo teve como objetivo o mapeamento de quedas de árvores e galhos, registradas no ano de 2021, na Cidade do Recife, utilizando ferramentas geoespaciais gratuitas como o Google Maps e Google Street View, para georreferenciar os eventos de queda e facilitar a leitura espacial sobre esses eventos. O software QGis foi utilizado para elaboração dos mapas, possibilitando uma compreensão mais rápida da distribuição dos eventos no município, contribuindo assim para a tomada de decisões. Em 2021, 540 demandas foram registradas no banco de dados do Sistema de Gerenciamento de Demandas – SGDE, da Prefeitura do Recife. Desse total, 285 foram identificadas como quedas de árvores, 242 como quedas de galhos e 13 como registros falsos. As três espécies com maior ocorrência identificadas neste estudo foram o Ficus (*Ficus sp.*), o Oitizeiro (*Licania Tomentosa*) e a Siamea (*Senna Siamea*). Juntas, essas três espécies representam, aproximadamente, 25% das espécies identificadas envolvidas em eventos de queda de árvore ou galhos. Observa-se ainda que a maior concentração de eventos está na porção centro nordeste do município, onde a ocupação urbana é mais densa. A sazonalidade também se mostrou um fator importante a ser considerado, visto que o número de quedas é mais alto no período chuvoso. Os resultados além de demonstrarem que ferramentas geoespaciais podem ser importantes aliadas no planejamento de ações de manejo na arborização urbana, visto que possibilitam especializar quali-quantitativamente eventos de queda, sugerem que para avaliar esses eventos e planejar ações, faz-se necessário considerar diferentes aspectos como as estações do ano e fatores ambientais.

Palavras-chave: arborização urbana; ferramentas geoespaciais; planejamento urbano

ABSTRACT

SANTOS, Élida. **Mapping of falling trees and branches in public areas in the city of Recife.** 2022, 31 p. Dissertation (Postgraduate of Urban Forestry). Department of Forestry Products, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2022.

The growth of cities causes constant changes in the environment, leading to a dense scenario, full of interferences such as poles, cabling, and paving that directly influence the development of the urban forestry. This study aimed to map falls of trees and branches registered in 2021, in the City of Recife, using free geospatial tools such as Google Maps and Google Street View, to georeference and facilitate spatial analysis of these events. The QGIS software was used to map the information, enabling a faster understanding of the distribution of events in the municipality, and contributing to the decision-making regarding them. In 2021, 540 demands were registered in the municipality database. Of this total, 285 were identified as falling trees, 242 as falling branches and 13 as false records. The three species that stood out the most in this study were the Ficus (*Ficus* sp.), the Oitizeiro (*Licania Tomentosa*) and the Siamea (*Senna Siamea*). Together, these three species represent approximately 25% of the identified species involved in tree or branch fall events. It is also observed that the highest concentration of events is in the central-northeast portion of the municipality, where the urban occupation is denser. The seasonality was also proved to be an important factor to be considered, since the number of falls is higher in the rainy season. The results, in addition to demonstrating that geospatial tools can be important allies in the planning of management actions in urban afforestation, since they make it possible to specialize fall events qualitatively and quantitatively, suggest that to evaluate these events and plan actions, it is necessary to consider different aspects such as season of the year and environmental factors.

Keywords: urban forestry; geospatial tools; urban planning

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
CSV	Valores separados por vírgula
EMLURB	Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana
GPS	Global Positioning System ou Sistema de Posicionamento Global
GSV	Google Street View
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
RM	Região Metropolitana
RMR	Região Metropolitana do Recife
RPA	Região Político-administrativa
SGDE	Sistema de Gerenciamento de Demandas
TELECOM	Telecomunicações

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Mapa de árvores por Região Político-Administrativa – RPA

Figura 2- Precipitação média mensal no Município do Recife

Figura 3 - Mapa de localização do Recife e das Regiões Político-Administrativas - RPA's

Figura 4 - Ficha de cadastramento de solicitação de demandas pelo SGDE

Figura 5 - Esquema de coleta de coordenadas geográficas para a Situação 2

Figura 6 - Eventos de quedas de árvore ou galho nas RPA's do Município do Recife

Figura 7 - Eventos de quedas de árvore ou galho nas RPA's do Município do Recife

Figura 8 - Quantitativo de quedas de árvore ou galho em áreas públicas por RPA no Município do Recife

Figura 9 - Eventos de quedas por espécie

Figura 10 - Mapa de eventos de quedas das três espécies mais frequentes

Figura 11 - RPA's com maior frequência de eventos de quedas com Ficus (Ficus sp.)

Figura 12 - Contagem de queda de árvore ou galho por espécie

Figura 13 - Número de eventos de queda por mês. Meses em laranja indicam o período primavera-verão e em azul o período chuvoso.

Figura 14 - Comparativo entre precipitação e eventos de queda no ano 2021

TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre podas realizadas e eventos de quedas

Tabela 2 - Contagem de eventos de queda por espécie no Município do Recife

Tabela 3 - Histórico de chuvas no ano de 2021

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo Geral	12
2.2	Objetivos Específicos	12
3	REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1	Quedas de Árvores ou Galhos	13
3.2	Google Maps e Street View	14
3.3	Banco de Dados	15
4	MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1	Área de Estudo	16
4.2	Banco de Dados	19
4.3	Levantamento de Eventos de Queda	21
4.3.1	Levantamento de dados	21
4.3.2	Digitalização e processamento dos dados	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1	Espacialização dos Eventos de Queda	23
5.2	Atributos Quali-quantitativos da Arborização Urbana Mapeados	24
5.2.1	Eventos de queda	24
5.2.2	Serviços de manejo na arborização urbana	25
5.2.3	Eventos de queda por espécies	26
5.2.4	Eventos de queda x Sazonalidade	31
6	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	
	ANEXO	

1 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades acarreta diversas alterações no ambiente urbano, tanto no seu espaço aéreo quanto no seu subsolo. Espaços mais densamente ocupados requerem melhoria e ampliação da infraestrutura urbana, tais como: redes de telecomunicações - TELECOM, redes de energia, de água, de esgoto e drenagem.(MILANO et al, 2000)

De acordo com Lombardo (apud GOMES et al, 2004) a questão ambiental é uma preocupação de todos os profissionais ligados a essa área, pois as cidades crescem rapidamente e sem planejamento adequado, contribuindo para a deterioração do espaço urbano. A vegetação urbana tem um papel importante para a cidade na medida em que desempenha funções que proporcionam bem-estar psicológico, amenizam temperaturas, colaboram para minimizar a poluição sonora, dentre outras funções (PIVETTA et al, 2002)

Diante de tantos conflitos que, em maior ou menor grau, influenciam no desenvolvimento das árvores de uma cidade e, conseqüentemente, na qualidade ambiental urbana, os gestores públicos têm um grande desafio no que se refere ao manejo e à preservação desse patrimônio arbóreo.

A gestão da arborização urbana vai desde o planejamento, com a escolha da espécie mais adequada para plantio em determinado espaço, até seu manejo, possibilitando seu pleno desenvolvimento.

O planejamento e manejo inadequados podem gerar sérios risco à arborização, levando a quedas de árvores, as quais também, em menor ou maior grau, causam transtornos ao funcionamento das cidades, danos ao patrimônio público e/ou privado, podendo até levar a fatalidades (BRESSANE et al., 2018).

Nessa perspectiva, o mapeamento de quedas de árvores ou galhos pode ser um grande aliado ao gestor público na tomada de decisões, no que se refere ao planejamento de ações de manejo da arborização urbana. Isso possibilita identificar, especialmente, as áreas com maior frequência de eventos de quedas, facilitando o planejamento estratégico para intensificar análises de riscos e executar ações preventivas.

Atualmente, as ferramentas digitais são cada vez mais utilizadas no âmbito da arborização urbana. O Google Street View – GSV tem sido explorado como uma ferramenta facilitadora para avaliação de árvores urbanas situadas no sistema viário (LI et al., 2015). Além do mais, trata-se de uma tecnologia gratuita e fácil de usar (BERLAND et al, 2017), podendo ser utilizadas com maior facilidade já que não requerem conhecimentos muito específicos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar o mapeamento de quedas na arborização urbana em áreas públicas na Cidade do Recife, a fim de verificar como esses eventos estão espacialmente distribuídos dentro do território municipal, visando subsidiar o planejamento de ações de manejo.

2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Levantar informações sobre eventos de quedas em áreas públicas no município do Recife no ano de 2021;
- ❖ Quantificar e analisar quedas de árvores e galhos nas Regiões Político-administrativas –RPA’s, bem como sob aspectos florísticos e estruturais da arborização urbana.
- ❖ Mapear as principais espécies envolvidas em quedas de árvores ou galhos em áreas públicas do Município do Recife no ano de 2021;
- ❖ Identificar a sazonalidade dos eventos de quedas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Quedas de Árvores ou Galhos

Parece ser senso comum, entre diferentes estudos, que a ausência ou o mau planejamento e manejos inadequados das árvores em áreas urbanas contribuem para o aparecimento de situações que podem levar a queda de árvores ou galhos.

Para citar alguns, Bortoleto et al.(2006), em estudo realizado sobre manejo da arborização viária da Estância de Águas de São Pedro-SP, constatou a falta de planejamento e manejo na arborização, apesar das árvores estarem em bom estado. Nesse estudo, 60% no geral de toda a arborização levantada apresentava desequilíbrio em seu caule, copa, ou ambos, indicando falta de condução e mudas inadequadas no plantio.

Outro estudo elaborado por Sampaio et al.(2010), coloca que Cidades no noroeste do Paraná, como Nova Olímpia apresentam uma problemática importante quanto ao cuidado com a arborização urbana, não realizando planejamento e manejo adequados. A ausência deles acarretou o aumento de quedas de árvores, visto que as árvores possuíam idade avançada e estavam sobrecarregadas com podas constantes, injúrias mecânicas, excesso de iluminação, dentre outras.

Brazolin (2009, p. 31) relata que:

“A inexistência de planejamento urbano e a seleção e plantios inadequados das espécies arbóreas indicam a falta de critérios técnicos na correta implantação e manejo da arborização urbana, resultando na incompatibilidade das árvores com a infraestrutura urbana instalada, como postes de iluminação, instalações subterrâneas, caixas de inspeção, etc.”

O solo urbano é um espaço ocupado horizontal e verticalmente, apresenta-se muitas vezes adensado, impermeabilizado, rotineiramente modificado, onde o solo natural foi sendo modificado pelas construções (KOGA, 2011). Esse movimento pode alterar a insolação, os ventos, a própria qualidade do solo, proporcionando um ambiente de estresse para o desenvolvimento das árvores (SOUZA et al., 2019). Esses fatores são considerados por Brazolin (2021) como fatores extrínsecos que podem deixar as árvores vulneráveis ao risco de queda. Essas variações ambientais afetam processos biológicos das plantas, podendo levar a queda precoce das árvores, contribuindo assim, para danos ao patrimônio e até mesmo risco de morte (CONSTANTINO, 2022).

Quigley (2004) afirma ainda que interferências físicas, mecânicas, químicas e humanas, a depender de como são realizadas, podem deixar os indivíduos arbóreos mais suscetíveis a

ataques de pragas e aparecimento de doenças, aumentando o risco de queda de árvores ou galhos.

Conforme apresentado por Brazolin (2009), em estudo desenvolvido sobre árvores de Tipuana no passeio público da cidade de São Paulo, a Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente – SVMA atribuiu como uma das causas de queda das árvores na cidade de São Paulo, a biodeterioração no tronco das árvores por organismos que atacam madeira, denominados de organismos xilófagos.

Fatores climáticos extremos também são relatados como influenciadores em quedas de árvores. Ribeiro (2011) em estudo desenvolvido na cidade de Lisboa, apresenta que o vento forte é uma das causas que contribuem para queda de árvores, sugerindo que mesmo que árvores não caiam em períodos com grandes eventos de ventos fortes, nos períodos posteriores há um aumento na queda das árvores, podendo estes estarem relacionados a fragilidade das árvores ocasionadas pelos eventos de ventos fortes anteriores.

Mendes (2016) em estudo realizado na cidade de Piracicaba, relata que a maioria das quedas de árvores ocorreu em estações do ano relacionadas com ventos e chuva, sugerindo que se deve ter atenção quanto ao manejo nesses períodos.

Silva (2015) apud Rodrigues (2019) fala ainda a respeito da importância de se realizar planejamento adequado para intervenções da arborização urbana, visto que isso pode contribuir para reduzir, significativamente, custos, não só com o manejo, mas também com indenizações por danos causados com quedas de árvores ou galhos.

Souza et al. (2020) em estudo desenvolvido na cidade de Belo Horizonte – MG, mostrou que danos a veículos, causados por queda de árvores, está em segundo lugar na pesquisa realizada. Sendo assim, coloca a importância de investimentos em estudos sobre queda de árvores, visto que podem contribuir para a redução de custo com indenizações decorrentes de danos provocados por queda de árvores. Em complemento, Silva (2015) apud Rodrigues (2019) ressalta a importância de se realizar planejamento adequado para intervenções da arborização urbana, visto que o planejamento adequado aliado a políticas e intervenções criteriosas, beneficiam e tornam o manejo mais eficiente, bem como favorecem a saúde das árvores.

3.2 Google Maps e Street View

Partindo do princípio de que podemos representar graficamente um espaço, criar mapas pode ser uma forma de representação de realidades que nos possibilita revelar relações entre os

diversos elementos que compõem uma cidade, permitindo e facilitando a interpretação de informações (SILVA, 2020)

Contudo as ferramentas geoespaciais não são, em sua maioria, de fácil acesso, visto terem custo elevado e requererem conhecimentos especializados para seu uso (BERLAND et al., 2016). O Google Maps é uma ferramenta de GPS (Global Positioning System ou Sistema de Posicionamento Global), por meio da qual é possível determinar a localização de estabelecimentos, visualizar rotas, estradas, ruas e encontrar locais, dentre outras funções (Fabro, 2020). O Google Street View – GSV é uma representação virtual de imagens panorâmicas. Conforme Lima (2019, p.2), o Street View é uma ferramenta de geolocalização que se propõe a mostrar o mundo “no nível da rua”, isto é, a partir da perspectiva dos olhos de uma pessoa. Ambos fornecidos gratuitamente e de fácil uso, possibilitando a realização de levantamentos técnicos, como no caso da arborização urbana.

Segundo Berland et al. (2017), inventários da arborização viária são caros, dispendem bastante tempo e apresentam algum grau de risco para os trabalhadores de campo. E ainda segundo os mesmos autores, apesar do avanço do uso de tecnologias geoespaciais para o levantamento da arborização urbana, por meio de sensoriamento remoto, essas tecnologias permanecem amplamente inacessíveis para não especialistas, incluindo maioria dos gestores florestais urbanos. Ainda sobre este estudo, o levantamento da arborização urbana com a utilização do GSV foi conduzido nos Estados Unidos da América – EUA, onde os dados sobre os números, tamanhos e espécies de árvores foram levantados e comparados com o levantamento realizado em campo. Os resultados da pesquisa foram exitosos e demonstraram que o GSV é uma ferramenta de uso promissor.

3.3 Banco de Dados

Quando pensamos em banco de dados, o que se espera é que ele organize e facilite o acesso a informações com maior rapidez, precisão e segurança sobre determinado assunto. Segundo Elmasri et al (2005), os bancos de dados e os sistemas de bancos de dados, atualmente, são indispensáveis. Os avanços tecnológicos geram sistemas de informações que podem armazenar e analisar mapas, os chamados Sistemas de Informações Geográficas – GIS.

Takahashi (1992) apud Silva Filho et al. (2001), alerta que na arborização urbana torna-se cada vez mais indispensável a construção de banco de dados, frente ao grande volume de informações sobre indivíduos arbóreos a serem levantadas, a fim de dar suporte ao manejo adequado.

Essa conexão pode se dar por meio de interface de programação de aplicações– API, da expressão *Application Programming Interface*, onde são interligados bancos de dados de sistemas diferentes, permitindo a obtenção ou troca de informações entre eles. (COSTA, 2022)

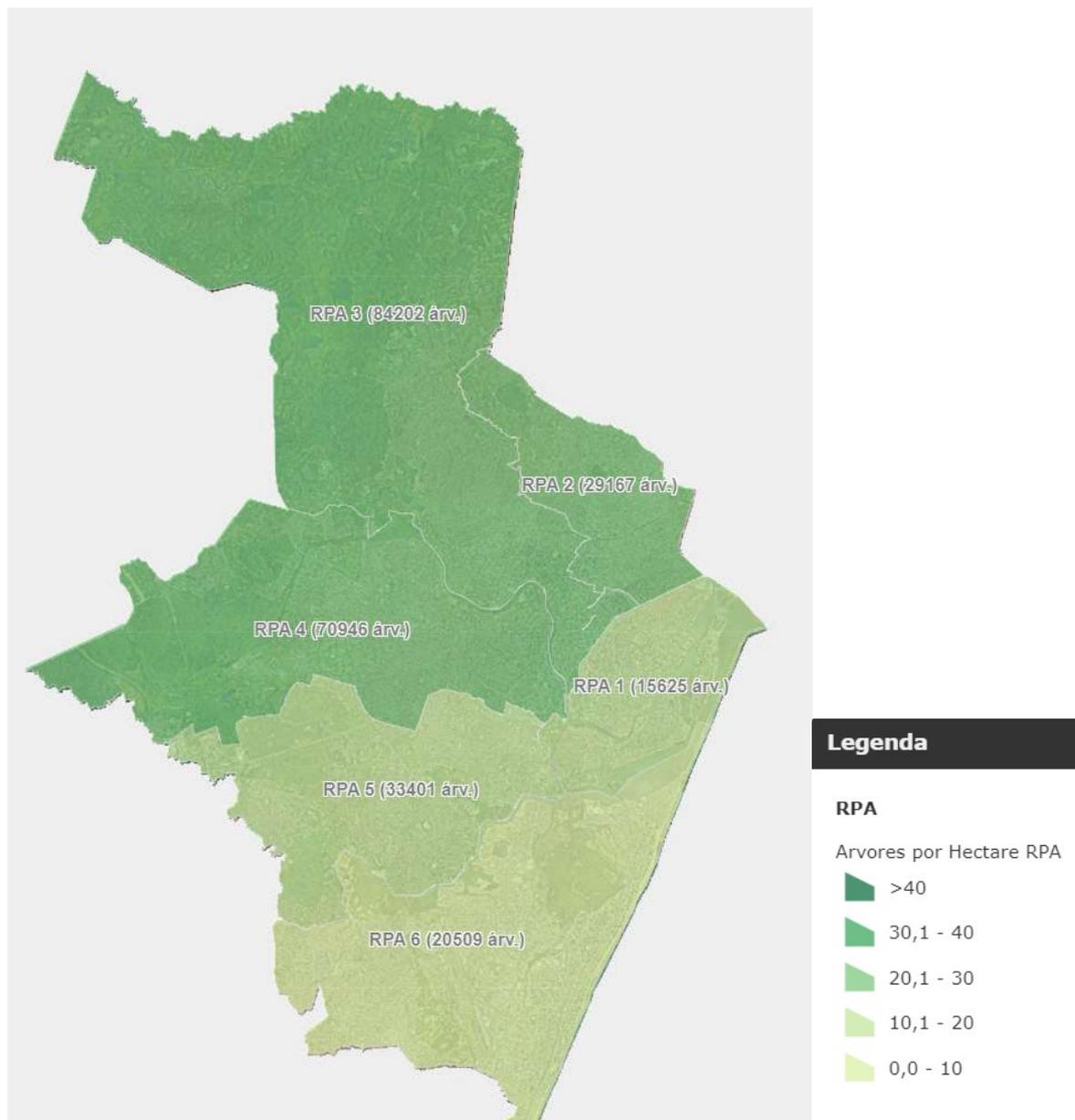
Além disso, os dados poderão ser exportados para a utilização em softwares especializados em análise espacial, a exemplo do QGIS, facilitando o entendimento de informações geográficas, possibilitando realizar ações como medir distâncias, visualizar pontos, quantificar dados, dentre outras, oferecendo uma análise espacial onde aqueles dados ficam mais fáceis de serem entendidos (GEO SEM FRONTEIRAS, 2021).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

O município do Recife está situado no litoral, na costa do nordeste brasileiro. É banhado pelo Oceano Atlântico, encontrando-se a 8° 3' da Latitude Meridional e a 35° Oeste de Greenwich, sendo a capital do estado de Pernambuco e núcleo da Região Metropolitana - RM, da qual fazem parte mais 13 municípios. (VASCONCELOS et al, 2000)

A Região Metropolitana do Recife - RMR tem uma população de 3,69 milhões de pessoas (IBGE, Censo 2010), das quais 1.537.704 pessoas (IBGE, Censo 2010) estão concentradas na Cidade do Recife, correspondendo a 17,48% da população do Estado, e a 41.63% da Região Metropolitana do Recife - RMR. e apresenta um patrimônio verde com um total de 253.850 árvores (ESIG, CAJU, Prefeitura do Recife/VIII ENAU, 2022), conforme representado na Figura 1.



Fonte: ESIG CAJU – Plataforma de arborização da Cidade do Recife

Figura 1 - Mapa de árvores por Região Político-Administrativa – RPA

Com relação a precipitação média no município, Recife apresenta uma precipitação anual de 2.457mm e média mensal (Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC) conforme apresentado na Figura 2.

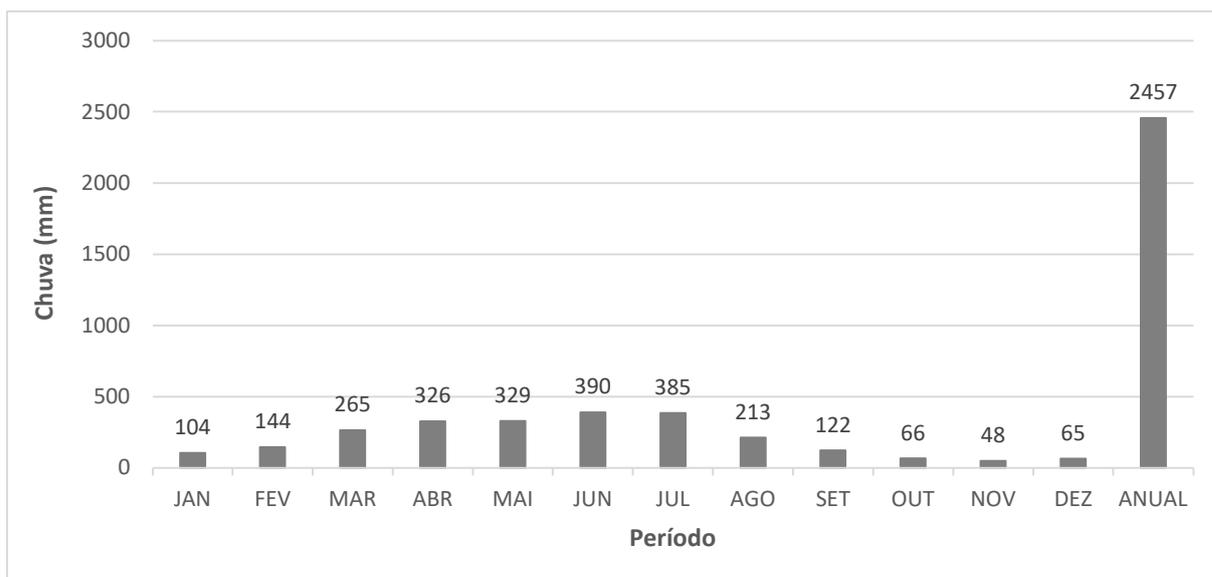


Figura 2- Precipitação média mensal no Município do Recife

A cidade do Recife está subdividida em seis Regiões Político-Administrativas – RPA, denominadas de RPA 1, RPA 2, RPA 3, RPA 4, RPA 5 e RPA 6(Figura 3),de modo a delimitar as extensões territoriais ao mesmo tempo unificando os bairros. Essas RPA’s originaram-se a partir da lei municipal nº 16.293 de 22/01/1997, atendendo ao estabelecido em seu Artigo 1º (RECIFE, Leis Municipais).

Art. 1º O Município do Recife é dividido em 6(seis) Regiões Político-Administrativas - RPA`s, para efeito de formulação, execução e avaliação permanente das políticas e do planejamento governamentais. [...]

O Recife é o núcleo da Região Metropolitana - RM e faz limites com cinco dos treze municípios que compõem a RM: ao norte com Olinda e Paulista; ao oeste com Camaragibe e São Lourenço da Mata e ao sul com Jaboatão dos Guararapes.

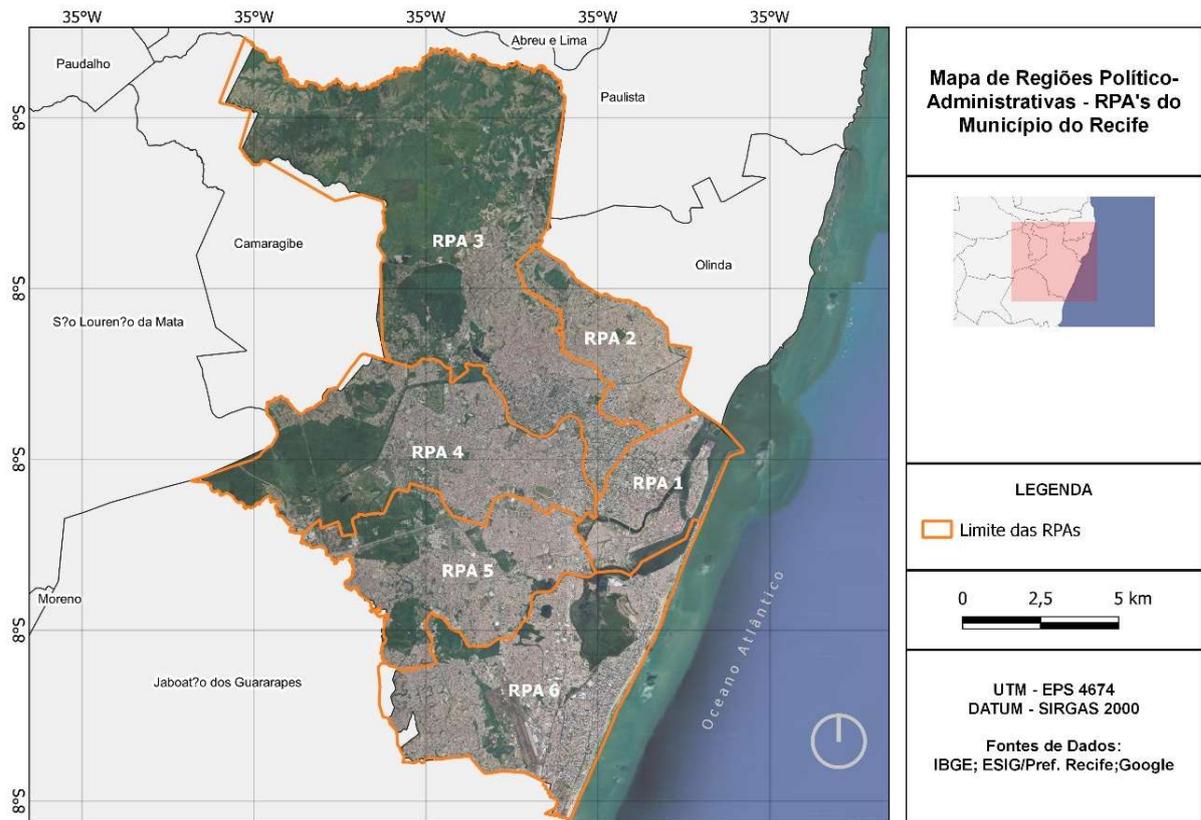


Figura 3 - Mapa de localização do Recife e das Regiões Político-Administrativas - RPA's

4.2 Banco de Dados

O banco de dados utilizado foi o do Sistema de Gerenciamento de Demandas – SGDE, da Prefeitura do Recife. O SGDE é utilizado pela Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana – EMLURB para, entre outros serviços, gerenciar serviços de manutenção executados na arborização viária do município, onde estão incluídas árvores em calçadas, canteiros centrais, praças, parques e na orla marítima. Com referência a descrição dos serviços no banco de dados do SGDE, foram utilizados os códigos 255 e 256, que se referem à queda de árvore e queda parcial de árvore, respectivamente. Além disso, foi também verificado o quantitativo de serviços de poda realizados em 2021, a partir dos dados contidos no SGDE.

Foi escolhido o ano de 2021 para realizar o levantamento, devido ao referido ano ser o primeiro, no SGDE, a ter em todos os seus meses a separação de eventos de quedas em duas categorias: queda de árvores e queda parcial de árvores. Essa última refere-se a duas situações relacionadas a galhos: podendo ser galhos fraturados pendurados e/ou caídos.

A partir de uma planilha, no software Excel advinda do SGDE, aplicou-se filtro, a fim de selecionar apenas os serviços referentes aos dois códigos supracitados. A planilha,

originalmente, é composta por 19 colunas assim denominadas: 'solic', 'solicitante', 'serviço', 'gerência', 'grupo serviço', 'empresas', 'poste', 'logradouro', 'nº', 'bairro', 'RPA', 'tipo', 'demandante', 'situação', 'obsmov', 'nº ofício', 'prazo', 'data cadastro', 'data mov'. Desse total, foram utilizadas as informações de 07 colunas: 'serviço', 'logradouro', 'nº', 'bairro', 'RPA', 'obsMov', 'data cadastro', as quais tem relevância para o planejamento de ações e determinação da logística de operação de manejo; ainda foram acrescentadas mais 05 colunas, a fim de complementar informações: 'galho', 'arvore', 'nome comum', 'lat', 'long'. Registre-se que algumas colunas foram desconsideradas para a análise deste trabalho, visto serem critérios para outros serviços gerenciados pelo SGDE, a exemplo da iluminação pública e operação tapa-buraco.

O SGDE disponibiliza, basicamente, três entradas distintas para as solicitações. Quais sejam: pela *Central de Atendimento 156*, pelo portal WEB da EMLURB e pelo cadastramento de Ofícios e requerimentos encaminhados a EMLURB referentes a serviços na arborização urbana. Como os códigos 255 e 256 referem-se a quedas, geralmente, os cadastros são feitos pela *Central de Atendimento 156* e/ou pelo portal WEB, visto se tratar de situações emergenciais. A partir desses cadastramentos, as demandas são identificadas com um código e equipes são acionadas para o devido atendimento. Sendo assim, na coluna 'obsmov', pode-se verificar qual equipe executou o serviço, quando foi executado, qual a espécie sofreu intervenção, além de dados do solicitante, endereço do serviço, RPA e histórico de movimentação da demanda, dentre outros, conforme Figura 4.

Prefeitura do Recife
Sistema de Gerenciamento de Demandas
EMLURB - EMPRESA DE MANUTENCAO E LIMPEZA URBANA
-

Solicitação: 22059375 Data limite: 01/07/2021
Serviço: 07255 - QUEDA DE ARVORE
Nº poste:
Tipo demandante: EXTERNA
Tipo demanda: EXTERNA Órgão: EMLURB/DLU/GPA
Número de Ofício:
Solicitante:
Logradouro: Nº :
Complemento: CEP: 50000000
Bairro: RPA: 5
Fone: Cel:
E-mail:
Log. Serviço: Nº :
Complemento: CEP: 50000000
Bairro: RPA: 5
Ponto ref.:
Latitude: Longitude:
Observação cad.: SOLICITA REMOÇÃO DE ARVORE QUE CAIU E QUE ESTA\nENCOSTADA NO
Ordens de Serviço: FIO
Tempo de cadastro: 02:13
Data Solicitação: 30/06/2021
Situação Atual: ATE - ATENDIDA
Hist. Situação: ATE - ATENDIDA 01/07/2021 MAT.:
Hist. Situação: FSC - FISCALIZAÇÃO 01/07/2021 MAT.:
Hist. Situação: EXE - EXECUÇÃO 01/07/2021 MAT.:
Hist. Situação: PRE - PREPARAÇÃO 01/07/2021 MAT.:
Hist. Situação: CAD - CADASTRADA 30/06/2021 MAT.:
Observação atual: SERVIÇO EXECUTADO EM 30/06/21, 01 EUCALIPTO MP,\nEQUIPE
LOQUIPE

Observações:

Fonte: adaptado de SGDE, EMLURB/Prefeitura do Recife

Figura 4 - Ficha de cadastramento de solicitação de demandas pelo SGDE

4.3 Levantamento de Eventos de Queda

4.3.1 Levantamento de dados

Além dos dados importados do SGDE e fornecidos pela Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana - EMLURB, também foram utilizados registros fotográficos da execução dos serviços, realizados pela equipe operacional da EMLURB, quando da remoção de árvores e galhos caídos em áreas públicas, permitindo, quando possível, a identificação de espécies.

Quando não havia indicação da espécie nos registros do SGDE, procedeu-se a pesquisa e identificação, por meio do *Google Street View*, considerando o registro histórico dessa ferramenta a partir do endereço registrado na solicitação cadastrada no SGDE. Assim, pode-se constatar com qual árvore havia ocorrido o evento e complementar as informações inexistentes, quando possível.

4.3.2 Digitalização e processamento dos dados

Os dados oriundos do SGDE foram selecionados, avaliados, complementados e digitados na planilha recebida da Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana – EMLURB,

responsável pelo gerenciamento do SGDE. As coordenadas geográficas de localização das árvores foram inseridas de duas formas, considerando duas situações distintas:

- ❖ **Situação 1: endereço completo no cadastro da demanda no SGDE:** as coordenadas de localização do evento foram coletadas utilizando-se a Interface de Programação de Aplicação – API (acrônimo para *Application Programming Interface*) do *Google Maps*, por meio de script Python desenvolvido para esse estudo, conforme Anexo A;
- ❖ **Situação 2: endereço incompleto no cadastro da demanda no SGDE, mas com registro fotográfico:** diversas demandas foram cadastradas sem número do imóvel. Para identificar a localização do evento foram utilizados os registros fotográficos dos serviços feitos pela equipe da EMLURB, a fim de realizar um comparativo entre a foto do registro do serviço com a imagem do local no Google Street View - GSV, identificando qual árvore sofreu algum evento. A partir de então, procedeu-se a coleta das coordenadas geográficas do ponto identificado, manualmente no Google Maps, conforme esquema Figura 5.

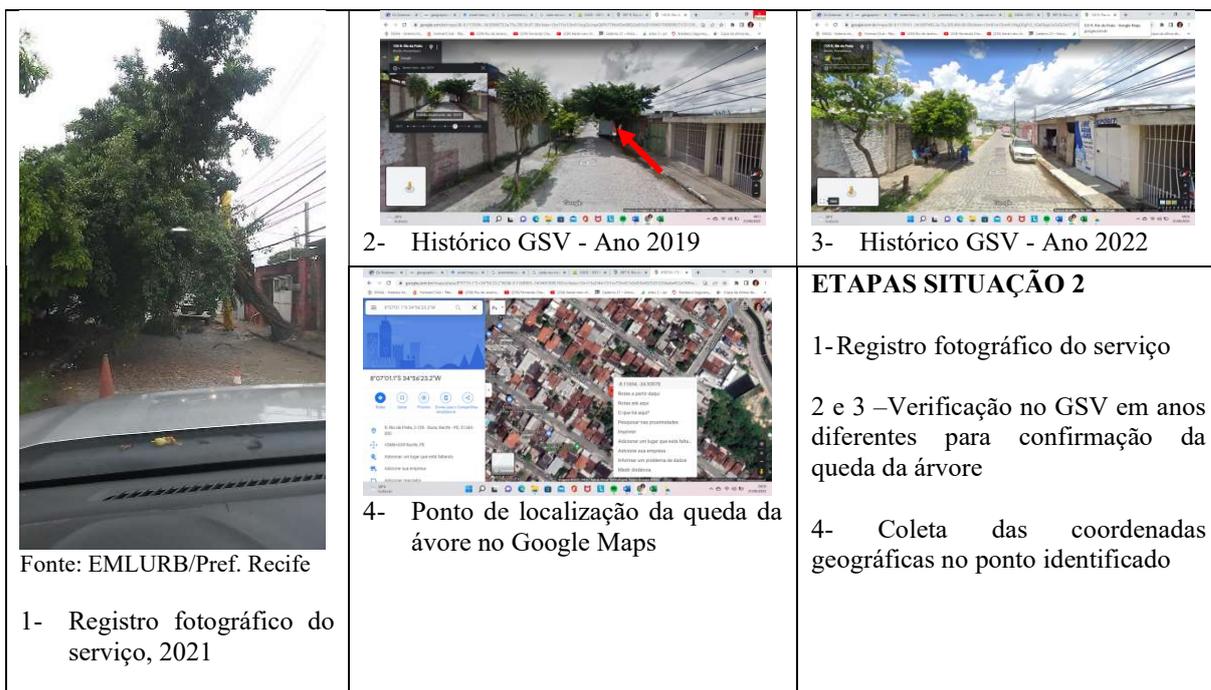


Figura 5 - Esquema de coleta de coordenadas geográficas para a Situação 2

Todas as coordenadas foram digitadas na planilha em EXCEL, em colunas denominadas de LAT, para a latitude e LONG, para a longitude. Aplicou-se aos dados digitados verificações visuais para conferência, visando minimizar a ocorrência de erros e inconsistências.

Ainda na mesma planilha foram inseridos dados para complementação de informações, a exemplo das espécies e famílias e separadas as informações se queda de galho ou arvore para cada demanda registrada, que se encontram nas colunas ‘nome comum’ e ‘nome científico’, ‘família’, ‘galho ou arvore’, respectivamente, realizando assim o enriquecimento de dados (GOLDSCHMIDT et al., 2015)

A planilha em EXCEL foi convertida para formato CSV com valores separados por vírgula e utilizada como tabela de atributos no software QGIS para mapeamento dos dados. O processamento dos dados consistiu na tabulação das variáveis quantitativas e qualitativas, visando extrair das mesmas, informações referentes aos eventos de quedas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Espacialização dos Eventos de Queda

Foram identificadas um total de 540 demandas registradas referentes a quedas de árvores ou galhos no ano de 2021, distribuídos nas 06 RPAs, conforme apresentado na Figura 6.

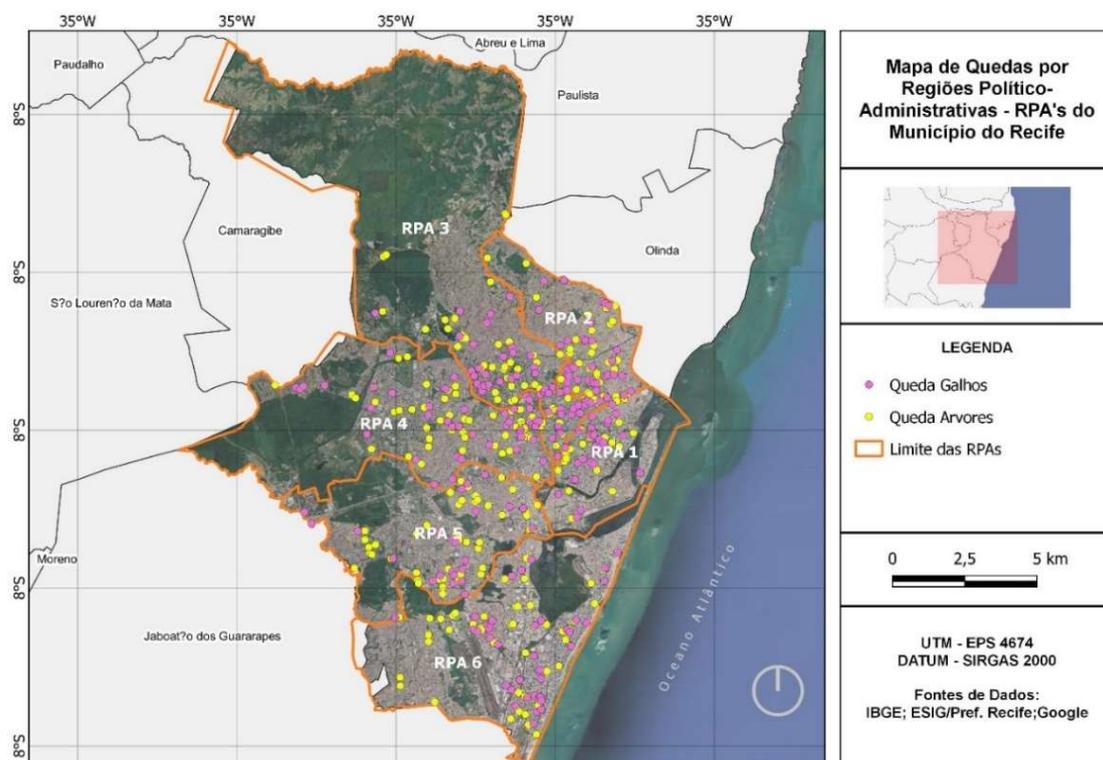


Figura 6 - Eventos de quedas de árvore ou galho nas RPA's do Município do Recife

Considerando o norte geográfico, de maneira geral, percebe-se que há uma concentração maior de quedas de galhos na porção centro-nordeste do Município e uma distribuição, quase

que homogênea nas áreas ocupadas, pulverizando-se à medida que se dirigem para oeste-noroeste. Possivelmente, isso ocorre porque nessa última porção existem menos áreas urbanizadas e predomínio de áreas de matas, as quais não são atendidas por serviço de manejo arbóreo e se constituem em ambiente menos antropizados.

Se realizarmos um comparativo das informações contidas no mapa de árvores por Região Político-administrativa - RPA (Figura 1) com o mapa de eventos de queda (Figura 6), pode-se perceber que à medida que a concentração de árvores tende a diminuir, a ocupação de áreas urbanas aumenta. Isso, talvez, colabore para a concentração de eventos de queda na porção centro-nordeste do território. (Figura 7)

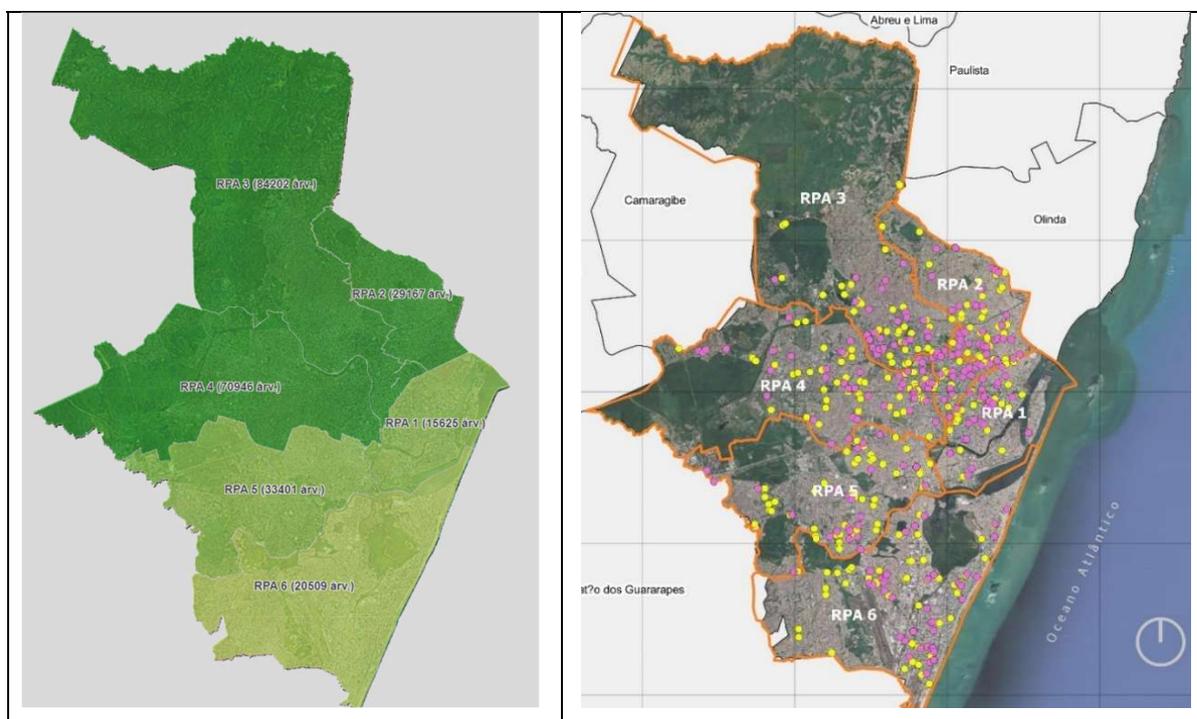


Figura 7 - Eventos de quedas de árvore ou galho nas RPA's do Município do Recife

Outra questão a ser observada é que a região centro-nordeste, engloba parte das RPA's 1, 2, 3 e 4 e nelas, visualmente, está a maior concentração de eventos de queda está nessas RPA's. Esta percepção, talvez ocorra, devido a essas RPA's serem limítrofes.

5.2 Atributos Quali-quantitativos da Arborização Urbana Mapeados

5.2.1 Eventos de queda

Dos 540 eventos de quedas registrados, 285 foram identificados como quedas de árvores, 242 como quedas de galhos e 13 como registros falsos. Entenda-se este último como

solicitações que foram verificadas ‘in loco’, pela equipe operacional da EMLURB, quando do atendimento da demanda e registrado na planilha EXCEL do SGDE como situação que não houve nem queda de árvore nem queda de galho em área pública. As porcentagens desses eventos equivalem, respectivamente a 53%,45% e 2% dos registros avaliados, conforme Figura 8.

Observa-se também que dentre as seis RPAs, existentes, a RPA 4 foi a região que mais apresentou quedas de árvores e a RPA 3 a que mais apresentou quedas de galhos em áreas públicas. Entretanto, quando verificado o quantitativo de eventos de quedas por RPA, percebe-se que a RPA 3 é a região que mais apresenta eventos de quedas, contabilizando um total de 112 eventos de quedas registrados, perfazendo pouco mais de 20% do total de demandas registradas no ano 2021, confirmando a análise visual feita quando da espacialização dos eventos de queda.

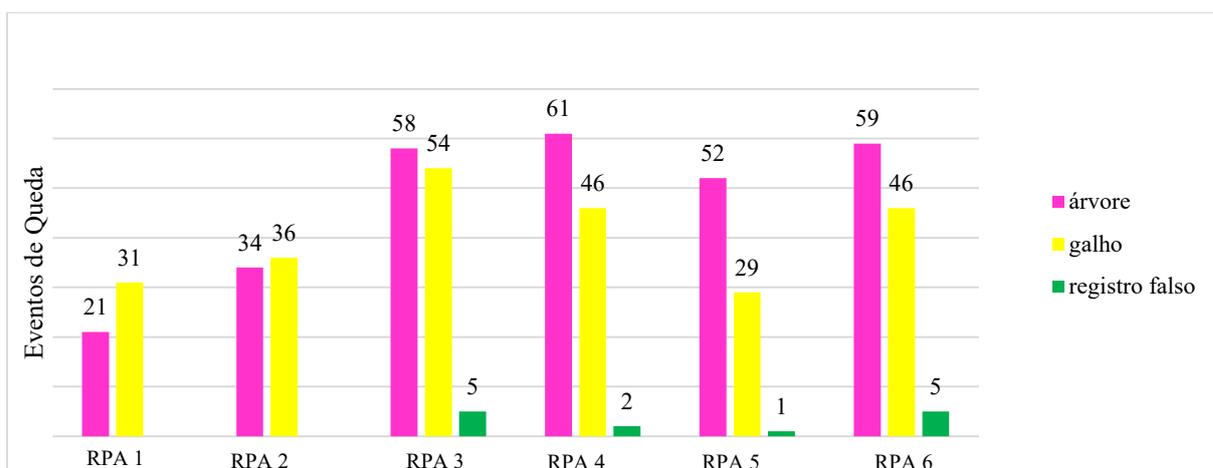


Figura 8 - Quantitativo de quedas de árvore ou galho em áreas públicas por RPA no Município do Recife

5.2.2 Serviços de manejo na arborização urbana

Considerando os dados registrados no SGDE sobre o manejo na arborização urbana situada em logradouros públicos, tem-se que no ano de 2021 foram realizadas 2.161 podas em todo o município do Recife, referentes às solicitações cadastradas pela *Central de Atendimento 156*, distribuídas por Região Político-administrativa – RPA, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparativo entre podas realizadas e eventos de quedas

RPA	QUANTITATIVO DE PODA EXECUTADAS	QUANTITATIVO QUEDA ÁRVORE	QUANTITATIVO QUEDA GALHOS	TOTAL DE EVENTOS DE QUEDA
1	151	21	31	52
2	292	34	36	70
3	294	58	54	112
4	540	61	46	107
5	344	52	29	81
6	540	59	46	105
TOTAL	2.161	285	242	527

A RPA 3 que apresenta o maior índice de eventos de queda, não foi a RPA que mais recebeu serviços de poda. As RPA's 4 e 6 como segundo e terceiro, respectivamente, maior número de eventos de queda, receberam quase o dobro de serviços de poda em relação a RPA 3. Esse fato, por si só, poderia levantar dúvidas sobre o que Milano (2020) relata a respeito da importância de se adotar práticas sistemáticas de manutenção na arborização. Entretanto, é preciso lembrar que existem outros fatores a serem considerados, como espécie, clima e características ambientais: altura das edificações, presença de alegretes (canteiros), dentre outras, que também contribuem para a fragilidade do indivíduo arbóreo, podendo levar a sua queda.

Constantino (2022), informa que um dos fatores que mais influenciam no risco de queda de árvores em São Paulo é a altura das edificações no entorno e no bairro. Ainda na mesma publicação, a pesquisadora declara:

“No entanto, com a verticalização, as árvores enfrentam condições desfavoráveis dentro dos chamados “cânions urbanos”, ou seja, fileiras contínuas de edifícios altos que alteram a velocidade do vento local, a dispersão da poluição e os padrões de iluminação e microclima. Essas alterações afetam os principais processos biológicos das árvores, contribuindo com a queda precoce”.

5.2.3 Eventos de queda por espécies

As 540 demandas registradas no SGDE no ano de 2021 estão distribuídas da seguinte forma quanto às espécies: 184 (34%) demandas com espécies não identificadas, seja por não estarem registradas no SGDE, ou seja, por não haver registro fotográfico e o endereço estar incompleto, não permitindo a localização do indivíduo arbóreo nem mesmo pelo GSV. Estas

informações estão digitadas na coluna ‘Nome Comum’ como NI (Não Identificada), conforme consta no Dicionário de Dados, Anexo B.

E mais 356 (66%) demandas, distribuídos entre 42 espécies diferentes. Dessas 356 demandas registradas, 58 são eventos com Ficus (*Ficus sp.*), 44 são eventos com Oitizeiros (*Licania tomentosa*) e 39 são eventos com Siameas (*Senna siamea*), conforme Figura 9. Juntas, essas três espécies representam, aproximadamente, 25% das espécies identificadas envolvidas em eventos de queda de árvore ou galhos.

Desconsiderando as espécies Não identificadas (NI), o Ficus está em primeiro lugar entre as espécies mais envolvidas em eventos de quedas no ano de 2021. Maria et al. (2021) avaliou os principais defeitos estruturais que comprometem a saúde e estrutura da espécie *Ficus benjamina* em florestas urbanas da cidade de Itanhaém-SP, e concluiu que os defeitos ocorreram com maior frequência nas árvores podadas, e assim, que a poda influenciou na ocorrência de defeitos estruturais. Tais defeitos podem potencializar o risco de queda destas árvores.

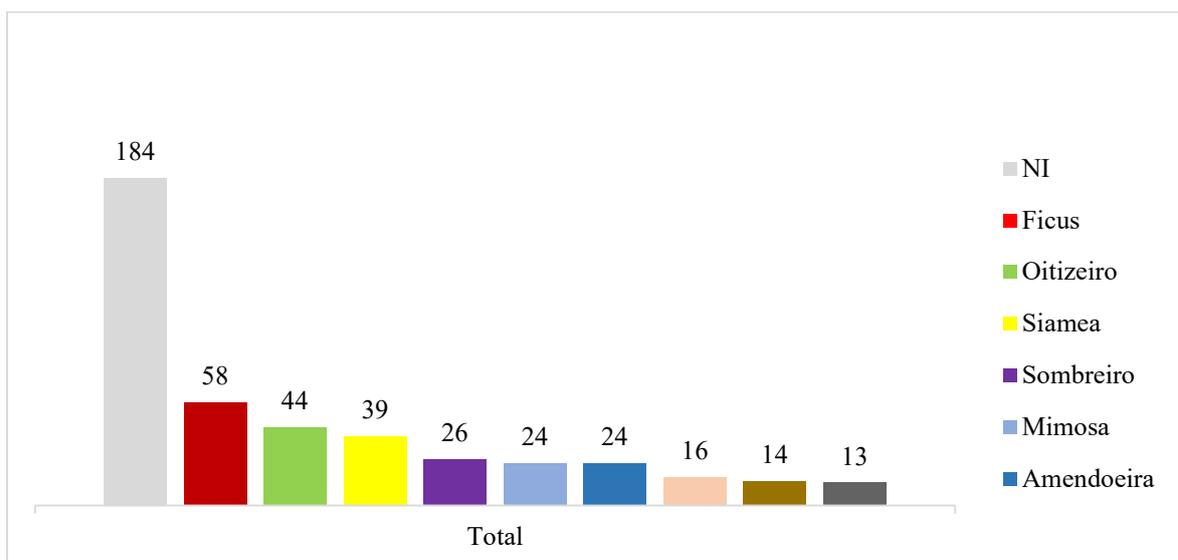


Figura 9 - Eventos de quedas por espécie

Pode-se observar na (Figura 10) a distribuição espacial das 3 principais espécie que mais sofreram com evento de queda em Recife. Dentre os eventos ocorridos com a espécie Ficus, 46 são eventos de queda de árvore e apenas 12 (doze) são eventos com queda de galhos, sendo a maior parte dos eventos com a referida espécie, ocorridos na RPA 4(15), seguida da RPA 5(14) e RPA 6 (11), conforme apresentado nas(Figura 11).

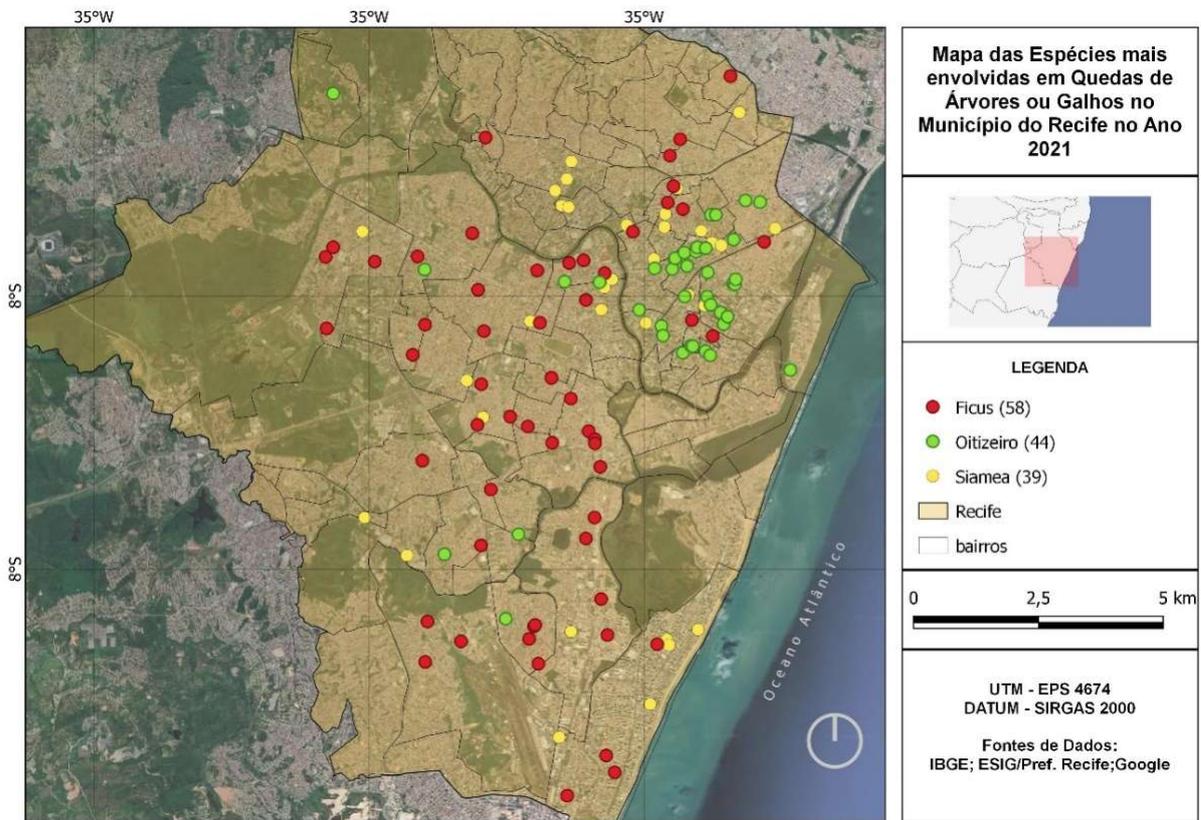


Figura 10 - Mapa de eventos de quedas das três espécies mais frequentes

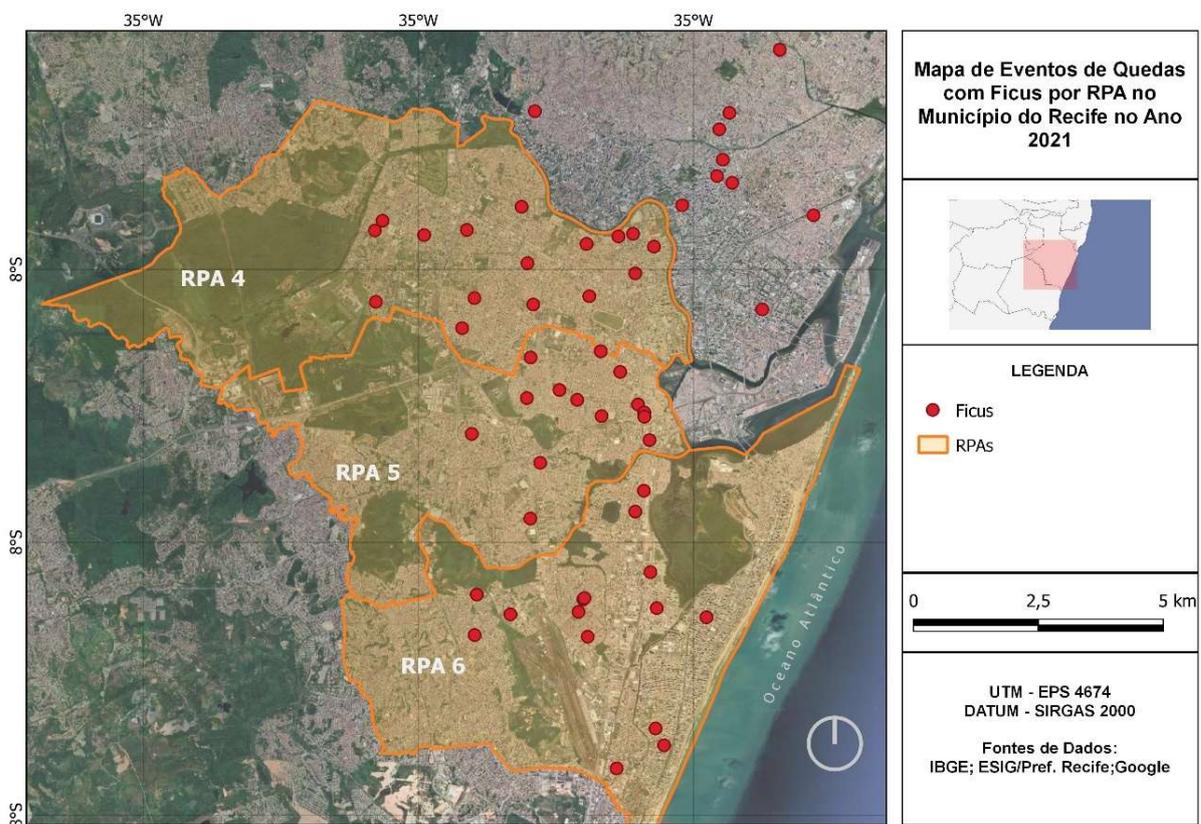


Figura 11 - RPA's com maior frequência de eventos de quedas com Ficus (*Ficus sp.*)

Dentre as três espécies com maior frequência de eventos de queda, o Ficus foi a espécie com maior número de queda de árvore e o Oitizeiro com maior número de queda de galhos, como pode ser observado na Figura 12. Quanto às demais espécies, o Anexo C apresenta a contagem de queda de árvore ou galho por espécie por RPA. A Tabela 2 mostra a contagem de eventos de queda.



Figura 12 - Contagem de queda de árvore ou galho por espécie

Considerando as 42 espécies identificadas, as 10 espécies com maior número de eventos de queda, seja de árvore ou galho, são: Ficus (58), Oitizeiro (44), Siamea (39), Sombreiro (26), Amendoeira (24), Mimosa (24), Pau-Brasil (16), Aroeira (13), Felício (11) e Ipê (10). Juntas, essas espécies perfazem um total de 265 eventos de quedas, aproximando-se de 50% do total de eventos ocorridos no ano 2021, conforme Tabela 2.

Como não há inventário (censo) da arborização urbana do Recife, não é possível avaliar se as espécies que mais apresentaram eventos de quedas, são as encontradas com maior frequência no município.

Rocha et al. (2012) destacam a importância do inventário, visto que possibilita conhecer o patrimônio arbóreo, considerando informações como necessidade de podas, tratamento fitossanitários, supressões e plantios, identificando, avaliando e priorizando as intervenções.

Tabela 2 - Contagem de eventos de queda por espécie no Município do Recife (continua)

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	QUANTITATIVO POR RPA						TOTAL GERAL	ORIGEM
		1	2	3	4	5	6		
Abacateiro	<i>Persea americana</i>				1			1	Exótica
Acacia branca	<i>Moringa oleifera</i>				1			1	Exótica
Acacia cubana	<i>Thespesia populnea</i>				1			1	Exótica
Acacia gigante	<i>Cassia grandis</i>				1			1	Nativa
Algaroba	<i>Proposis juliflora</i>						3	3	Nativa
Algodoeiro	<i>Hibiseus tiliaceous</i>		1	1			2	4	Exótica
Amendoeira	<i>Terminalia catappa</i>	3	2	2	4	1	12	24	Exótica
Aroeira	<i>Schinustere benthifolius</i>		4	3	1	4	1	13	Nativa
Árvore morta	NI			1				1	NI
Bougainville	<i>Bougainville aspectabilis</i>						1	1	Nativa
Carolina	<i>Pachira aquatica</i>					2		2	Exótica
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>			1	1			2	Exótica
Cordao de Ouro	<i>Cassia fistula</i>	1			2			3	Exótica
Craibeira	<i>Tabebuia caraiba</i>			4	1			5	Nativa
Embauba	<i>Cecropia Sp.</i>			1		2		3	Nativa
Espatodea	<i>Spathodea campanulata</i>				1			1	Exótica
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	1			1	1		3	Exótica
Felicio	<i>Feliciium decipiens</i>	1	3	3	2	1	1	11	Exótica
Ficus	<i>Ficus sp.</i>	3	6	2	17	15	15	58	Exótica
Flamboyant	<i>Delonix regia</i>		2	1		1		4	Exótica
Gameleira	<i>Ficus glabra</i>						1	1	Exótica
Ingazeiro	<i>Ingaedulis</i>				1			1	Exótica
Ipe	<i>Handroanthus sp.</i>	1	1	4	1		3	10	Nativa
Jambeiro	<i>Syzygium malacense</i>		2	2		1	2	7	Exótica
Jamelao	<i>Syzygium cumini</i>	1				1		2	Exótica
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	1	1				3	5	Exótica
Macaibeira	<i>Acrocomia sp.</i>					1		1	Nativa
Mangue	NI						1	1	Nativa
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>					1	2	3	Exótica
Melaleuca	<i>Melaleuca sp.</i>			1				1	Exótica
Mimosa	<i>Pithecellobium dulce</i>	5	4	2	6	4	3	24	Exótica
Mororo	<i>Bauhinia sp.</i>		2		2		2	6	Nativa
Morta	NI						1	1	NI

NI	NI	9	22	47	42	29	35	184	NI
Oitizeiro	<i>Licania tomentosa</i>	21	6	10	4	2	1	44	Nativa
Olho de Pombo	<i>Abrusprecatorius</i>					2	1	3	Nativa
Pau Brasil	<i>Paubrasiliaechinata</i>		3	5	3	1	4	16	Nativa
Paudarquinho	<i>Tecomastans</i>			1				1	Exótica
Registro Falso	NI			5	2	1	6	14	NI
Sapotizeiro	<i>Manikarazapota</i>		1					1	Exótica
Siamea	<i>Senna siamea</i>	2	6	11	8	4	8	39	Exótica
Sibipiruna	<i>Caesalpina pluviosa</i>			3		1		4	Nativa
Sombreiro	<i>Clitoriafairchildiana</i>	2	3	7	6	6	2	26	Nativa
Tamarindo	<i>Thamarindus indica</i>					1		1	Nativa
Ubaia	<i>Eugenia pyriformis</i>	1						1	Nativa
Urucum	<i>Bixa orellana</i>		1					1	Exótica
Total Geral		52	70	117	109	82	110	540	

NI – Não Identificado

O que se verifica é que do total das espécies identificadas, 25 (55,55%) são de espécies exóticas e 17 (37,77%) são nativas do Brasil. Souza et al., 2020, após estudo realizado em Belo Horizonte – MG, constataram que pouco mais de 42% das espécies envolvidas em eventos de queda eram de espécies exóticas contra 57,6% de espécies nativas do Brasil. Resultado inverso ao apresentado nesse estudo sobre o Recife, o que sugere que regiões diferentes podem apresentar comportamentos diferentes, visto que apresentam fatores ambientais diversos.

Destaque para a Macaibeira, que apesar de não ser classificada como árvore e sim como palmeira, faz-se bastante presente na composição da arborização urbana de Recife e, por isso, foi considerada nesse estudo.

5.2.4 Eventos de queda x Sazonalidade

O clima no Recife se caracteriza por dois períodos distintos: um mais seco ou de estiagem, ocorrendo nos meses de setembro a fevereiro, denominado de primavera-verão e outro período mais chuvoso, ocorrendo nos meses de março a agosto, denominado de outono-inverno (BARROS et al., 2013).

Os 540 eventos de quedas registrados, levando-se em consideração os meses que foram cadastrados no SGDE, estão distribuídos conforme Figura 13.

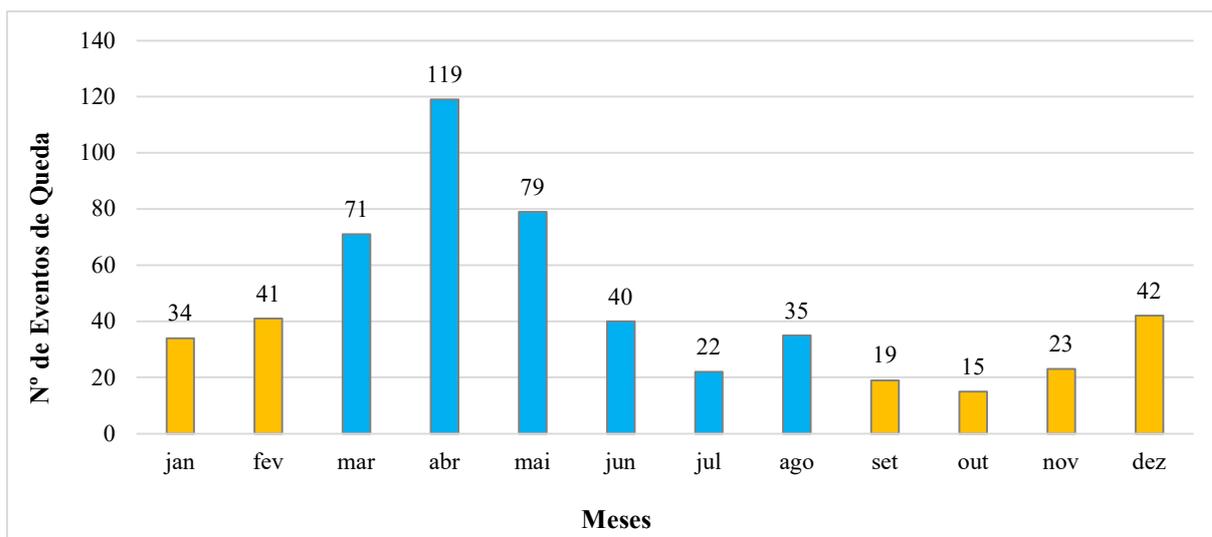


Figura 13 - Número de eventos de queda por mês. Meses em laranja indicam o período primavera-verão e em azul o período chuvoso.

No período de primavera-verão (Set-Fev) foram cadastradas, pela *Central de Atendimento 156*, um total de 174 demandas com eventos de queda. Por outro lado, no período mais chuvoso (Mar-Ago), foram cadastradas um total de 366 demandas relativas a quedas, com destaque para o mês de abril que apresentou, sozinho, pouco mais de 32% dos eventos de queda do período chuvoso.

Conforme histórico de chuvas disponibilizado pela APAC, no ano de 2021 o município do Recife apresentou uma média acumulada anual de 2.245,2mm, distribuídos mensalmente como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Histórico de chuvas no ano de 2021

POSTO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Recife (Alto da Brasileira)	57,5	97,0	234,1	324,7	429,3	185,8	223,0	203,0	45,4	20,3	28,8	117,9
Recife (Codecipe / Santo Amaro)	44,3	108,4	225,3	494,1	573,8	232,5	222,2	348,8	24	19,6	17,0	94,4
Recife (Várzea)	54,2	120,0	223,4	450,4	549,4	193,8	255,8	309,0	50,8	42,8	8,6	-
Média	52,0	108,5	227,6	423,1	517,5	204,0	233,7	286,9	40,1	27,6	18,1	106,2

Fonte: adaptado de APAC (2021)

Se compararmos o número de eventos de queda (Figura 13) com o histórico de chuvas (Tabela 3), pode-se constatar que no período mais chuvoso (mar-ago) houve aumento de eventos de queda, conforme pode ser observado na Figura 14. Sendo assim, o comportamento dos eventos de queda tendeu a seguir o mesmo comportamento das precipitações.

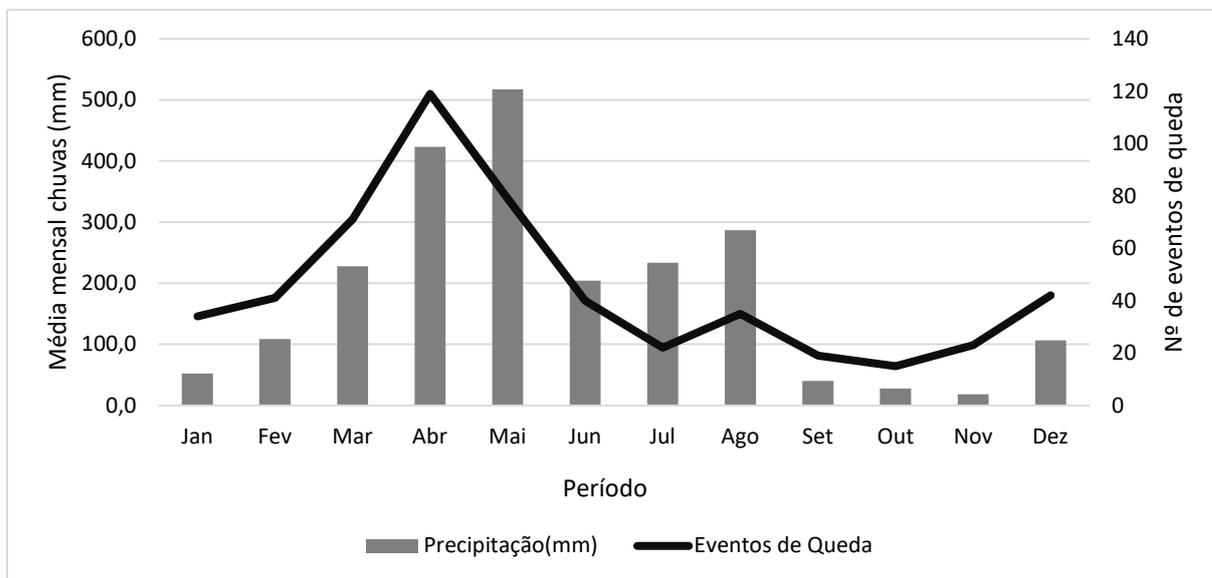


Figura 14 - Comparativo entre precipitação e eventos de queda no ano 2021

Estudo realizado sobre eventos de queda em Belém-PA, observou um aumento no número de quedas de árvores mensal proporcional ao aumento do volume das chuvas. Isso também pode ser ratificado por Mota e Santos (apud Rodrigues, 2019, p.61) quando apresenta que no município de Belém houve uma parcela considerável de quedas de árvores, após chuvas intensas.

Conforme Constatino (2021), na cidade de São Paulo foi realizada pesquisa que analisou dados diários de quedas de árvores, constatando que as quedas têm relação com efeitos climáticos. O estudo apontou ainda que existe um efeito tardio das chuvas e eventos, considerando que há eventos de queda o ano inteiro.

Estudo realizado por Santos et al (2019) sobre eventos pluviais extremos na cidade do Recife aponta que a cidade tem uma vulnerabilidade alta em eventos dessa natureza. Apresenta ainda que para os meses analisados, a maior ocorrência de precipitações foi no período de outono (abril-maio), sendo o mês de maio o de maior incidência de chuvas no ano de 2016, tendo a queda de árvores como uma das respostas aos eventos de chuvas intensas.

6 CONCLUSÃO

Com esse estudo foi possível identificar e avaliar a distribuição espacial dos eventos de queda de galhos e árvores no município de Recife, bem como possibilitou a obtenção de informações para, estrategicamente, planejar ações de manejo na arborização urbana.

As informações levantadas, tanto a partir do banco de dados disponibilizado, quanto por fotografias e pelo uso da ferramenta Google Street View possibilitou uma maior compreensão de fatores quali-quantitativos dos eventos de queda. Eles permitiram realizar o mapeamento de cada evento cadastrado possibilitando uma primeira análise espacial sobre quedas de árvores em áreas públicas no município do Recife. O levantamento florístico apontou as espécies com maior ocorrência de eventos de quedas, estando o *Ficus* em primeiro lugar, espécie exótica, bastante presente na composição da arborização urbana do Recife.

O mapeamento das quedas de árvores ou galhos em áreas públicas na cidade do Recife, analisados nas seis Regiões Político-Administrativas – RPA permitiu visualizar a distribuição desses eventos dentro do território municipal. Ele mostra uma concentração de eventos de queda na região centro-nordeste, englobando parte das RPA's 1,2, 3 e 4. Este fato alerta para que sejam planejadas e intensificadas avaliações de risco nesses locais, bem como observadas a qualidade dos serviços de manejo na arborização, em especial os serviços de poda, a fim de minimizar risco de queda. Cabe destacar que a RPA 4 foi a que mais registrou queda de árvores e a RPA 3 a que mais teve registro de queda de galhos.

Além disso, o *Ficus* aparece como a espécie mais frequente em eventos de queda, e pode-se ainda associar esses eventos a defeitos estruturais, comumente encontrados nessa espécie em razão de podas incorretas. Contudo, devido à falta de inventário (censo) da arborização urbana, não há como verificar se esta espécie é a que ocorre com maior frequência nessas regiões do município.

A utilização de ferramentas gratuitas, tanto para o processamento dos dados quanto para o mapeamento deles foram essenciais para o desenvolvimento do trabalho, pois possibilitaram seu uso, sem necessariamente, requerer conhecimentos muito específicos sobre ferramentas geoespaciais. Considerando que diversas prefeituras não têm em seu quadro, pessoal com conhecimento especializado em geoprocessamento e, considerando que essas mesmas prefeituras, muitas vezes, têm orçamento reduzido, os softwares gratuitos podem ser uma boa alternativa para contribuir nas tomadas de decisões, como pode ser verificado nesse estudo.

Além disso, durante o processamento dos dados, percebeu-se a necessidade de realizar ajustes no SGDE, visto que informações como latitude e longitude não existem na planilha Excel disponibilizada. Esse tipo de dado é importante para espacialização dos eventos, considerando a utilização de geotecnologias.

Todavia, somente mapear eventos de queda não é suficiente para minimizar riscos. É importante realizar, complementarmente, levantamento de informações sobre eventos climáticos e de se estabelecer protocolos de avaliação pós-queda, a fim de registrar o estado fitossanitário do vegetal e/ou de parte dele, possibilitando uma avaliação das possíveis causas da queda.

Este trabalho não pode realizar nenhuma avaliação para identificar possíveis causas sobre as quedas de árvore ou galho, visto que foi realizado após os eventos de quedas e não houve nenhum registro, nem mesmo fotográfico que deixasse evidente a causa. Portanto, caberia, numa próxima etapa, criar protocolo de vistoria pós-queda, permitindo sua aplicação e, conseqüentemente, tornando o planejamento de ações mais eficiente e seguro.

Isso poderá colaborar para maior eficácia na execução dos serviços de manutenção na arborização urbana, além de contribuir para a redução de custos com indenizações sobre danos ao patrimônio público/privado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>

BARROS Hugo R. de; LOMBARDO Magda A. **Zoneamento Climático Urbano da Cidade do Recife: Uma Contribuição Ao Planejamento Urbano**. GEOUSP – espaço e tempo, São Paulo, N°33, pp. 187-197, 2013.

BERLAND, Adam; LANGE Daniel A. **Google Street View shows promise for virtual streettreesurveys**. 2017. UrbanForestry&UrbanGreening. Volume 21, Pages 11-15.

BORTOLETO S., FILHO Demóstenes F.da S., LIMA Ana Maria L. P. **Prioridades de Manejo para a Arborização Viária da Estância de Águas de São Pedro-SP, por Setores**. REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA, Volume 1, Número 1, 2006.

BRAZOLIN, Sérgio. **Diagnóstico e análise de riscos de queda de árvores**. Comunicação Técnica nº 177155. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2021.

BRAZOLIN, Sérgio. **Biodeterioração, anatomia do lenho e análise de risco de queda de árvores de tipuana, Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze, nos passeios públicos da cidade de São Paulo**, SP. 2009. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2009. doi:10.11606/T.11.2009.tde-20042010-092326. Acesso em: 2022-08-06.

BRESSANE, A. et al. **Neuro-fuzzy modeling: a promising alternative for risk analysis in urban afforestation management**. Revista Árvore [online]. 2018, v. 42, n. 1 [Accessed 30 July 2022], e420106. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1806-90882018000100006>>. Epub 13 Aug 2018. ISSN 1806-9088. <https://doi.org/10.1590/1806-90882018000100006>.

CONSTANTINO, Luciana. **Em São Paulo, risco de queda de árvores é influenciado por altura de prédios no entorno e idade do bairro, diz pesquisa**. Jornal da USP, 18 de Ago de 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=552120>

CONSTANTINO, Luciana. **Queda de árvores durante a seca na cidade de São Paulo está ligada a manejo inadequado, sugere estudo**. 09 de Jun de 2021. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/queda-de-arvores-durante-a-seca-na-cidade-de-sao-paulo-esta-ligada-a-manejo-inadequado-sugere-estudo/36067/>

COSTA, Janine. **Descubra o que é uma API, para que serve, qual a importância e principais exemplos de aplicações para gerar integração e desenvolvimento!** 27 de Jan de 2022. Disponível em: <https://www.zenvia.com/blog/apis-entenda-o-que-sao-e-como-funcionam/>

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de Banco de Dados**; revisor técnico Luis Ricardo de Figueiredo. -- São Paulo : Pearson Addison Wesley, ISBN 85-88639-17-3.2005.

FABRO, Clara. **Aplicativo de mapas tem funções conhecidas e úteis para o dia a dia que podem ser acessadas do pelo celular**. TechTudo, 09 de Dez de 2020. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2020/12/o-que-e-google-maps-dicas-para-usar-o-aplicativo-de-gps-no-celular.ghml>

GOLDSCHMIDT, R., PASSOS, E., BEZERRA, E.: **Data Mining: Conceitos, técnicas, algoritmos, orientações e aplicações**. Rio de Janeiro: Elsevier. ISBN-13: 978-85-352-7822-4. 2015.

GOMES M. A. S. e SOARES B. R. **Reflexões sobre Qualidade Ambiental Urbana**. Estudos Geográficos, Rio Claro, 2(2): 21-30, jul-dez - 2004 (ISSN 1678—698X)
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.006>.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2010.

KOGA, Dirce. **Medidas de Cidades: entre territórios de vida e territórios vividos**. Editora: Cortez, 2011.

LIMA, Fernanda F. **Google Street View e a ressignificação do espaço urbano**. Anais XVII ENANPUR. 2019.

MARIA, Tamara R. B. de C.; ZAMPRONI, Kendra; BIONDI, Daniela. **Avaliação qualitativa de Ficus benjamina Linn. na arborização viária de Itanhaém – SP**, 2020
MENDES, Flávio Henrique. **Vulnerabilidade à queda de árvores por meio de simulações microclimáticas**, 2016. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

MILANO M. e DALCIN E. et ali. **Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light 2000**. 226p ISBN 85-87005-02-2.

O que são Sistemas de Informações Geográficas (SIG)? Geo Sem Fronteiras, 2021. Disponível em: https://geosemfronteiras.org/blog/o-que-sao-sistemas-de-informacao-geograficasig/?utm_source=google&utm_medium=cpc&gclid=Cj0KCCQjwr4eYBhDrARIsANPywCiX07O5IgDB8qOphI5VuMtQ0XT-STCwZOVb_fJML--8T5c5p60S7kaAj5yEALw_wcB

PIVETTA, Kathia F. L.; FILHO, Demóstenes F. da S. **Arborização Urbana**. Boletim Acadêmico, Série Arborização Urbana. UNESP/FCAV/FUNEP Jaboticabal, SP – 2002

QUIGLEY, MF (2004). **Árvores de rua e coespecíficas rurais: As árvores de vida longa atingirão o tamanho máximo em condições urbanas?** Ecosistemas Urbanos, 7(1), 29-39. doi:10.1023/b:ueco.0000020170.58404.e 9 10.1023/b:ueco.0000020170.58404.e9

RIBEIRO, Paulo José do R. **Queda de árvores motivada por ventos fortes em Lisboa**. 2011. Universidade de Lisboa. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território
Ricardo de Figueiredo. -- São Paulo : Pearson Addison Wesley, 2005. Título original: Fundamentals of database systems.

ROCHA, Raydrich; PIMENTEL, Rejane M. de M.; BARRETO, Roxana C. **Censo da Arborização Viária de um Bairro da Cidade do Recife, Pernambuco, com a Utilização de um Sistema de Informação Geográfica**, 2012. Revista Brasileira de Geografia Física.

RODRIGUES, Mateus dos Reis. **Geoprocessamento aplicado a Gestão de Riscos de Queda de Árvores: Estudo de Caso em um Bairro no município de Belém – PA**. 2019. Universidade Federal do Pará Instituto de Geociências Programa De Pós-Graduação Em Gestão de Riscos e Desastres na Amazônia.

SAMPAIO André Cesar F.; DUARTE Felipe G.; SILVA Emanuel Giovanni C.; ANGELIS Bruno Luiz D. de; BLUM Christopher T. **Avaliação de Árvores de Risco na Arborização de vias públicas de Nova Olímpia, Paraná**. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.5, n.2, p.82-104, 2010.

SANTOS, Leandro D. J. dos; CABRAL, Claudio J.; GONÇALVES, Rhandysson B.; SILVA, Osvaldo G. **Vulnerabilidades a eventos pluviiais de alta magnitude da cidade do Recife – Pernambuco/Brasil**. Revista de Geografia, 2019. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF.

SILVA Christian N. **A prática de mapear e o discurso cartográfico na era da geoinformação**. Ciência Geográfica - Bauru - XXIV - Vol. XXIV- (1): janeiro/dezembro – 2020.

SILVA FILHO, Demóstenes F.; PIZETTA, Patrícia U. C.; ALMEIDA, João B. S. A. de; PIVETTA, Kathia F. L.; FERRAUDO, Antônio S. **Banco de Dados Relacional para Cadastro, Avaliação e Manejo da Arborização em Vias Públicas**, 2001.

SOUZA, Marina M. de; BITTENCOUR, Agnus R.; MARTINI, Angeline. **Diagnóstico sobre queda de árvores urbanas em Belo Horizonte-MG**, 2020. Advances in Forestry Science

VASCONCELOS Ronaldo F. A.; BEZERRA Onilda G. (Org.), **Recife: Prefeitura da Cidade do Recife/Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente**, 2000.

XIAOJIANG Li; Chuanrong Zhang; Weidong Li; Robert Ricard; Qingyan Meng; Weixing Zhang. 2015. **Assessing street-level urban greenery using Google Street View and a modified greenview index**. *Urban Forestry & Urban Greening*, Volume 14, Issue 3. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866715000874>).

ANEXOS

ANEXO A– SCRIPT PARA COLETA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

ANEXO B–DICIONÁRIO DE DADOS

ANEXO C – CONTAGEM DE QUEDA DE ARVORE OU GALHO POR ESPÉCIE POR RPA

ANEXO D–MODELO PLANILHA DE DADOS

ANEXO A

Script para coleta de coordenadas geográficas

```
1 # SCRIPT: script_pgau_V1.py
2
3 #!/usr/bin/env python
4 # coding: utf-8
5
6
7 #! pip install -U googlemaps
8 #! pip install PyMySQL
9 # ! pip install SQLAlchemy
10 # pip install pandas
11 # pip install numpy
12
13
14 """
15 Script para inclusão das coordenadas de latitude e longitude.
16 """
17 __author__ = "Alciso Filho"
18 __copyright__ = "Copyright 2022, by Alciso Filho"
19 __credits__ = ""
20 __license__ = "GNU General Public License"
21 __version__ = "1.0.0"
22 __maintainer__ = "Alciso Filho"
23 __email__ = alciso@gmail.com
24 __status__ = "Prototype"
25
26
27 import googlemaps
28 from datetime import datetime
29
30 # importgmc
```

```

31
32 import sqlalchemy
33 import datetime
34 import pandas as pd
35 import numpy as np
36
37 import time
38
39 from random import randint
40
41
42 import pymysql
43
44
45 ## Criação do Banco de Dados
46 #
47 # Essa função criará um banco de dados no MySQL
48
49
50 def cria_banco():
51
52     connection = pymysql.connect(host='localhost',
53 user='root',
54 password='RootPassword')
55
56     """
57     Função que cria o banco de dados "pgau".
58     """
59     cursor = connection.cursor()
60
61
62
63 sql = 'CREATE DATABASE IF NOT EXISTS pgau;'
64

```

```

65     try:
66     cursor.execute(sql)
67         #conn.execution_options(autocommit=True).execute(sql)
68     print('A BANCO DE DADOS "pgau" foi criado com sucesso!')
69
70     Return
71     except Exception as e:
72     print('Ocorreu um erro ao tentar criar a base de dados.')
73         print(e)
74
75     cria_banco()
76
77
78
79     ## Criação da tabela
80
81     def cria_tabela():
82
83         connection = pymysql.connect(host='localhost',
84         user='root',
85         password='RootPassword')
86
87         """
88         Função que cria a tabela "map_queda" no banco de dados "pgau".
89         """
90         cursor = connection.cursor()
91
92
93
94     sql = """
95         CREATE TABLE IF NOT EXISTS pgau.map_queda (
96         id INTEGER auto_increment NOT NULL,
97         solicitacaovarchar(20) NULL,
98         servicovarchar(100) NULL,

```

```

99         gerencia varchar(100) NULL,
100 grupo_servicovarchar(100) NULL,
101         logradouro varchar(255) NULL,
102 numerovarchar(100) NULL,
103         bairro varchar(255) NULL,
104 rpavarchar(10) NULL,
105         tipo varchar(100) NULL,
106 situacaovarchar(100) NULL,
107 obs_mov TEXT NULL,
108 galhovarchar(10) NULL,
109 arvore varchar(10) NULL,
110 nome_comumvarchar(100) NULL,
111 nome_cientificovarchar(100) NULL,
112 familiavarchar(100) NULL,
113 latvarchar(100) NULL,
114 lngvarchar(100) NULL,
115 prazo DATE NULL,
116 data_cadastro DATE NULL,
117 data_mov DATE NULL,
118         CONSTRAINT map_queda_PK PRIMARY KEY (id)
119     )
120     ENGINE=InnoDB
121     ""
122
123     try:
124 cursor.execute(sql)
125         #conn.execution_options(autocommit=True).execute(sql)
126 print('A tabela "map_queda" foi criada com sucesso!')
127
128 return
129     except Exception as e:
130 print('Ocorreu um erro ao tentar criar a base de dados.')
131         print(e)
132

```

```

133  cria_tabela()
134
135
136  def aguardar():
137      """
138      Função que cria uma pausa entre cada requisição à API do Google.
139      Isso evita um estouro no limite de requisições por minuto devido à velocidade de
140      processamento.
141
142      A variável 'fib' armazena uma lista com seis posições.
143      Cada posição da lista possui um valor que corresponde
144      ao total (em segundos) de intervalo que haverá entre cada requisição.
145
146      A função 'randint' sorteia um valor entre os seis possíveis da lista.
147      Esse valor é armazenado na variável 'indice' e corresponde à posição (ou índice)
148      da lista.
149
150      A variável 'tempo' recebe o valor que está armazenado na variável 'fib'
151      na posição que foi indicada na variável 'indice'.
152
153
154      A função 'sleep' insere uma pausa de acordo com o valor que foi sorteado e armazenado
155      na variável 'tempo'.
156
157      """
158      fib = [0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13]
159      indice = randint(0, (len(fib)-1))
160      tempo = fib[indice]
161
162      print(f'Aguardar {tempo} segundo(s)')
163      time.sleep(tempo)
164      print('ok!')
165
166

```

```

167 # ### Funções de Acesso a dados
168
169 defconnect():
170     """
171     Função que realiza a conexão com o banco de dados MySQL.
172     Necessário realizar a configuração das variáveis de acordo com o seu ambiente.
173
174     """
175
176     database_username = 'root'
177     database_password = "
178     database_ip      = 'localhost'
179     database_name    = 'pgau'
180
181     url_conn = ("mysql+mysqlconnector://"
182                + database_username + ":" + database_password + "@" + database_ip + "/" +
183                database_name)
184
185
186     try:
187         #my_conn=sqlalchemy.create_engine("mysql+mysqlconnector://root:@localhost/pgau")
188         my_conn=sqlalchemy.create_engine(url_conn)
189
190         return my_conn
191
192     except Exception as e:
193         print('Ocorreu um erro ao tentar criar uma conexão.')
194         print(e)
195
196
197 defcarrega_dados_CSV(arquivo='pgau.csv'):
198
199     """
200     Função que realiza a leitura dos dados através de um arquivo CSV.

```

201
202 CSV é um formato de arquivo que significa “comma-separated-values” (valores separados
203 por vírgulas).
204 Isso significa que os campos de dados indicados neste formato normalmente são separados
205 ou delimitados por uma vírgula.
206 o CSV é um formato usado para armazenar dados e que pode ser importado e exportado
207 em programas como Microsoft Excel.
208
209 Esses dados foram exportados de uma planilha Excel e importados para a variável 'df'
210 no formato de um DataFrame do Pandas.
211
212 A variável 'arquivo' armazena o nome do arquivo CSV de deverá ser carregado. Caso
213 nenhum nome
214 de arquivo seja informado, essa variável assumirá que um arquivo padrão chamado 'pgau.csv'
215 será
216 utilizado possui um nome padrão (pgau.csv).
217 A variável 'path' armazena o caminho (ou diretório) onde os dados serão lidos.
218 ""
219
220 path = '../db/Planilhas/'
221 path = path + arquivo
222
223 try:
224 print('Tentando carregar os dados do arquivo CSV...')
225 df = pd.read_csv(path, sep=';')
226 print('Dados carregados com sucesso!')
227 return df
228 except Exception as e:
229 print(f'Ocorreu um erro ao tentar carregar os dados do arquivo CSV. Verifique se o arquivo
230 {arquivo} existe no caminho {path}')
231 print(e)
232
233
234 defbusca_dados_DB():

```

235     """
236     Função que realiza a busca dos dados cadastrados e os retorna no formato de um DataFrame
237 do Pandas.
238
239     É realizada uma conversão nos tipos de dados das colunas 'lat' e 'lng', para o tipo 'float64'.
240     """
241     conn = connect()
242
243     try:
244         print('Buscando os dados no banco...')
245         df = pd.read_sql("SELECT * FROM map_queda",conn)
246
247         print('Arquivos carregados do banco de dados com sucesso!')
248         print('Ajustando variáveis LAT/LNG...')
249
250         df['lat'] = df['lat'].astype(np.float64)
251         df['lng'] = df['lng'].astype(np.float64)
252
253         print('Variáveis ajustadas com sucesso!')
254
255         return df
256
257     except Exception as e:
258         print('Ocorreu um erro ao tentar buscar os dados na base de dados.')
259         print(e)
260
261
262     def popula_banco():
263
264         dados = carrega_dados_CSV()
265         dados_limpos = limpeza_dados(dados)
266         inserir_dados(dados_limpos)
267
268

```

```

269 deftruncate_table():
270     """
271     Função que realaliza a limpeza dos dados no banco de dados.
272     Cada vez que essa função é executada, todos os dados do banco são deletados.
273     """
274     conn = connect()
275
276     sql_truncate = 'TRUNCATE TABLE pgau.map_queda ;'
277
278     try:
279         conn.execution_options(autocommit=True).execute(sql_truncate)
280         print('A tabela "map_queda" foi truncada com sucesso. Os novos dados já podem ser inseridos.')
281
282     return
283     except Exception as e:
284         print('Ocorreu um erro ao tentar truncar os dados da tabela na base de dados.')
285         print(e)
286
287
288 truncate_table()
289
290
291 definserir_dados(df_pgau):
292     """
293     Função que realiza a inserção dos dados na base de dados.
294     Os dados são inseridos todos de uma vez.
295     Ela recebe como parâmetro de entrada uma variável ('df_pgau') do tipo 'pandas.DataFrame'
296     e realiza a inserção.
297
298     Nessa inserção, é utilizada a função 'to_sql' do Pandas, onde todo o DataFrame é inserido na
299     base de dados
300     de uma única vez.
301

```

```

302     Caso a tabela já exista, o parâmetro 'append' sinaliza que os dados que estão sendo inseridos
303     serão
304     'apendados' na tabela.
305     """
306     truncate_table()
307
308     my_conn = connect()
309     try:
310         print('Realizando a inserção dos dados do arquivo CSV na base de dados...')
311         df_pgau.to_sql(name='map_queda', con=my_conn, if_exists = 'append', index=False)
312         print('Todos os dados foram inseridos com sucesso!')
313     except Exception as e:
314         print('Ocorreu um erro ao tentai inserir os dados na base de dados.')
315         print(e)
316     return
317
318
319     deflimpeza_dados(df_pgau):
320         """
321         Função que realiza o tratamento dos dados que foram carregados através do arquivo CSV.
322
323         Nessa função, apenas os dados das colunas 'lat' e 'lng' estão sendo tratados.
324
325         Primeiro, é realizada a conversão do tipo das variáveis para o tipo 'string'.
326         Na sequência, é realizada a substituição das vírgulas por pontos, adequando os valores
327         para serem convertidos corretamente para o tipo float (equivalente ao tipo DECIMAL).
328
329         é realizada a conversão dos dados para o tipo 'float', transformando-os em números decimais.
330
331         Por último, é adicionado um novo campo chamado 'id'. Esse campo será utilizado como
332         chave primária
333         no banco de dados, facilitando a localização e filtragem para trabalhos futuros nessa mesma
334         base.
335         """

```

```

336
337 df_pgau['lat'] = df_pgau['lat'].astype(str)
338 df_pgau['lng'] = df_pgau['lng'].astype(str)
339
340 df_pgau['lat'] = df_pgau['lat'].str.replace(',', '.')
341 df_pgau['lng'] = df_pgau['lng'].str.replace(',', '.')
342 df_pgau['lat'] = df_pgau['lat'].astype(float)
343 df_pgau['lng'] = df_pgau['lng'].astype(float)
344
345 df_pgau['id'] = None
346
347     return df_pgau
348
349
350 # ### Funções de acesso a API Google
351
352
353 defgoogleAPI():
354     """
355     Função responsável por validar um cliente da API do Google através de uma credencial,
356     previamente cadastrada,
357     na Google Cloud Platform.
358     Para mais informações, acesse:
359     https://developers.google.com/maps/gmp-get-started#create-project
360     https://github.com/googlemaps/google-maps-services-python
361
362     A variável 'key' possui a chave que deverá ser gerada através de uma conta na Google CLOUD
363     Platform.
364     Altere o valor dessa variável para que ela contenha a sua chave pessoal.
365     """
366     key = '_INSERIR_SUA_CHAVE_'
367
368     gmaps = googlemaps.Client(key)
369

```

```

370     return gmaps
371
372
373 defretorna_lat_lng(logradouro):
374     """
375     Retorna a latitude e a longitude, a partir de um endereço fornecido.
376     :param logradouro: string
377     :param lat: float
378     :param lng: float
379
380     :returnlat, lng: float
381     """
382
383     aguardar()
384
385     gmaps = googleAPI()
386     geocode_result = gmaps.geocode(logradouro)
387     lat = geocode_result[0]['geometry']['location']['lat']
388     lng = geocode_result[0]['geometry']['location']['lng']
389
390     print(f'Latitude: {lat}, Longitude: {lng}')
391     return lat, lng
392
393
394 defretorna_logradouro(lat, lng):
395     """
396     Retorna um endereço a partir das coordenadas de latitude e longitude fornecidos.
397     :paramlat: float
398     :paramlng: float
399
400     :returnlogradouro: string
401     """
402
403     gmaps = googleAPI()

```

```

404
405 reverse_geocode_result = gmaps.reverse_geocode((lat, lng))
406     logradouro = reverse_geocode_result[1]['formatted_address']
407
408 print(f'Logradouro recuperado pelas coordenadas: {logradouro}')
409
410 return logradouro
411
412
413
414 deffuncao_teste_API():
415
416     logradouro = 'Rua Ruadraniceto ribeiro varejao 179 torrões recife'
417
418     lat, lng = retorna_lat_lng(logradouro)
419     retorna_logradouro(lat, lng)
420
421
422 deffuncao_teste_retorno_geocode(logradouro = 'Av Manolo Cortizo 5610 candeias jaboatão'):
423
424     logradouro = 'Av Manolo Cortizo 5610 candeias jaboatão'
425     gmaps = googleAPI()
426     geocode_result = gmaps.geocode(logradouro)
427     returngeocode_result
428
429
430
431 # d['end_completo'] = d.apply(retorna_endereco_completo, axis=1)
432 defretorna_endereco_completo(df):
433     """
434     Retorna o endereço completo a partir do DataFrame
435     """
436
437     returndf['logradouro'] + ' ' + df['numero'] + ' ' + df['bairro'] + ' Recife'
438

```

```

439
440 defretorna_lat_lng_DF(df):
441     """
442     Retorna a latitude a a longitude a partir do DataFrame (df) fornecido como parâmetro de entrada
443     para a função.
444
445     A partir dos dados referentes ao endereço no DataFrame, é realizada a concatenação do
446     endereço.
447     A variável 'logradouro' armazena o endereço completo que foi montado.
448
449     O endereço montado é passado como parâmetro de entrada para a função
450     'retorna_lat_lng(logradouro)'
451     que retorna os dados de latitude e longitude.
452
453     As variáveis 'lat' e 'lng' recebem os dados retornados pela função
454     'retorna_lat_lng(logradouro)'.
455
456     A função 'retorna_lat_lng_DF' retorna as variáveis 'lat' e 'lng'.
457     """
458
459     logradouro = df['logradouro'] + ' ' + df['numero'] + ' ' + df['bairro'] + ' Recife'
460
461     lat, lng = retorna_lat_lng(logradouro)
462     print(f'Lat: {lat}, lng: {lng} ###')
463
464     return [lat, lng]
465
466
467 def atualiza_lat_lng_DataFrame(df):
468     """
469     Função que atualiza o DataFrame com os dados de latitude e longitude.
470
471     """
472     df['lat'] = df.apply(lambda x: retorna_lat_lng_DF(x)[0] if np.isnan(x.lat) else x.lat, axis=1)

```

```
473 df['lng'] = df.apply(lambda x: retorna_lat_lng_DF(x)[1] if np.isnan(x.lng) else x.lng, axis=1)
474
475 returndf
476
477
478 popula_banco()
479
480
481 df = busca_dados_DB()
482 df.display()
483
484 df_result = atualiza_lat_lng_DataFrame(df)
485
486 inserir_dados(df_result)
487
488 #pd.options.display.max_columns = 50
489
490 #df_result.head()
491 df_Busca = busca_dados_DB()
492 df_Busca.head()
493
494 # Salvando dois arquivos com os dados: Um em formato CSV e outro em EXCEL
495 df_result.to_csv('pgau_com_LatLon.csv', index = False, sep=';')
496 df_result.to_excel('pgau_com_lat_lon.xlsx')
```

ANEXOB

Dicionário de Dados

COLUNA	LEGENDA	DESCRIÇÃO
Solicitação		Número do Protocolo gerado automaticamente no cadastramento da demanda no Sistema de Gerenciamento de Demandas - SGDE
Serviço		Identificação do serviço cadastrado no SGDE a partir da solicitação feita pelo solicitante por meio da Central de Atendimento 156
Gerência		Setor responsável pelo serviço solicitado na Central de Atendimento 156 e cadastrado automaticamente no SGDE
Grupo de Serviço		Selecionado no SGDE no momento do cadastramento da solicitação por meio da Central de Atendimento 156
Logradouro		Nome da Rua, Avenida, Travessa informada pelo solicitante e cadastrada no SGDE
Nº	SN - sem número	Número corresponde ao imóvel do endereço do serviço solicitado pela Central de Atendimento 156 e cadastrado no SGDE
Bairro		Identificação do bairro referente ao local da solicitação do serviço
RPA		Número da Região Político Administrativa - RPA da solicitação do serviço
Tipo	EXTERNA - oriundas da população; INTERNAS - oriundas de órgãos, instituições, lideranças comunitárias, ofícios	Classificação das solicitações quanto a origem
Situação	ATE - Atendido; FSC - Fiscalização; PRE - Preparação; CAD - Cadastrada	Status de atendimento da solicitação
ObsMov		Informações sobre a execução do serviço solicitado
Galho	S - Sim N - Não	Equipe de campo identificou queda de galho
Ávore	S - Sim N - Não	Equipe de campo identificou queda de árvore
Nome Comum	NI - Não Identificada	Nome utilizado para identificação regional da espécie
Nome Científico	NI - Não Identificada	Nome utilizado para identificação universal da espécie
Família	NI - Não Identificada	Nome utilizado para identificação do grupo a que pertence a espécie
Lat		Nome utilizado para identificação da Latitude
Long		Nome utilizado para identificação da Longitude
Prazo		Data máxima para execução do serviço
Data Cadastro		Data em que a demanda foi cadastrada no Sistema
Data Mov		Última data em que a demanda foi movimentada no Sistema
Galho ou Arvore		Identificação sea queda foi de galho ou árvore

ANEXO C

Contagem de queda de árvore ou galho por espécie por RPA (continua)

GALHO OU ÁRVORE POR ESPÉCIE	QUANTITATIVO POR RPA						TOTAL GERAL
	1	2	3	4	5	6	
Abacateiro				1			1
<i>Persea americana</i>				1			1
galho				1			1
Acacia branca				1			1
<i>Moringa oleifera</i>				1			1
galho				1			1
Acacia cubana				1			1
<i>Thespsia populnea</i>				1			1
árvore				1			1
Acacia gigante				1			1
<i>Cassia grandis</i>				1			1
galho				1			1
Algaroba						3	3
<i>Proposis juliflora</i>						3	3
galho						3	3
Algodoeiro		1	1			2	4
<i>Hibiseus tiliaceous</i>		1	1			2	4
árvore						1	1
galho		1	1			1	3
Amendoeira	3	2	2	4	1	12	24
<i>Terminalia catappa</i>	3	2	2	4	1	12	24
árvore	3	1		1		2	7
galho		1	2	3	1	10	17
Aroeira		4	3	1	4	1	13
<i>Schinus terebenthifolius</i>		4	3	1	4	1	13
árvore		1	2	1	3		7
galho		3	1		1	1	6
Árvore morta			1				1
NI			1				1
galho			1				1
Bougainville						1	1
<i>Bougainville aspectabilis</i>						1	1
árvore						1	1
Carolina					2		2
<i>Pachira aquatica</i>					2		2
árvore					2		2
Casuarina			1	1			2
<i>Casuarina equisetifolia</i>			1	1			2

árvore			1				1
galho					1		1
Cordao de Ouro	1			2			3
<i>Cassia fistula</i>	1			2			3
árvore				2			2
galho	1						1
Craibeira			4	1			5
<i>Tabebuia caraiba</i>			4	1			5
árvore			2				2
galho			2	1			3
Embauba			1		2		3
<i>Cecropia Sp.</i>			1		2		3
árvore					2		2
galho			1				1
Espatodea				1			1
<i>Spathodea campanulata</i>				1			1
galho				1			1
Eucalipto	1			1	1		3
<i>Eucalyptus</i>	1			1	1		3
árvore				1	1		2
galho	1						1
Felicio	1	3	3	2	1	1	11
<i>Felicium decipiens</i>	1	3	3	2	1	1	11
árvore	1	2	2	1	1		7
galho		1	1	1		1	4
Ficus	3	6	2	17	15	15	58
<i>Ficus benjamina</i>		1	1	4	1	2	9
árvore		1	1	4	1	1	8
galho						1	1
<i>Ficus elastica</i>		1					1
galho		1					1
<i>Ficus malacocarpa</i>	1						1
árvore	1						1
<i>Ficus sp.</i>	2	4	1	13	14	13	47
árvore	1	2		11	13	10	37
galho	1	2	1	2	1	3	10
Flamboyant		2	1		1		4
<i>Delonix regia</i>		2	1		1		4
árvore		2	1		1		4
Gameleira						1	1
<i>Ficus glabra</i>						1	1
árvore						1	1
Ingazeiro				1			1
<i>Inga edulis</i>				1			1
árvore				1			1
Ipe	1	1	4	1		3	10

<i>Handroanthus sp.</i>	1	1	4	1		3	10
árvore	1	1	1			2	5
galho			3	1		1	5
Jambeiro		2	2			1 2	7
<i>Syzygium malacense</i>		2	2			1 2	7
árvore		1				1	2
galho		1	2			2	5
Jamelao	1					1	2
<i>Syzygiu mcumini</i>	1					1	2
galho	1					1	2
Leucena	1	1				3	5
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	1				3	5
árvore	1					3	4
galho		1					1
Macaibeira						1	1
<i>Acrocomia sp.</i>						1	1
árvore						1	1
Mangue						1	1
NI						1	1
galho						1	1
Mangueira						1 2	3
<i>Mangifera indica</i>						1 2	3
árvore						1 1	2
galho						1	1
Melaleuca			1				1
<i>Melaleuca sp.</i>			1				1
árvore			1				1
Mimosa	5	4	2	6	4	3	24
<i>Pithecellobium dulce</i>	5	4	2	6	4	3	24
árvore	2	2	1	2	3	1	11
galho	3	2	1	4	1	2	13
Mororo		2		2		2	6
<i>Bauhinia sp.</i>		2		2		2	6
árvore		1		1		1	3
galho		1		1		1	3
Morta						1	1
NI						1	1
árvore						1	1
NI	9	22	47	42	29	35	184
NI	9	22	47	42	29	35	184
árvore	6	15	31	29	15	28	124
galho	3	7	16	13	14	7	60
Oitizeiro	21	6	10	4	2	1	44
<i>Licania tomentosa</i>	21	6	10	4	2	1	44
árvore	3		1		2		6

galho	18	6	9	4		1	38
Olho de Pombo						2	3
<i>Abrus precatorius</i>						2	3
galho						2	3
Pau Brasil		3	5	3	1	4	16
<i>Paubrasilia echinata</i>		3	5	3	1	4	16
árvore			3	1	1		5
galho		3	2	2		4	11
Paudarquinho			1				1
<i>Tecoma stans</i>			1				1
árvore			1				1
Registro Falso			5	2	1	6	14
Registro Falso			5	2	1	6	14
árvore						1	1
registro falso			5	2	1	5	13
Sapotizeiro		1					1
<i>Manikara zapota</i>		1					1
árvore		1					1
Siamea	2	6	11	8	4	8	39
<i>Senna siamea</i>	2	6	11	8	4	8	39
árvore	1	2	6	2	2	4	17
galho	1	4	5	6	2	4	22
Sibipiruna			3		1		4
<i>Caesalpinia pluviosa</i>			3		1		4
árvore			2		1		3
galho			1				1
Sombreiro	2	3	7	6	6	2	26
<i>Clitoria fairchildiana</i>	2	3	7	6	6	2	26
árvore		1	2	3	1	1	8
galho	2	2	5	3	5	1	18
Tamarindo					1		1
<i>Thamarindus indica</i>					1		1
galho					1		1
Ubaia	1						1
<i>Eugenia pyriformis</i>	1						1
árvore	1						1
Urucum		1					1
<i>Bixa orellana</i>		1					1
árvore		1					1
TOTAL GERAL	52	70	117	109	82	110	540

ANEXO D

Modelo Planilha de Dados

Solicitação	Serviço	Gerencia	Grupo Serviço	Logradouro	Nº	Bairro	RPA	Tipo	Situação	ObsMov	Galho	Arvore	Nome Comum	Nome Científico	Familia	Lat	Long	Prazo	Data Cadastro	Data Mov	Galho ou Arvore	Origem
22041198	QUEDA PARCIAL ARVORE	GPA	ARBORIZAÇÃO	RUA LEAL DE BARROS	322	IPUTINGA	4	EXTERNA	ATE	SERVIÇO EXECUTADO EM 03/05/21, GALHO FRATURADO DE 01 ABACATEIRO MP.	S	N	Abacateiro	Persea americana	Lauraceae			06/05/2021	03/05/2021	04/05/2021	galho	Exótica
22063730	QUEDA DE ARVORE	GPA	ARBORIZAÇÃO	AV RUI BARBOSA	SN	JAQUEIRA	3	EXTERNA	ATE	SERVIÇO EXECUTADO, CORTE E REMOÇÃO DE 01 GALHO DE 01 CAIBREIRA	S	N	Craibeira	Tabebuia caraiba	Bignoniaceae	- 8.0371 49955 39292 3	- 34.906 06191 14593 4	14/07/2021	13/07/2021	10/08/2021	galho	Nativa