

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

AMANDA PAIXÃO PENNA

EFICIÊNCIA ENTRE DOIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO  
PARA INVENTÁRIO QUALI-QUANTITATIVO GLOBAL DA  
ARBORIZAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE  
ITAPEMIRIM – ES

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2022

AMANDA PAIXÃO PENNA

EFICIÊNCIA ENTRE DOIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO  
PARA INVENTÁRIO QUALI-QUANTITATIVO GLOBAL DA  
ARBORIZAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE  
ITAPEMIRIM – ES

Monografia apresentada ao  
Departamento de Ciências  
Florestais e da Madeira da  
Universidade Federal do Espírito  
Santo, como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheira  
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2022

AMANDA PAIXÃO PENNA

EFICIÊNCIA ENTRE DOIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO  
PARA INVENTÁRIO QUALI-QUANTITATIVO GLOBAL DA  
ARBORIZAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE  
ITAPEMIRIM – ES

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal

Aprovada em 29 de julho de 2022

COMISSÃO EXAMINADORA



---

Elzimar de Oliveira Gonçalves  
DCFM/CCA - UFES  
Orientador



---

Cristiane Coelho de Moura  
DCFM/CCA – UFES  
Examinador



---

Julielson Oliveira Ataíde  
Secretaria Municipal do Meio Ambiente  
Examinador

À minha família e amigos, dedico este trabalho.

“Hope is the thing with feathers  
That perches in the soul  
And sings the tune without the words  
And never stops at all”

*Emily Dickinson*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Adriana e José Augusto, e aos meus irmãos, Paula e Bruno, por sempre acreditarem em mim e pelo apoio, incentivo e ajuda incondicional.

Aos meus avôs e avós, Telma, Manoel, Zenilda e Oto, e ao meu tio e minha tia, Geovane e Vânia, por todo amor que sempre demonstraram.

Aos amigos que fiz na universidade André, Anna, Clarisse e Ronei, pelo companheirismo e pela troca de experiências e por todos os momentos em que pude contar com a ajuda e apoio de vocês.

À minha amiga Mariana, por estar sempre disponível para conversar e me ajudar nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos Airton, Fernanda, Mayara, Myllena, Lidia e Steffani pelo apoio e companheirismo.

À professora Elzimar, por ter aceitado ser minha orientadora e ter desempenhado tal função com dedicação e paciência pela qual permitiu a realização deste trabalho.

À todos os meus professores, pelas correções e ensinamentos que auxiliaram no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

À todos que participaram, direta e indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa enriquecendo o meu processo de aprendizado.

À Universidade Federal do Espírito Santo pelo fornecimento de professores qualificados, materiais de pesquisa e espaço de estudo que foram fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

## RESUMO

As Florestas Urbanas desempenham uma importante função na melhoria da qualidade de vida da sociedade quando bem planejada e implantada. Caso contrário, pode ocasionar problemas como queda de árvores, danos de raízes às calçadas e ruas, interferência na fiação elétrica, entupimento de calhas e bueiros, interferência direta na circulação de pessoas e veículos e até mesmo causar acidentes drásticos. Por meio do inventário, o primeiro passo para se conhecer os aspectos físicos e biológicos do local, pode-se promover um planejamento da arborização urbana coerente. O presente estudo teve como objetivo, de modo a visar o aumento da praticidade e otimização dos levantamentos arbóreos, comparar a eficácia do método de avaliação amostral do inventário de arborização urbana por meio da interpretação de imagens satélites de alta resolução (i. e., Google Earth e Google Maps) com a amostragem tradicional em campo (i. e., de forma presencial). O trabalho foi realizado pelo processo de amostragem casual simples na cidade de Cachoeiro de Itapemirim e os resultados foram analisados em planilha eletrônica de forma descritiva por meio de gráficos e tabelas, além de teste de comparação da densidade da arborização viária (nº de indivíduos arbóreos por Km da via) e sua interpretação. A principal diferença entre os métodos foi o número de árvore inventariada, o qual foram inventariadas um total de 446 indivíduos arbóreos no presencial e 544 indivíduos arbóreos pelo método virtual. Esta diferença justifica-se porque a disponibilidade das imagens satélites gratuitas utilizadas nesta pesquisa chegou a ter até 10 anos de diferença uma das outras a depender da via analisada, e isso causou problemas como a inclusão de indivíduos no inventário que já foram suprimidos, ou indivíduos que cresceram e mudaram suas características de estabelecimento e adequação do porte à largura do passeio. Em geral, o comportamento e o padrão dos resultados mostraram semelhantes, e a maioria das divergências entre eles ocorreram com variáveis que sofrem alteração ao longo do tempo. O teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparação de médias independentes não apresentou diferença significativa na variável número de árvore por km de rua para as duas metodologias de avaliação. Recomenda-se o uso como uma ferramenta de auxílio para o inventário, mas não como substituto do método tradicional, principalmente se o objetivo do trabalho for obter resultados atuais e específicos sobre a característica da arborização do local.

Palavras chave: Florestas Urbanas; Interpretação de Imagens Satélites; Inventário Virtual; Qualidade da Arborização Urbana; Sistema de Informações Geográfica.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
1.1 O problema e sua importância .....	12
1.2 Objetivos .....	14
1.2.1 Objetivo geral .....	14
1.2.2 Objetivos específicos .....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Histórico e importância da arborização urbana .....	16
2.2 Inventário da arborização urbana .....	17
2.3 Amostragem.....	18
2.4 Métodos de coletas de dados.....	19
2.5 Análise estatística .....	20
3 METODOLOGIA .....	22
3.1 Caracterização do local .....	22
3.2 Área de estudo.....	23
3.3 Método de amostragem .....	24
3.4 Definição das variáveis do inventário quali-quantitativos.....	25
3.4.1 Variáveis quantitativas .....	25
3.4.2 Variáveis qualitativas .....	25
3.5 Coleta de dados .....	28
3.6 Análise estatística .....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1 Análise estatística descritiva de comparação entre os dois métodos de inventário.....	40
4.1.1 Altura total .....	40



4.1.2 Altura da primeira bifurcação .....	41
4.1.3 Qualidade do fuste.....	43
4.1.4 Condição da raiz.....	44
4.1.5 Avanço da copa sobre a rua e a construção .....	46
4.1.6 Área livre .....	48
4.1.7 Largura do passeio .....	49
4.1.8 Rede elétrica .....	50
4.1.9 Condição da poda.....	51
4.3 Análise estatística inferencial de comparação entre os dois métodos de inventário.....	52
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	53
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
APÊNDICES.....	58
Apêndice A – Ficha de inventário.....	58
Apêndice B – Listagem dos logradouros amostrados.....	59
Apêndice C – Cálculo do percentual de ocupação da arborização.....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Inventário quantitativo amostrado por localidade no município de Cachoeiro de Itapemirim, ES. ....	30
Tabela 2: Listagem das espécies arbóreas inventariadas pelo método presencial. ....	32
Tabela 3: Lista de espécies arbóreas inventariadas pelo método não presencial. ....	35
Tabela 4: Análise individual das espécies com maior frequência pelo método presencial. ....	39
Tabela 5: Análise individual das espécies de maior frequência pelo método não presencial. ....	39

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da cidade de Cachoeiro de Itapemirim em relação ao Espírito Santo. ....	22
Figura 2: Rio Itapemirim cortando a município de Cachoeiro de Itapemirim. .	23
Figura 3: Medições estimadas a partir de referenciais urbanos. ....	26
Figura 4: Espacialidade dos logradouros amostrados na cidade de Cachoeiro de Itapemirim. ....	31
Figura 5: Qualidade de resolução da imagem do Street View para identificação das espécies no inventário arbóreo de Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	35
Figura 6: Porcentagem do porte das árvores em relação à altura total. Classes: 1 (< 6 m); 2 (6 – 10 m); 3 (10 – 15 m); e 4 (> 15 m). ....	40
Figura 7: Porcentagem da altura da primeira bifurcação. Classes: 1 (< 2m); e 2 (> 2 m). ....	42
Figura 8: Análise da variável qualidade do fuste pelo método de interpretação de imagem de satélite na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, ES. Classes: 1 – Cilíndrico; 2 – Ramificado; 3 – Levemente tortuoso; e 4 – Tortuoso.....	43
Figura 9: Percentual da qualidade do fuste. Classes: 1 (Cilíndrico); 2 (Ramificado); 3 (Levemente tortuoso); e 4 (Tortuoso). ....	44
Figura 10: Percentual da condição da raiz. Classes: 1 (Boa); 2 (Regular); 3 (Ruim); 4 (Péssima); e 5 (Não observado). ....	45
Figura 11: Exemplo da obstrução da imagem do 'Street View' para análise das variáveis 'área livre' e 'condição da poda' no inventário pelo método não presencial na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, ES. ....	46
Figura 12: Percentual do avanço da copa sobre a rua. Classes: 1 (< 1,5m); 2 (1,5 – 3 m); 3 (> 3 m); e 4 (não avança). ....	47
Figura 13: Percentual do avanço da copa sobre a construção. Classes: 1 (< 1,5m); 2 (1,5 – 3 m); 3 (> 3 m); e 4 (não avança). ....	47
Figura 14: Percentual de área livre. Classes: 1 (Boa); 2 (Regular); 3 (Ruim); e 4 (Não observado). ....	48

Figura 15: Percentual da largura do passeio. Classes: 1 (Ausente); 2 (< 1,5 m); 3 (1,5 – 3 m); 4 (> 3 m). .....	50
Figura 16: Percentual do conflito com a rede elétrica. Classes: 1 (Ausente); 2 (No meio da copa); 3 (Acima da copa); e 4 (Abaixo da copa). .....	51
Figura 17: Percentual da condição da poda. Classes: 1 (Bem conduzida); 2 (Regular); 3 (Drástica); e 4 (Ausente). .....	52

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 O problema e sua importância

Historicamente o padrão de ocupação da população no Brasil se deu primeiro no campo, devido a facilidade de produção do seu próprio sustento. Posteriormente os anos 60 e 80, houve um fenômeno conhecido como êxodo rural (ALVES; SOUZA; MARRA, 2011). Esse fenômeno caracteriza-se pelo processo de migração da população rural para as áreas urbanas. Um dos principais fatores responsáveis por essa dinâmica, foi a mecanização das atividades do campo, fazendo com que muitos trabalhadores perdessem seus empregos e começassem a ver na cidade uma possibilidade de uma melhor qualidade de vida e a estabilidade que áreas urbanas oferecem (GUITARRA, 2022).

Pelos dados do censo demográfico do IBGE de 2021 dos 212.172 milhões de pessoas que viviam no Brasil, cerca de 91,4 % da população estava localizada na zona urbana, sendo que na década de 60 a maior parte da população vivia em zona rural (BRASÍLIA, 2022). Como consequência desse processo, surge um problema academicamente conhecido como macrocefalia urbana, que se refere a uma situação onde há uma alta concentração de pessoas e atividades urbanas geradas a partir de um crescimento rápido e desordenado das cidades (GUITARRA, 2022). Diversos problemas podem ser gerados a partir desse fenômeno, como pobreza, poluição ambiental, problemas de saúde, falta de saneamento, entre outros. Entretanto, além disso, existem os problemas associados com a construção da cidade, como a falta de planejamento viário que gera ruas e calçadas não padronizadas, incorreta divisão territorial, ocupação inadequada e desregularizada, como margens de cursos hídricos ou morros, e conseqüentemente, uma implantação da arborização urbana incorreta (GUITARRA, 2022).

Devido a esse deslocamento do campo para a cidade houve uma perda na qualidade de vida das pessoas, pois estas não estavam mais desfrutando do convívio com o meio natural. A natureza é um bem inestimável para o ser humano, e mesmo sem perceber o indivíduo está sempre buscando alternativas para suprir essa necessidade. Foi a partir desse princípio que culminou o início do processo de arborização de vias públicas adaptado do método de Haussman no século XIX para a reurbanização da cidade de Paris (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

Floresta Urbana pode ser definida como toda a “cobertura vegetal” situada dentro do perímetro urbano e é responsável por compor a paisagem urbana (GRIZE; BIONDI; ARAKI, 2016). Já a arborização pública viária consiste em povoar os componentes viários com espécies arbóreas (GRIZE; BIONDI; ARAKI, 2016; MORAES, 2022). A Floresta Urbana possui uma grande importância uma vez que ela permite uma melhor manutenção do microclima, apresenta conforto térmico, sonoro e visual, auxilia na diminuição da poluição atmosférica pela absorção e remoção de partículas poluentes, influencia diretamente no ciclo hidrológico da cidade por elevar a umidade do ar e manter a recarga do lençol freático, protege o solo e produz uma sensação de tranquilidade e bem-estar para as pessoas (MAZIOLI, 2012).

Entretanto, só é possível atingir essas vantagens a partir de uma arborização bem planejada, caso o contrário, ela pode ocasionar problemas como queda de árvore, danos da raiz a calçada e ruas, interferir na fiação elétrica, entupir calhas e bueiros, prejudicar a circulação de pessoas e veículos e até mesmo causar acidentes. Por isso, é importante que se conheça bem a cidade e sua atual arborização para que seja possível potencializar as suas vantagens e diminuir ao máximo suas desvantagens, e uma ferramenta fundamental de auxílio a esse estudo é o inventário e diagnóstico da arborização urbana (MAZIOLI, 2012).

O inventário é o primeiro passo para se conhecer os aspectos físicos e biológicos do local e promover assim um planejamento de arborização coerente. Porém, nem todas as prefeituras possuem recurso profissional ou financeiro para poder realizar esse trabalho, fazendo com que seja preciso ser mais eficiente na elaboração dessa avaliação (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

O presente estudo teve como objetivo, comparar a eficácia do método de avaliação amostral do inventário e diagnóstico da arborização urbana na cidade de Cachoeiro de Itapemirim utilizando a interpretação de imagens satélites em comparação com a avaliação tradicional em campo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Realizar o inventário amostral quali-quantitativo da arborização urbana na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, ES comparando a eficiência da avaliação

utilizando a interpretação por imagens satélites disponibilizadas no Google Earth com a avaliação tradicional em campo.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Comparar o levantamento dos dados quantitativos, como número de árvores por km de rua e diversidade de espécies, pelos métodos presencial e não presencial.
- Comparar o levantamento dos dados qualitativos pelos dois métodos referentes à situação do fuste, avanço da copa nas ruas e construções, danos à calçada, interferência na rede elétrica e no trânsito de pedestres e veículos, espaço que o indivíduo ocupa no local, área de crescimento adequada na via para receber arborização, fitossanidade da árvore, manutenção da poda e identificação das espécies ao menor nível taxonômico possível.
- Verificar a viabilidade de realizar o inventário da arborização por meio de da interpretação de imagens satélites.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Histórico e importância da arborização urbana

A arborização de vias públicas não esteve muito presente nas ideologias renascentistas da Idade Média referente a arquitetura das cidades no século XVI, essa inserção de uma forma de natureza organizada no meio urbano foi primeiramente adaptada para jardins e praças privadas. A primeira rua relatada na história a ter sido arborizada foi em Antuérpia na Bélgica em 1569, localizada em volta de sua catedral conhecida como Place Verte ou Groenplaats (SEGAWA, 1996). Foi também nesta mesma cidade que houve provavelmente o primeiro registro de uma ordem do conselho municipal que determinava o plantio de árvores nas vias públicas (MENEGETTI, 2003; SEGAWA, 1996).

Foi só a partir do século XVII que as cidades europeias como Berlim, Dublin, Amsterdã, Bordeaux, Viena, Munique, São Petersburgo, Madrid e Lisboa começaram a implantar em suas ruas a arborização (SEGAWA, 1966). A história dessa prática no Brasil se inicia em 1937 com Maurício de Nassau, onde ele tenta reproduzir em Recife as composições vegetativas urbanas das cidades europeias, esse movimento foi considerado um marco para a história da arborização e paisagismo no Brasil (KOCHI e CLEMENTE, 2012).

Quando se pensava no uso dessa natureza organizada para composição de jardins, praças e ruas, o principal objetivo era a parte estética. Foi só depois do avanço tecnológico em pesquisas relacionando os impactos de um ambiente verde na qualidade de vida do ser humano que foi possível perceber os inúmeros benefícios que as árvores desempenham (KOCHI e CLEMENTE, 2012). Além da função paisagística as florestas urbanas possuem diversos benefícios como diminuição da poluição atmosférica, fixação do solo pelas raízes das árvores, infiltração da água da chuva evitando o escoamento superficial, atração da fauna, manutenção da umidade do ar, proteção de nascentes e recreação (CURITIBA, 2020).

De acordo com Pivetta e Silva Filho (2002) apud Gonçalves (2017), a arborização só é capaz de atingir seus benefícios quando feita de forma planejada, eles ainda citam que este planejamento se mostra mais preciso e de fácil implantação quando comparado com a correção de uma arborização feita de forma incorreta.



Para que se tenha um controle e entendimento das condições atuais referentes à qualidade da arborização de uma cidade é importante que se esteja atento às etapas de planejamento, são elas: levantamento das características das espécies, condição do sistema radicular, do meio em que o indivíduo está inserido e da necessidade de manejo (GONÇALVES, 2017). E esse levantamento de informações só é possível por meio do inventário e diagnóstico da arborização urbana.

## **2.2 Inventário da arborização urbana**

O inventário florestal é uma ferramenta utilizada pelos pesquisadores no setor com o propósito de obter informações dos recursos florestais de uma determinada área, sendo que essas informações podem ser referentes à qualidade ou quantidade desses recursos (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

De acordo com Soares, Paula Neto e Souza (2006) existem diversas formas de classificação do inventário florestal, sendo eles: quanto ao tipo, forma de coleta, abordagem da população no tempo e detalhamento. A determinação de qual classificação de inventário será utilizada e quais informações serão coletadas depende dos objetivos pré-estabelecidos e da disponibilidade de recurso do avaliador (GONÇALVES, 2017).

O inventário pode se mostrar bem dispendioso, ou até mesmo inviável em alguns casos, dependendo da escolha das variáveis a se analisar. Isso pois, algumas variáveis se mostram de difícil coleta sendo que outras, que podem até mesmo apresentar resultados similares, são relativamente mais simples. Por exemplo, a variável diâmetro da copa se mostra de difícil medição, visto que na grande maioria as copas estão projetadas avançando boa parte de ruas ou avenidas fazendo com que a coleta dos dados seja dificultada e até mesmo perigosa. Porém, de acordo com Silva, Paiva e Gonçalves (2017), é possível diminuir esses gastos utilizando uma variável alternativa, o avanço da copa sobre a construção e a rua, devido ao fato que mais importante do que saber o diâmetro da copa é saber se ela está ou não interferindo na dinâmica da rua. Estes autores ainda sugerem outra maneira de auxiliar na diminuição de custo, que seria a utilização de classes de medida, o que pode permitir uma avaliação mais rápida, distante e sem a necessidade de equipamento de precisão.

Outra etapa muito importante para o planejamento do inventário, e que afeta diretamente o custo deste, é referente à forma de coleta ou abrangência da área. Segundo Lima Neto (2011), existem dois principais tipos: o censo (inventário 100% da área) ou por amostragem (determina-se uma parte da população que será representada).

### **2.3 Amostragem**

A amostragem é o nome do processo onde apenas uma parte (i. e., amostra) pré-estabelecida da população, desde que representativa da população, é examinada, e isso permite ao pesquisador fazer inferências sobre as informações para a população total (SOARES, PAULA NETO e SOUZA, 2006). A literatura apresenta inúmeras classificações referentes a amostragem, visto que é um dos fatores mais relevantes para o resultado final devido a influência sofrida em relação ao meio. Quando se pensa em inventário da arborização urbana, o método mais disseminado é o de amostragem casual simples devido a sua facilidade de elaboração e análise (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017). O estudo de Rachid (1999) verificou que o uso de amostragem estratificada, mesmo sendo mais trabalhoso, não apresentou diferença significativa em relação a amostragem casual simples.

Nos últimos anos, tem havido uma quantidade crescente de literatura sobre o uso do método sistemático de amostragem, pois acredita-se possuir uma melhor distribuição na população, sendo assim recomendado para aquelas populações mais heterogêneas (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

A escolha do método de amostragem vai depender principalmente dos objetivos do trabalho, podendo almejar uma maior representatividade para a população ou apenas comparar técnicas de avaliação. Dependendo do objetivo, um método mais simples, como o de amostragem casual simples, poderá trazer resultados confiáveis e com maior eficiência (MENEGETTI, 2003).

A amostragem casual simples é o método que originou diversas variações como amostragem estratificada, por conglomerado e até mesmo a sistemática. Esse método consiste basicamente no modo de seleção probabilística, onde em uma amostra com  $n$  unidades todas teriam a mesma chance de serem selecionadas (SOARES, PAULA NETO e SOUZA, 2006). Esse tipo de amostragem gera estimativas livres de tendências e precisa em relação a população, principalmente quando

realizada um inventário piloto. Além disso, dentre todos os outros tipos de amostragem, o casual simples permite uma análise de dados mais simples. Apesar de todas essas vantagens o método ainda possui alguns pequenos contratempos, como: necessidade de elaborar uma listagem das unidades amostrais, maior dificuldade de localização das unidades amostrais em campo, maior tempo gasto em deslocamento e possibilidade de uma distribuição irregular dentro da população (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

Independente do tipo de amostra escolhida, umas das primeiras preocupações é a definição da unidade de amostra. De acordo com Soares, Paula Neto e Souza (2006), as unidades amostrais são as parcelas da amostra onde serão realizadas as avaliações quali-quantitativas. Em se tratando de arborização urbana, essas unidades podem ser classificadas como ruas, quarteirões, quadras ou um grupo de ruas, quadras ou quarteirões (MAZIOLI, 2012).

#### **2.4 Métodos de coletas de dados**

Assim como a definição do método de amostragem e o tipo de inventário a ser utilizado depende dos objetivos que se pretende atingir, a metodologia de coleta de amostra a ser aplicada não é diferente. A literatura está repleta de variações e adaptações relacionadas à forma de coleta dos dados, onde pode-se citar variações referentes a intensidade, medições parciais ou integrais, e a classes de valores. As medições integrais ou parciais estão interligadas com o uso de equipamentos que proverá a medida exata de cada variável, já quando se usam as classes de valores ou agrupamento por classe são estabelecidas classes com intervalos determinados, e com isso o avaliador estima as dimensões do indivíduo e o inclui em uma determinada classe. A coleta de dados em si pode ser realizada de várias formas, pode-se citar as que são por meio de fotos aéreas, coletas dentro de veículos ou em contato direto com o indivíduo (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

Com o avanço tecnológico, diversas formas de coleta de dados por imagens satélites vêm surgindo e sendo exploradas por pesquisadores. Lima Neto (2011) realizou um estudo utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) na mensuração das variáveis do inventário da arborização, e pôde concluir que, apesar de não ser um método difundido nesse setor, os resultados obtidos se mostraram aplicáveis e que a diferença em relação ao custo e o tempo de análise foram bem

significativas. Entretanto, nem todas as cidades possuem bases de dados com imagens de alta resolução digitalizadas suficientes para que a análise seja feita de forma satisfatória, em vista disso, faz-se necessário buscar alternativas, como por exemplo, as ferramentas do Google: Google Maps e Google Earth.

A forma mais eficiente para o registro das informações recolhidas em campo é feita diretamente em programas de computadores específicos de inventário para arborização (e. g., City Trees Lite® ou o Arbor et Salus®,) ou planilhas eletrônicas tradicionais com as devidas adaptações (Microsoft Excel® ou Microsoft Access®). Contudo, quando se busca diminuição nos custos de análise a forma tradicional utilizando pranchetas e formulários impressos se torna uma importante alternativa (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017). São vários os modelos de formulário de coleta de dados disponíveis na literatura, onde o pesquisador pode selecionar aquele de maior interesse em relação a seu objetivo e adaptá-lo ainda quando necessário.

## **2.5 Análise estatística**

A análise estatística descritiva dos dados e inferências para a população é o último passo para que o avaliador possa caracterizar a arborização da cidade ou até mesmo determinar a eficiência de uma metodologia alternativa de inventário (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

Estudos anteriores exploram as vantagens do processo de informatização dos dados para uma análise mais rápida, eficiente e conseqüentemente com menor custo, visto que, a base de dados do inventário de arborização é bem extensa (LIMA NETO, 2011). Além disso, essa tecnologia proporciona ao planejador uma maior facilidade na busca de informações, fazendo com que suas decisões sejam tomadas de forma rápida e com maior eficiência. Adam et al. (2001) apud Lima Neto (2011) relatam que o método tradicional de coleta de dados em formulários não digitais ao longo tempo acabam ficando obsoletos e possivelmente desconhecidos pelo público.

O armazenamento dos dados e sua posterior análise pode ser realizada por meio de dois tipos de programas, os específicos e os adaptados, como os supracitados. Silva, Paiva e Gonçalves (2017) afirma que o ideal seria a utilização de softwares específicos como City Trees Lite® ou o Arbor et Salus®, entretanto devido a sua dificuldade de obtenção e muitas vezes falta de informação sobre o uso, acaba-

se utilizando planilhas eletrônicas com as devidas adaptações como o Microsoft Excel® ou Microsoft Access®.

O Microsoft Excel® é hoje um dos programas de planilha eletrônica, pertencente ao pacote Office, mais disseminado para a realização de análise de inventário arbóreo, principalmente para cidades de menor porte. As prefeituras de cidades maiores já optam por softwares próprios ou buscam no mercado aqueles mais acessíveis. As principais vantagens em se utilizar o Excel está associado com a simplicidade de sua interface e a saída de dados para confecção de gráficos e tabelas (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

Para testar a eficiência de metodologias distintas de inventário é importante realizar o teste estatístico de comparação entre médias. O trabalho de Meneghetti (2003) utilizou como variável, para teste de comparação de média entre as duas metodologias de amostragem, o 'número de árvore por km de calçada', ou densidade da arborização. Já Rachid (1999) comparou as duas metodologias de amostragem com a utilização da comparação de duas variáveis, 'número de árvores por km de calçada' e 'número de árvores por hectare'. Segundo a autora, as duas variáveis forneceram resultados satisfatórios, entretanto, a variável 'número de árvore por km de calçada' se mostrou mais vantajosa por apresentar maior simplicidade em sua elaboração e por permitir a comparação com outros trabalhos realizados na área previamente.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Caracterização do local

O estudo foi realizado na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, na região sul do Espírito Santo, localizados entre as coordenadas geográficas 20°50'56" de latitude Sul e 41°06'46" de longitude Oeste (Figura 1). Segundo a estimativa do IBGE de 2021, a população da cidade era de 212.172 pessoas e possui uma extensão de 864,583 km<sup>2</sup>, sendo assim, a maior cidade da região sul (BRASÍLIA, 2017).



Figura 1: Localização da cidade de Cachoeiro de Itapemirim em relação ao Espírito Santo.

Fonte: Campos (2006).

A última classificação climática de Köppen realizada para a cidade de Cachoeiro de Itapemirim foi do tipo Aw (INCAPER, 2020). Essa classificação climática é caracterizada por ser do tipo tropical úmido ou subúmido, onde a temperatura média mínima nos meses mais frios dificilmente passa de 18° C e a precipitação fica em torno de 60 mm nesses meses. A média anual da precipitação da cidade é de 1187,6 mm/ano, já a temperatura média varia de 20,6 – 27,3 °C, sendo os meses de fevereiro mais quentes e os de julho mais frios (INCAPER, 2020).

A cidade possui um relevo montanhoso com a altitude variando de 35 - 1080 m, em que o bairro Centro e a Pedra da Penha na Comunidade Rural Alto São Vicente os pontos mais baixo e mais alto, respectivamente (INCAPER, 2020).

A região está inserida na Mata Atlântica, e sua fitofisionomia é caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ou seja, possui estações bem definidas como inverno seco, onde parte das árvores perdem suas folhas, e verão úmido (ABREU; SILVA; SILVA, 2013). O município é constituído por 75 localidades na sede, 4 bairros distritos, 8 distritos e 6 localidades (MBI, 2021), porém somente os bairros da sede foram considerados para o sorteio da amostragem neste estudo.

### 3.2 Área de estudo

O trabalho abrangeu a cidade de Cachoeiro de Itapemirim, que tem como origem de seu nome as cachoeiras que cortam o rio onde a cidade foi construída e desenvolvida de forma econômica e urbanística (Figura 2).

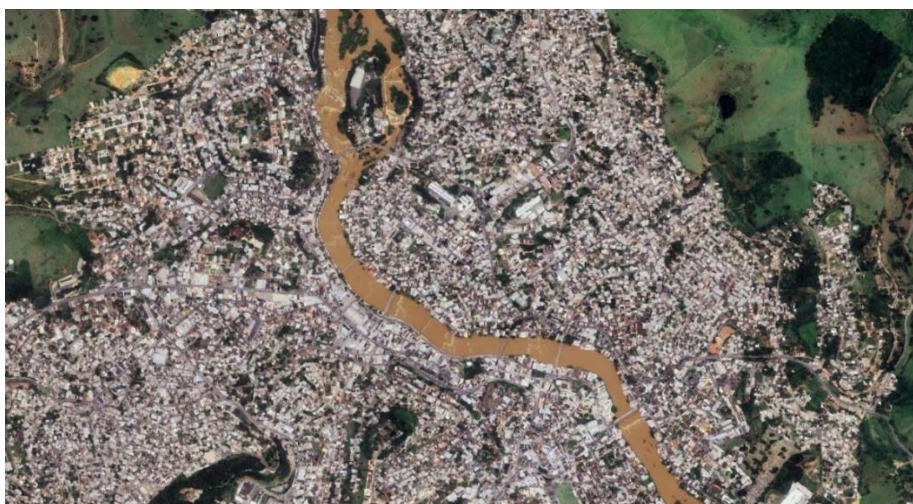


Figura 2: Rio Itapemirim cortando a município de Cachoeiro de Itapemirim.

Fonte: Google Earth (2022).

A cidade foi fundada no final do século XIX às margens do rio Itapemirim por ser considerada o último trecho navegável do rio, e com isso foi construído um porto onde recebia todo café originado da região sul. Devido a comercialização e transporte do café, a cidade se tornou pioneira em diversos setores de desenvolvimento como construção da via férrea e linhas elétricas (CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM, 2014).

De acordo com o IBGE (2010), cerca de 74,9% das ruas nesta cidade são arborizadas o que faz com que a mesma ocupe a 18ª posição em relação ao Estado.

No entanto, a cidade possui apenas 32,1% das ruas pavimentadas. Neste sentido, surge o interesse em avaliar a qualidade da arborização de forma a relacionar o alto índice de ruas arborizadas e o baixo índice de ruas pavimentadas.

### 3.3 Método de amostragem

O estudo se baseou na aplicação de dois métodos de avaliação do inventário arbóreo: método tradicional, e o método de interpretação de imagens satélites com o uso do SIG.

A cidade de Cachoeiro de Itapemirim é bem extensa e possui bairros mais antigos e mais novos e em diferentes níveis de urbanismo, localização e econômico, e essa diferença pode afetar a disponibilidade e qualidade das imagens satélites disponibilizadas de forma gratuita pelo Google. Então, com objetivo de englobar esse fator, optou-se pelo o método de amostragem aleatório. Esse método apresenta maior facilidade na confecção e análise de dados, e visto que, o principal objetivo do trabalho foi comparar as duas metodologia de coleta e não estimar a qualidade da arborização da cidade, não se fez necessário a utilização de um método mais complexo de amostragem.

As unidades de amostras escolhidas para realizar o sorteio foram as ruas que caracterizam uma forma de amostragem em linha, e que acabam sendo mais indicadas para esse tipo de amostragem por ser relativamente de fácil dimensionamento e apresentar menos problemas em relação a variação de área quando comparado com os quarteirões (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017). Entretanto, para a análise qualitativa a unidade de amostra foi representada por cada indivíduo ou árvore.

O mapa de referência utilizado foi do 'Google Earth' e a 'Malha Viária Urbana da SEDE' na escala de 1: 5.800 desenvolvida pelo Sistema de projeção UTM / Fuso 24S DATUM Sirgas 2000, disponibilizado pela Secretaria Municipal de Urbanismo e Mobilidade (SEMURB) e cidade inteligente.

A seleção da amostra foi realizada em quatro etapas, com o auxílio do Microsoft Excel®:

**1ª etapa:** a listagem de todos as localidade pertencentes a sede do município, ou seja, todos os distritos foram excluídos da população;



**2ª etapa:** sorteio de 20% das localidades listadas;

**3ª etapa:** listagem de todos os logradouros das localidades sorteadas;

**4ª etapa:** sorteio de 5 logradouros de cada localidade sorteada.

### **3.4 Definição das variáveis do inventário quali-quantativos**

As variáveis foram selecionadas com objetivo de abranger os diferentes tipos de características analisadas para dimensionar a qualidade da arborização de um local, a facilidade de medição das variáveis e seu grau de importância. Estas deveriam possibilitar o dimensionamento pelos dois métodos de avaliação. Utilizou-se um formulário adaptado para coleta de dados do livro “Avaliando a Arborização Urbana” de Silva, Paiva e Gonçalves (2017) (Apêndice A). As identificações das espécies foram feitas por meio da ficha de identificação, comparação com exsicatas, literaturas específicas e o herbário virtual (Reflora).

#### **3.4.1 Variáveis quantitativas**

A variável quantitativa mensurada foi a do número de indivíduos por quilômetro de calçada, que tem como objetivo avaliar a quantidade e a espacialidade da arborização no local. Essa avaliação se dá pela comparação do resultado encontrado com o índice de plena ocupação da calçada. Para ter uma noção da espacialidade da arborização foi realizado a razão de número de árvores por quilômetro de calçada para cada bairro amostrado.

#### **3.4.2 Variáveis qualitativas**

Para a determinação de algumas variáveis, principalmente aquelas que medem tamanho, foram utilizadas como referência à altura de serviços urbanos como placas, ponto de ônibus, marquises, fiação de rede elétrica, andares de casas e apartamentos, e também a vida urbana no local como pedestres e carros que estivessem presentes (Figura 3). Isso pois, como um dos métodos de avaliação é por meio de imagem, a medição utilizando instrumentos como réguas ou hipsômetros não seria possível. A variável referente ao controle fitossanitário foi desconsiderada deste trabalho devido a sua dificuldade de dimensionamento pelo método não presencial.

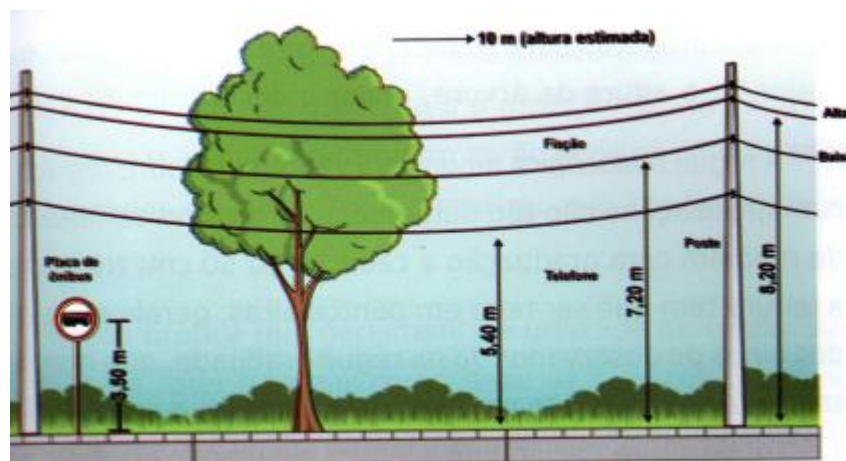


Figura 3: Medições estimadas a partir de referenciais urbanos.

Fonte: Silva, Paiva e Gonçalves (2017).

Além disso, para potencializar a medição, tornando-a mais rápida e padronizada, foi utilizado o modo de separação em classes de tamanho.

#### I. Características do vegetal

##### a. Altura total:

- Árvores menores de 6 metros;
- Árvores entre 6 e 10 metros;
- Árvores maiores que 10 metros;

##### b. Altura da primeira bifurcação:

- Bifurcação localizada a menos de 2 metros do chão;
- Bifurcação localizada a mais de 2 metros do chão;

##### c. Fuste:

- Cilíndrico - quando o fuste possui praticamente o mesmo diâmetro partindo da base até o início da copa;
- Ramificado - quando apresentam diversas ramificações abaixo de uma altura estipulada, neste caso 1,80 m;
- Levemente tortuoso - quando o fuste apresenta leve tortuosidade, porém ainda não é capaz de atrapalhar a passagem de pedestres;
- Tortuoso - quando o fuste apresenta um alto nível de tortuosidade e com isso interfere na passagem de pedestres.

## II. Condição do sistema radicular

### a. **Condição da raiz**

- Boa: Raiz não visível na superfície do solo;
- Regular: Raiz apenas visível na superfície do solo, porém não causando nenhum dano ao passeio ou à rua;
- Ruim: Raiz visível na superfície do solo e causando danos moderados ao passeio ou à rua;
- Péssima: Raiz visível na superfície do solo e causando danos graves ao passeio e à rua.

## III. Característica do meio

### a. **Largura do passeio:**

- Ausente: quando não há como transitar na calçada;
- Passeio menor que 1,5 metros;
- Passeio entre 1,5 e 3 metros;
- Passeio maior que 3 metros.

### b. **Área livre ou área de crescimento:**

- Boa: quando há espaço suficiente para o crescimento do tronco sem causar danos ao passeio ou à rua;
- Regular: quando há espaço apenas para a ocupação do tronco e com possibilidade de causar danos ao passeio ou à rua;
- Ruim: quando não há espaço suficiente para o crescimento do tronco e com possibilidade de causar danos graves ao passeio ou à rua.

### c. **Avanço da copa sobre a construção e a rua:**

- Avanço de copa a menos de 1,5 metros da via;
- Avanço de copa entre 1,5 e 3 metros da via;
- Avanço de copa a mais de 3 metros da via;
- Ausência do avanço de copa para a construção ou para rua.

### d. **O posicionamento da árvore em relação à fiação elétrica:**

- Ausente: quando não há fiação perto da árvore;
- No meio da copa;

- Acima da copa;
- Abaixo da copa.

#### IV. Necessidade de manejo

##### a. Poda:

- Bem conduzida: quando se evita o contato com elementos urbanos e com pedestres e veículos;
- Regular: quando se evita o contato apenas com a rede elétrica;
- Drástica: quando há remoção total da copa;
- Ausente: quando não foi realizado nenhum tipo de intervenção na copa do indivíduo arbóreo. Ou seja, a copa não possui contato com elementos urbanos, pedestres e veículos.

### 3.5 Coleta de dados

A coleta em campo foi realizada em fichas impressas (Apêndice A) utilizando caneta e prancheta para anotar as informações, cronômetro para a marcação do tempo, câmera fotográfica e canivete para retirar os ramos das espécies para fazer a identificação destas posteriormente em herbário ou literatura especializada. As coletas dos dados foram feitas pela autora do trabalho e um auxiliar, com uso de um carro como meio de locomoção e Google Maps para localizar os pontos de coleta.

A coleta não presencial foi feita apenas pela autora do trabalho com a utilização de duas ferramentas, o 'Google Maps' e 'Google Earth'. As informações coletadas dos indivíduos foram registradas diretamente na ficha de campo em planilhas eletrônicas "disponibilizadas pelo Google. E assim como na forma presencial, essa coleta de dados também foi cronometrada.

### 3.6 Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente de forma descritivas, com auxílio de tabelas e gráficos. E inferencial, podendo utilizar o teste t para médias independentes caso a distribuição seja normal (i. e., dados paramétricos) ou o teste equivalente Mann-Whitney para médias independentes sem distribuição normal (i. e., dados não paramétricos). Para o teste de distribuição normal foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk com 5% de significância. Foram usadas duas hipóteses para o teste de comparação de média, a hipótese nula ( $p > 0,05$ ) e a hipótese alternativa ( $p \leq 0,05$ ).

Para a hipótese nula, as médias não apresentam diferença de médias significativa, e para a hipótese alternativa a possuiria diferença significativa. O teste foi realizado pelo pacote 'Real Statistics Resource' do 'Microsoft Excel®' (tentar fazer a análise pelo R). Além disso, foi calculado o índice de ocupação plena para determinar a porcentagem de arborização estimada do local amostrado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram amostradas 15 localidades das 75 encontradas, e destes, 74 logradouros foram sorteados (Apêndice B), pois a localidade amostrada Nossa Senhora da Glória apresentou apenas 4 logradouros. Na Tabela 1 é possível observar todos os 15 bairros amostrados com seus respectivos valores de distância, número de árvore e o índice de arborização.

Tabela 1: Inventário quantitativo amostrado por localidade no município de Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Bairro	Distância	N° de árvores		Índice de riqueza	
	km	Presencial	Não presencial	Presencial	Não presencial
Aeroporto	3,2022	18	24	5,621135469	7,494847292
Alto Independência	1,947	10	13	5,136106831	6,67693888
Arariguaba	4,3654	16	17	3,665185321	3,894259403
Basiléia	2,1706	27	42	12,43895697	19,34948862
Fé e raça	1,4798	10	10	6,757669955	6,757669955
Ferrovários	4,49	51	63	11,35857461	14,0311804
Independência	1,5768	24	39	15,22070015	24,73363775
Monte Cristo	2,586	31	46	11,98762568	17,78808971
Nossa senhora da Glória	2,478	12	31	4,842615012	12,51008878
Paraíso	1,758	48	49	27,30375427	27,87258248
Parque Laranjeiras	3,5922	26	29	7,237904348	8,073047158
Rui Pinto Bandeira	2,5112	72	65	28,67155145	25,8840395
Santo Antônio	1,822	40	45	21,95389682	24,69813392
São Geraldo	1,3842	7	9	5,057072677	6,501950585
Valão	2,2662	54	62	23,82843527	27,35857382
<b>Total</b>	<b>37,6296</b>	<b>446</b>	<b>544</b>	<b>11,85237154</b>	<b>14,4567043</b>

Fonte: Autor.

A Figura 4 mostra a espacialidade das unidades amostrais na cidade de Cachoeiro de Itapemirim. Percebe-se que algumas unidades amostrais ficaram próximas, entretanto foi possível amostrar localidades característica residencial,

comercial e industrial e também em relação ao posicionamento geográfico como localidades periféricas ou centrais. Esta variação na caracterização e posicionamento geográfico dos bairros amostrados é importante porque o tipo e qualidade da arborização varia bastante em decorrência do local onde ela se encontra.

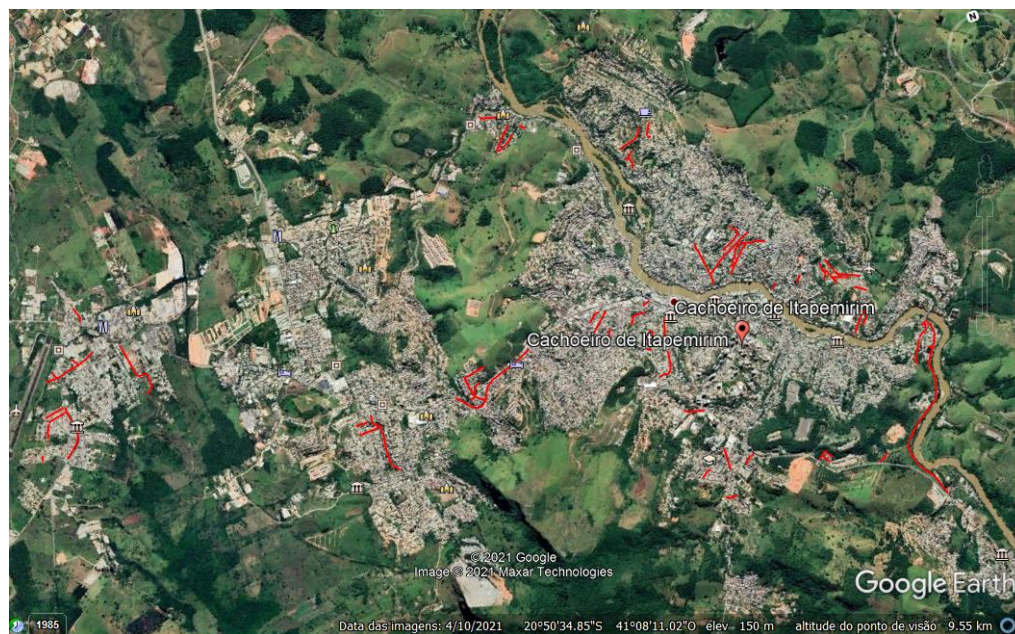


Figura 4: Espacialidade dos logradouros amostrados na cidade de Cachoeiro de Itapemirim.

Fonte: Google Earth adaptado.

O principal problema encontrado com a coleta de dados por meio de interpretação de imagens satélites foi a impossibilidade de inventariar a localidade São Geraldo, isso pois, não existe a opção do 'Street view' para o bairro. Devido a isso, foi possível apenas realizar a contabilidade do número de árvores da localidade e adicionar na análise estatística inferencial, visto que, não foi possível analisar os parâmetros qualitativos. Mas apesar disso, esse fator não fez com que os resultados do inventário por interpretação de imagens satélite diferissem de forma significativa do inventário pelo método tradicional, pois a localidade em questão não apresentou um número de árvores elevado - 7 árvores no total -.

Apesar do método de avaliação não presencial mostrar uma vantagem significativa em relação à economia de tempo com deslocamento de uma unidade amostral para a outra, o tempo de avaliação entre os dois métodos não apresentaram uma diferença discrepante. Foram 21 horas e 30 minutos para o não presencial e 21 horas e 25 minutos para o presencial. Isso ocorreu devido o tempo gasto a mais

para identificação das espécies, dimensionamento da área, e caracterização das variáveis no método não presencial, o que pode ser atribuído a qualidade na resolução da imagem.

No método de coleta presencial foram inventariadas 446 árvores, incluindo 54 espécies e 19 famílias (Tabela 2), sendo que 8 indivíduos não foram identificados devido a diferentes motivos como ausência de folhas, flores, frutos, sementes ou até mesmo devido a poda drástica.

Tabela 2: Listagem das espécies arbóreas inventariadas pelo método presencial.

Presencial				
Nome científico	Família	Origem	Fr. Abs.	Fr. Rel. (%)
<i>Abarema</i> sp.	Fabaceae	Nativa	2	0,45
<i>Acacia mangium</i>	Fabaceae	Exótica	1	0,22
<i>Adenantha pavonina</i>	Fabaceae	Exótica	2	0,45
<i>Anadenanthera</i> sp.	Fabaceae	Nativa	1	0,22
<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	Exótica	1	0,22
<i>Annona squamosa</i>	Annonaceae	Exótica	1	0,22
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae	Exótica	3	0,67
<i>Averrhoa carambola</i>	Oxalidaceae	Exótica	1	0,22
<i>Bauhinia</i> sp.	Fabaceae	Nativa	3	0,67
<i>Cenostigma pluviosum/ Ficus</i> sp.	Fabaceae/Moraceae	Nativa/Exótica	1	0,22
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Fabaceae	Exótica	1	0,22
<i>Cenostigma pluviosum</i>	Fabaceae	Nativa	13	2,91
<i>Citrus aurantiifolia</i>	Rutaceae	Exótica	1	0,22
<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	Exótica	2	0,45
<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	Exótica	11	2,47
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae	Nativa	3	0,67
<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	Exótica	7	1,57
<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae	Exótica	1	0,22
<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	Exótica	35	7,85



<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	Exótica	3	0,67
<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	Nativa	1	0,22
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Bignoniaceae	Nativa	4	0,9
<i>Handroanthus</i> sp.	Bignoniaceae	Nativa	1	0,22
<i>Hibiscus</i> sp.	Malvaceae	Nativa	1	0,22
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	Exótica	9	2,02
<i>Libidibia ferrea</i>	Fabaceae	Nativa	3	0,67
<i>Moquilea tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	Nativa	47	10,54
<i>Malpighia emarginata</i>	Malpighiaceae	Exótica	7	1,57
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Exótica	31	6,95
<i>Murraya paniculata</i>	Rutaceae	Exótica	67	15,02
<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	Exótica	9	2,02
<i>Pachira aquatica</i>	Malvaceae	Nativa	77	17,26
<i>Peltophorum dubium</i>	Fabaceae	Nativa	1	0,22
<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Exótica	3	0,67
<i>Pinus</i> sp.	Pinaceae	Exótica	3	0,67
<i>Plinia peruviana</i>	Myrtaceae	Nativa	1	0,22
<i>Pouteria caimito</i>	Sapotaceae	Nativa	2	0,45
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Exótica	25	5,61
<i>Punica granatum</i>	Lythraceae	Exótica	6	1,35
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Anacardiaceae	Nativa	6	1,35
<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	Exótica	2	0,45
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Nativa	1	0,22
<i>Syzygium cumini</i>	Myrtaceae	Exótica	7	1,57
<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	Exótica	5	1,12
<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	Exótica	22	4,93
<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae	Nativa	1	0,22
Fabaceae 02	Fabaceae	-	2	0,45
Fabaceae 03	Fabaceae	-	1	0,22

Fabaceae 04	Fabaceae	-	1	0,22
Indet 01	-	-	3	0,67
Indet 02	-	-	1	0,22
Indet 04	-	-	1	0,22
Indet 24	-	-	1	0,22
Indet 25	-	-	1	0,22
<b>Total</b>	-	-	<b>446</b>	<b>100</b>

Fonte: Autor.

No método de coleta não presencial, foram inventariadas 544 árvores, porém em apenas 534 foi possível fazer a avaliação qualitativa. Estas 543 árvores estão distribuídas em 59 espécies e 16 famílias, sendo que houveram 21 espécies que não foram identificadas (Tabela 3). A identificação das espécies pelo método não presencial foi pouco efetiva quando comparada com o método tradicional, devido a baixa resolução da imagem disponível no “*Street view*” (Figura 5). Isto fez com que determinação de elementos dos indivíduos que auxiliam a precisão na hora da identificação, como o tipo de limbo, posição do pecíolo ou até mesmo os tipos de nervuras ficasse prejudicado. Além disso, existem características que só são possíveis determinar presencialmente, pois elas dependem dos sentidos como o tato ou o olfato. Entretanto, para aquelas espécies com característica bem distintas ou que são comuns na arborização, a visualização pelas ferramentas de imagem satélite não compromete a identificação.



Figura 5: Qualidade de resolução da imagem do Street View para identificação das espécies no inventário arbóreo de Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Uma notável diferença entre os métodos está relacionada ao número de indivíduos inventariados. No inventário presencial foram contabilizados 446 indivíduos contra 544 no método não presencial. Essa diferença de 98 indivíduos pode ser atribuída a data de verificação, uma vez que, em alguns bairros as imagens disponibilizadas pelo *Google* podiam ser de até 10 anos atrás (Apêndice B). Nesse período de tempo é possível ter havido a supressão de alguns indivíduos ou até mesmo o seu óbito.

O problema com o tempo para análise da arborização ocorre principalmente quando se trata de características que podem variar drasticamente devido a uma intervenção antrópica como, por exemplo, poda drástica. Estas características podem de um dia para o outro ser alterada, fazendo com que aqueles indivíduos que antes pertenciam a determinada classe pode ser reclassificado. Entretanto, existem a vantagem de se poder realizar o acompanhamento individual dos indivíduos arbóreos, sendo de fundamental importância para fiscalização das prefeituras.

Tabela 3: Lista de espécies arbóreas inventariadas pelo método não presencial.

Não Presencial				
Nome científico	Família	Origem	Fr. Abs.	Fr. Rel. (%)
<i>Adenanthera pavonina</i>	Fabaceae	Exótica	4	0,75
<i>Albizia</i> sp.	Fabaceae	Nativa	1	0,19
<i>Anadenanthera</i> sp.	Fabaceae	Nativa	3	0,56
<i>Annona squamosa</i>	Annonaceae	Exótica	5	0,94
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae	Exótica	2	0,37
<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	Exótica	2	0,37
<i>Bauhinia</i> sp.	Fabaceae	Nativa	3	0,56
<i>Cenostigma pluviosum</i>	Fabaceae	Nativa	18	3,37
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Fabaceae	Exótica	1	0,19
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae	Nativa	5	0,94
<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	Exótica	7	1,31

<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae	Exótica	2	0,37
<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	Exótica	98	18,35
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	Exótica	1	0,19
<i>Gossypium</i> sp.	Malvaceae	Nativa	1	0,19
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Bignoniaceae	Nativa	1	0,19
<i>Handroanthus</i> sp.	Bignoniaceae	Nativa	1	0,19
<i>Hibiscus</i> sp.	Malvaceae	Nativa	1	0,19
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	Nativa	1	0,19
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	Exótica	4	0,75
<i>Libidibia ferrea</i>	Fabaceae	Nativa	1	0,19
<i>Moquilea tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	Nativa	73	13,67
<i>Malpighia emarginata</i>	Malpighiaceae	Exótica	8	1,5
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Exótica	34	6,37
<i>Murraya paniculata</i>	Rutaceae	Exótica	48	8,99
<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	Exótica	5	0,94
<i>Pachira aquatica</i>	Malvaceae	Nativa	118	22,1
<i>Peltophorum dubium</i>	Fabaceae	Nativa	1	0,19
<i>Pinus</i> sp.	Pinaceae	Exótica	1	0,19
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Exótica	10	1,87
<i>Punica granatum</i>	Lythraceae	Exótica	1	0,19
<i>Schinus terebinthifolia</i>	Anacardiaceae	Nativa	3	0,56
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Nativa	3	0,56
<i>Syzygium cumini</i>	Myrtaceae	Exótica	7	1,31
<i>Syzygium malaccense</i>	Myrtaceae	Exótica	2	0,37
<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	Exótica	1	0,19
<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	Exótica	25	4,68
<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae	Nativa	1	0,19
Fabaceae 04	Fabaceae	-	2	0,37
Indet 01	-	-	3	0,56

Indet 03	-	-	2	0,37
Indet 05	-	-	1	0,19
Indet 06	-	-	1	0,19
Indet 07	-	-	1	0,19
Indet 08	-	-	1	0,19
Indet 11	-	-	3	0,56
Indet 13	-	-	1	0,19
Indet 14	-	-	2	0,37
Indet 15	-	-	1	0,19
Indet 16	-	-	1	0,19
Indet 17	-	-	2	0,37
Indet 18	-	-	1	0,19
Indet 19	-	-	1	0,19
Indet 20	-	-	1	0,19
Indet 21	-	-	1	0,19
Indet 22	-	-	2	0,37
Indet 23	-	-	2	0,37
Myrtaceae 01	Myrtaceae	-	1	0,19
Myrtaceae 02	Myrtaceae	-	1	0,19
<b>Total Geral</b>	-	-	<b>534</b>	<b>100</b>

Fonte: Autor.

Ainda analisando a Tabela 2 e 3, é possível observar a que a relação de espécies nativas e exóticas apresenta, tanto para o método presencial quanto para o não presencial, a prevalência de espécies exóticas. Foram encontradas para o presencial, 18 espécies nativas em 168 indivíduos e 27 espécies exóticas em 266 indivíduos. Para o não presencial, foram 17 espécies nativas em 235 indivíduos e 21 espécies exóticas em 268 indivíduos.

O uso de árvores exóticas não é recomendado no planejamento da arborização porque há uma menor possibilidade de adaptação das espécies no local. Contudo, as espécies nativas já possuem uma alta adaptabilidade ao solo e clima, melhor

desenvolvimento e, com isso, produzir flores e frutos saudáveis e também podem auxiliar na conservação da fauna local e evitar a invasão de espécies exóticas invasoras (CECCHETTO; CHRISTMANN; OLIVEIRA, 2014).

De acordo com a Tabela 4 e 5 é possível notar que a *Pachira aquatica* Aubl. foi a espécie predominante tanto no inventário presencial (17,26%) quanto no não presencial (22,1%). Situação semelhante foi encontrado por Mazoli (2012), onde o autor realizou o inventário total de dois bairros de Cachoeiro de Itapemirim, ES e encontrou a frequência de 32,86% desta espécie.

Segundo Silva, Paiva e Gonçalves (2017), a frequência máxima aconselhada é de 15%, caso contrário, há uma maior probabilidade de surgir problemas relacionados com praga da arborização urbana e, em consequência, afetar a fitossanidade dos indivíduos.

Além disso, é possível notar que as primeiras 10 espécies mais frequentes do inventário presencial representam 75,56% do total e do não presencial representa 82,21 %, ou seja, as outras 44 e 49 espécies representam apenas 24,44% e 17,79% da população, respectivamente, caracterizando uma distribuição bem homogênea. Resultado semelhante foi encontrado por Scaramussa (2013), onde 67,5% do total da população estava distribuído nas 10 espécies de maior frequência no inventário total da cidade de Vargem Alta, ES.

A homogenia nos plantios da arborização e praças urbanas é utilizada pelo ponto de vista estético, entretanto quando se analisa a parte ecológica o mais interessante é o plantio heterogêneo, pois garante o alimento a avifauna durante todo o ano, evita problemas relacionado a fitossanidade e auxilia na conservação da diversidade arbórea local – quando feita com espécies nativas locais - (HARDER, 2002).

É possível perceber que os valores mantêm o mesmo padrão para os dois métodos, ou seja, tanto para o presencial quanto para o não presencial, a arborização na cidade é representada em sua maioria por cerca de 20% das espécies totais.

Tabela 4: Análise individual das espécies com maior frequência pelo método presencial.

<b>Presencial</b>			
<b>Nome científico</b>	<b>Família</b>	<b>Fr. Abs.</b>	<b>Fr. Rel. (%)</b>
<i>Pachira aquatica</i>	Malvaceae	77	17,26
<i>Murraya paniculata</i>	Rutaceae	67	15,02
<i>Licania tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	47	10,54
<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	35	7,85
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	31	6,95
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	25	5,61
<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	22	4,93
<i>Cenostigma pluviosum</i>	Fabaceae	13	2,91
<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	11	2,47
<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	9	2,02
<b>Total</b>	-	<b>337</b>	<b>75,56</b>

Fonte: Autor

Tabela 5: Análise individual das espécies de maior frequência pelo método não presencial.

<b>Não presencial</b>			
<b>Nome científico</b>	<b>Família</b>	<b>Fr. Abs.</b>	<b>Fr. Rel. (%)</b>
<i>Pachira aquatica</i>	Malvaceae	118	22,10
<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	98	18,35
<i>Licania tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	73	13,67
<i>Murraya paniculata</i>	Rutaceae	48	8,99
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	34	6,37
<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	25	4,68
<i>Cenostigma pluviosum</i>	Fabaceae	18	3,37
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	10	1,87
<i>Malpighia emarginata</i>	Malpighiaceae	8	1,50
<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	7	1,31
<b>Total</b>	-	<b>439</b>	<b>82,21</b>

Fonte: Autor.

A família de maior predomínio foi a Fabaceae com 16 representantes para o presencial e 13 para o não presencial, o mesmo pode ser observado nas cidades de Cachoeiro de Itapemirim (MAZIOLI, 2012). Segundo Forzza (2010) a Fabaceae está entre as três famílias de maior riqueza de espécie do Brasil, juntamente com a Orchidaceae e Asteraceae.

#### 4.1 Análise estatística descritiva de comparação entre os dois métodos de inventário.

Os dois métodos permitiram uma conclusão muito parecida referente a qualidade da arborização na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, ES. Na maioria das variáveis analisadas os gráficos gerados apresentaram um comportamento similar. Entretanto, foi possível perceber algumas diferenças nos resultados que podem ser atribuídas a algumas limitações do método de coleta não presencial.

##### 4.1.1 Altura total

Essa variável manteve, em grande maioria, o mesmo comportamento no gráfico para os dois métodos (Figura 6).

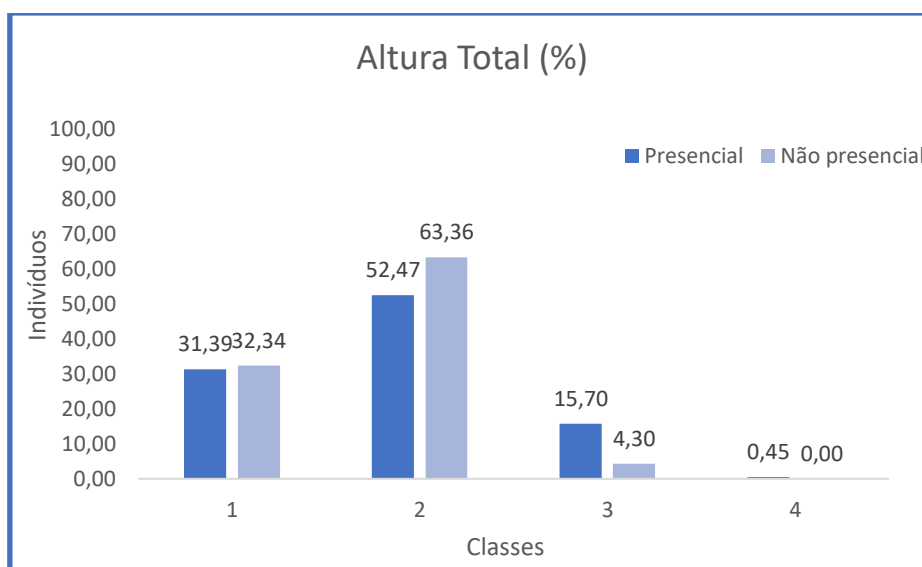


Figura 6: Porcentagem do porte das árvores em relação à altura total. Classes: 1 (<math>< 6\text{ m}</math>); 2 (<math>6 - 10\text{ m}</math>); 3 (<math>10 - 15\text{ m}</math>); e 4 (<math>> 15\text{ m}</math>).

Fonte: Autor

Entretanto, percebe-se que no inventário presencial houve um maior número de indivíduos na classe 3 e 4, enquanto no não presencial os números foram maiores na classe 1 e 2, ou seja, o inventário não presencial subestimou os valores de altura



das árvores. Esse fator pode ser atribuído ou a idade das árvores, visto que, em alguns casos as imagens disponíveis eram mais antigas, ou a uma tendência de subestimar a altura das árvores devido a uma dificuldade de dimensionamento e profundidade dos parâmetros de auxílio.

De modo geral é possível notar que a maioria das árvores inventariadas se encontraram nas duas primeiras classes, ou seja 83,86% e 95,7% dos indivíduos possuem menos de 10 metros de altura para a medição presencial e não presencial respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados nas cidades de Jerônimo Monteiro, ES (SOUZA, 2021), com 72% dos indivíduos com altura entre 5 – 10 metros, e em Nova Iguaçu, RJ (ROCHA, LELES; OLIVEIRA NETO, 2004), onde 90,8% dos indivíduos amostrados possuíam altura inferior a 11 metros.

Apesar da maioria das espécies mais frequentes inventariadas serem de médio a grande porte, raramente elas conseguem atingir sua capacidade máxima de crescimento na arborização urbana devido as podas de manutenção ou até mesmo a área livre de crescimento e de uma adubação e manejo adequado para o crescimento arbóreo. A *Terminalia catappa*, por exemplo, pode atingir até 25 metros (LOPES, 2012), entretanto, só foi encontrada uma espécie com altura maior que 15 metros.

As árvores pertencentes a arborização urbana dificilmente atinge sua altura total, ou levam muito tempo para conseguir. Este fenômeno pode ser atribuído pela falta de espaço para o crescimento dos indivíduos, falta de área livre, escolha equivocada da espécie ou até mesmo o solo. O solo da cidade de Cachoeiro de Itapemirim, ES é bem argiloso o que pode tornar o desenvolvimento das raízes das árvores dificultado, devido à sua compactação (EMBRAPA, 2018).

#### **4.1.2 Altura da primeira bifurcação**

Os dois métodos apresentaram comportamento semelhante (Figura 7), onde a maioria dos indivíduos, 63,45% (presencial) e 71,78% (não presencial), se encontraram com a primeira bifurcação a uma altura menor que 2 metros. Esse comportamento é esperado principalmente quando se compara com a altura total e percebe que há uma predominância de espécies com porte médio a baixo.

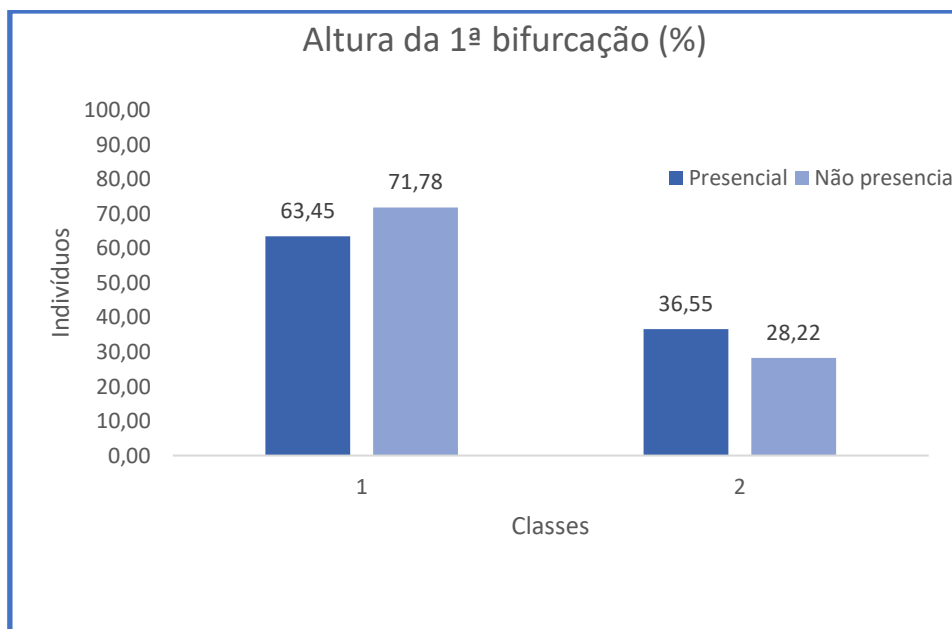


Figura 7: Porcentagem da altura da primeira bifurcação. Classes: 1 (< 2m); e 2 (> 2 m).

Fonte: Autor.

Essa frequência elevada na primeira classe não é desejada para a arborização urbana, uma vez que, torna-se um indício de que pode estar havendo conflito da árvore com o trânsito de pedestres e veículos. Entretanto, Silva, Paiva e Gonçalves (2017) afirmam que para se ter certeza desse possível conflito é preciso avaliar a largura do passeio, largura da rua e a arquitetura da árvore em conjunto.

O resultado dessa variável depende muito da idade das árvores presentes na arborização do local e no manejo de poda de crescimento no ato da implantação e condução das mudas. O trabalho de Souza (2021) no município de Jerônimo Monteiro, ES, mostrou um resultado semelhante onde cerca de 66% dos indivíduos possuíam a altura da primeira bifurcação menor do que 1,8 metros. Ainda Rachid (1999), cuja pesquisa foi realizada em São Carlos, SP, encontrou a maioria da sua população amostrada (59,85%) sem conflito com o trânsito de pedestres e veículos. Os trabalhos de Melo, Lira Filho e Rodolfo Júnior (2019), pesquisa realizada em Bira Olinto, PB, apenas 20% das árvores amostradas possuíam altura ideal e não prejudicavam a passagem de pedestres. Os autores observaram que esse fator pode ser revertido pela realização da condução das mudas das plantas utilizadas na arborização, o que em muitos casos é o principal problema referente a essa variável.

### 4.1.3 Qualidade do fuste

A análise do fuste foi realizada com os parâmetros definidos anteriormente, ou seja, aqueles fustes que se variava pouco em diâmetro até o início da copa foi classificado como cilíndrico, se houvesse alguma ramificação em uma altura menor que 1,8 m foi classificado como ramificado, se houvesse algum tipo de irregularidade em relação ao crescimento retilíneo foi classificado como levemente tortuoso e caso essa irregularidade fosse muito proeminente era classificado como tortuoso (Figura 8).



Figura 8: Análise da variável qualidade do fuste pelo método de interpretação de imagem de satélite na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, ES. Classes: 1 – Cilíndrico; 2 – Ramificado; 3 – Levemente tortuoso; e 4 – Tortuoso.

O comportamento do gráfico referente ao tipo e qualidade de fuste não manteve o padrão entre os dois métodos (Figura 9), é possível verificar que foi encontrado um maior número de espécies com fuste cilíndrico para o método não presencial (43,93%), enquanto que para o presencial a maioria dos indivíduos apresentaram fuste ramificado (39,01%). Os outros valores mantiveram o mesmo comportamento com 32,96% e 15,7% fuste com leve tortuosidade e 3,59% e 3,18% com fustes tortuosos para o método presencial e não presencial respectivamente.

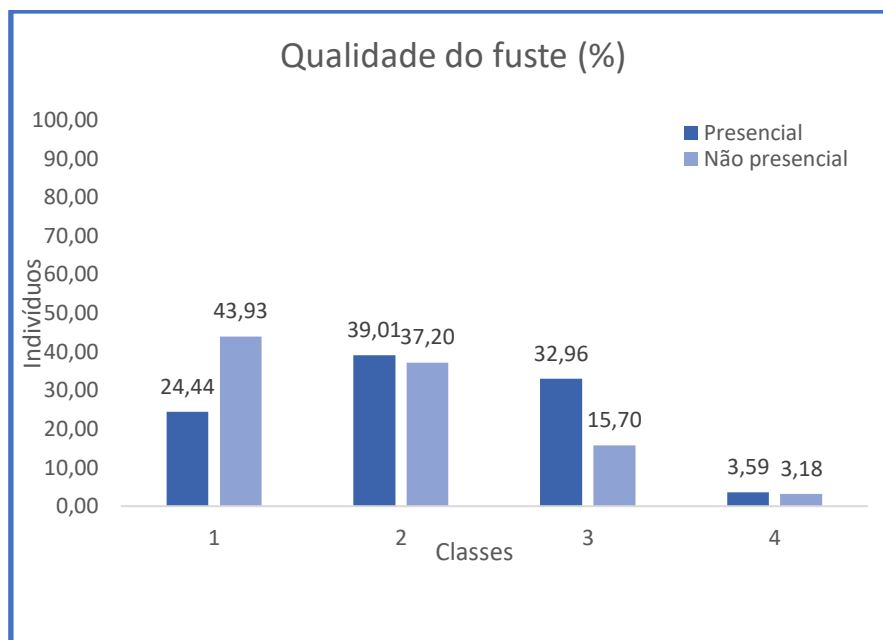


Figura 9: Percentual da qualidade do fuste. Classes: 1 (Cilíndrico); 2 (Ramificado); 3 (Levemente tortuoso); e 4 (Tortuoso).

Fonte: Autor.

Essa diferença pode ser atribuída ao ano em que a coleta não presencial foi realizada. Por exemplo, no bairro Independência na rua Lívia de Oliveira Depes a imagem do *Google* está datada como jun/2012, e ao se coletar as informações referentes a arborização e comparar com a coleta atual é possível notar que grande parte das árvores, principalmente da espécie *Pachira aquatica* foram suprimidas. Situações semelhantes ocorreram em outras ruas, e como essas árvores tendem a possuir um tronco mais regular e menos ramificado, assume-se que essa ausência pode ter sido responsável por essa disparidade nos resultados, visto que, houve um padrão de comportamento nas outras classes.

Lima Neto (2014) e Lima Neto e Biondi (2011) afirmam que a falta de manejo, problemas na condução e tutoramento da planta podem estar atrelados a tortuosidade do fuste. O principal problema dessa tortuosidade é o impedir o fluxo de pedestre na calçada (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

#### 4.1.4 Condição da raiz

Os dois métodos apresentaram resultados semelhantes (Figura 10). A maioria dos indivíduos não tiveram problemas de raízes expostas, 61,43 % presencial e 71,22% não presencial. Seguido de 18,39% e 16,64% situação regular, 16,37% e

8,79% situação ruim e 3,81% e 0,56% com a raiz quebrando a calçada e impedindo a passagem para o método presencial e não presencial respectivamente. Além disso, é possível notar que 2,8% dos indivíduos pertencem a classe 5, que representam aqueles que não foram possíveis observar (Figura 11).

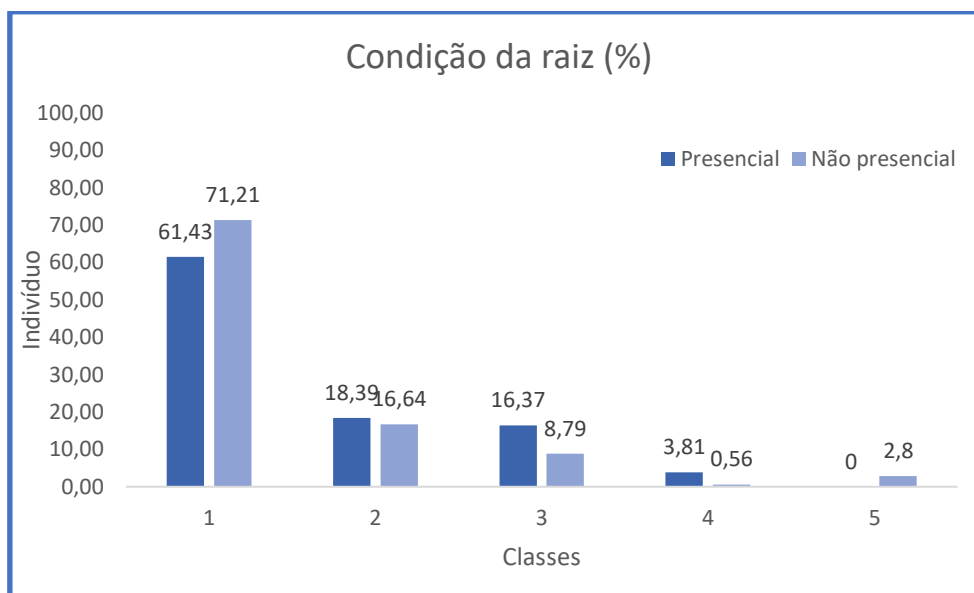


Figura 10: Percentual da condição da raiz. Classes: 1 (Boa); 2 (Regular); 3 (Ruim); 4 (Péssima); e 5 (Não observado).

Fonte: Autor.

Essa situação foi exclusiva do método não presencial, pois em alguns casos houve a obstrução no campo de visão – como veículos estacionados – da base das árvores, impossibilitando a caracterização da raiz. Esse mesmo fator foi observado na variável 'Área livre'.

O trabalho realizado por Brandão *et al.* (2011) no município de São João Evangelista, MG, apresentou resultado semelhante onde apenas 6,67% dos indivíduos apontavam algum tipo de dano a calçada, e 61,18% dos indivíduos não apresentaram problemas radiculares. Segundo Silva, Paiva e Gonçalves (2017), quanto mais nova e menor o porte da árvore, menor será os problemas com o sistema radicular. Quando se compara a condição da raiz com a altura total das árvores é possível notar uma predominância de árvores mais jovens, pois houve uma frequência bem considerável de árvores que costumam causar problemas radiculares como o *Ficus benjamina*.



Figura 11: Exemplo da obstrução da imagem do 'Street View' para análise das variáveis 'área livre' e 'condição da poda' no inventário pelo método não presencial na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, ES.

#### 4.1.5 Avanço da copa sobre a rua e a construção

O comportamento dos gráficos em relação ao avanço da copa sobre a construção e sobre a rua mantiveram o mesmo padrão para os dois métodos (Figura 12 e 13), ou seja, mesmo sendo uma variável de medida ela foi possível ser dimensionada por meio do uso de imagens.

Quanto ao avanço sobre a rua, 31,6% e 27,48% avançaram menos de 1,5 metros, 19,51% e 24,11% avançaram entre 1,5 e 3 metros, 16,14% e 13,46% avançaram mais de 3 metros e 32,74% e 34,95% não avançaram a rua para os métodos presencial e não presencial respectivamente. De modo geral, percebe-se que 64,35% e 62,43%, ou seja, a maioria dos indivíduos amostrados ou não avançaram a rua ou avançaram a menos de 1,5 metros. Situação semelhante foi encontrada por Scaramussa (2013) no município de Vargem Alta, Es, onde 70,04% das árvores inventariadas avançaram menos de 1,5 metros na rua.

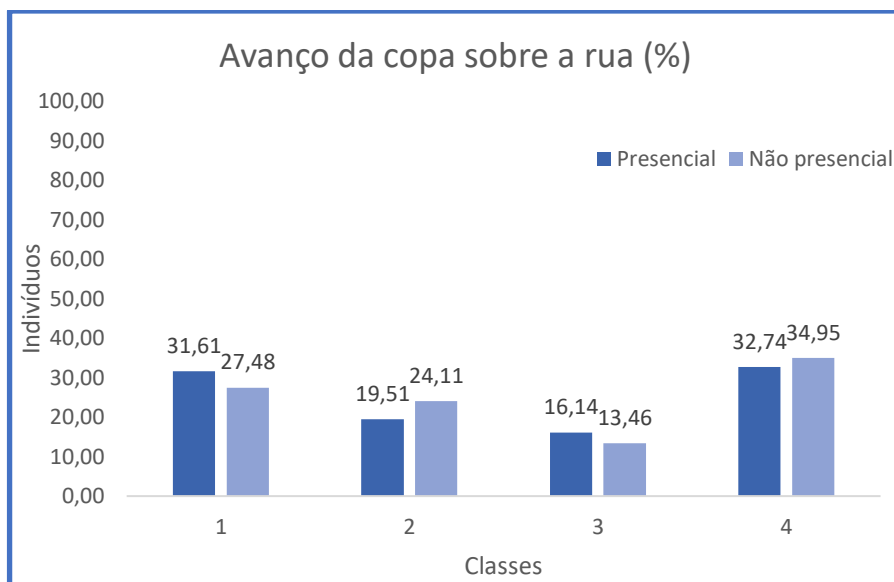


Figura 12: Percentual do avanço da copa sobre a rua. Classes: 1 (< 1,5m); 2 (1,5 – 3 m); 3 (> 3 m); e 4 (não avança).

Fonte: Autor.

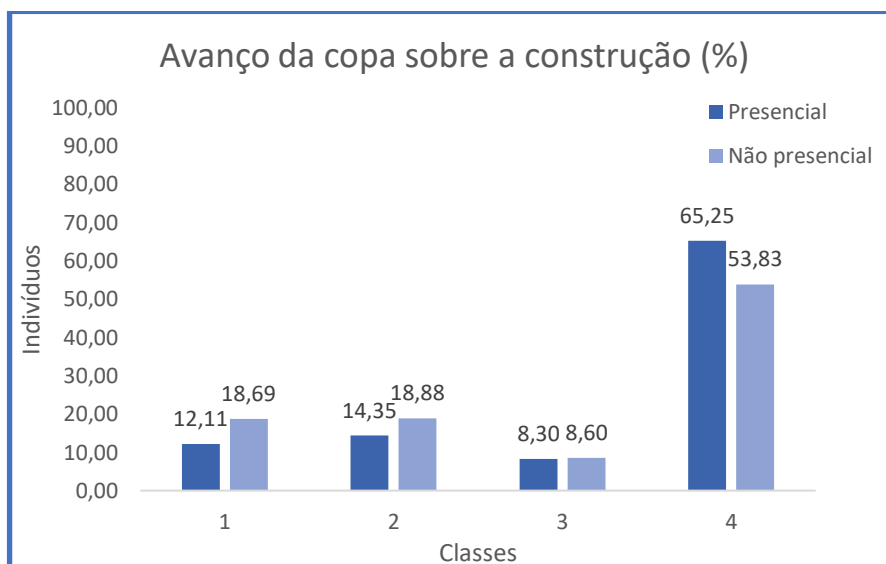


Figura 13: Percentual do avanço da copa sobre a construção. Classes: 1 (< 1,5m); 2 (1,5 – 3 m); 3 (> 3 m); e 4 (não avança).

Fonte: Autor.

Quando ao avanço sobre a construção, 12,11% e 18,69% avançaram menos de 1,5 metros, 14,35% e 18,88% avançaram entre 1,5 e 3 metros, 8,3% e 8,6% avançaram mais de 3 metros e 65,25% e 53,83% não avançaram a construção para os métodos presencial e não presencial respectivamente. De modo geral, percebe-se que 77,36% e 72,52%, ou seja, a maioria dos indivíduos amostrados ou não

avançaram a construção ou avançaram a menos de 1,5 metros. O trabalho de realizado por Scaramussa (2013) e Melo Lira Filho e Rodolfo Júnior (2019) encontraram resultados semelhantes com 69,62% e 73,17% das árvores sem contato com a construção.

O motivo pelo qual a maioria das árvores não estão em contato com a construção ou avançando a rua pode ser atribuído a uma boa condução de poda, boa situação de área livre, largura do passeio com pelo menos 1,5 metros ou até mesmo por um predomínio de árvores de pequeno porte ou jovens (Figuras 14, 15 e 17).

#### 4.1.6 Área livre

Assim como foi para a variável condição da raiz, a análise da área livre se comportou da mesma forma, ou seja, manteve o padrão dos gráficos para os dois métodos e houve a adição da classe 5 (N/O – não observada) para o não presencial devido a obstrução do campo de visão.

Na avaliação foram encontrados 56,5% e 56,45% dos indivíduos com boa área livre para o desenvolvimento do fuste, 21,75% e 30,84% com área regular e 21,75% e 9,91% com área ruim de crescimento para os métodos presencial e não presencial respectivamente (Figura 14). Além disso, 2,8% não foram observadas.

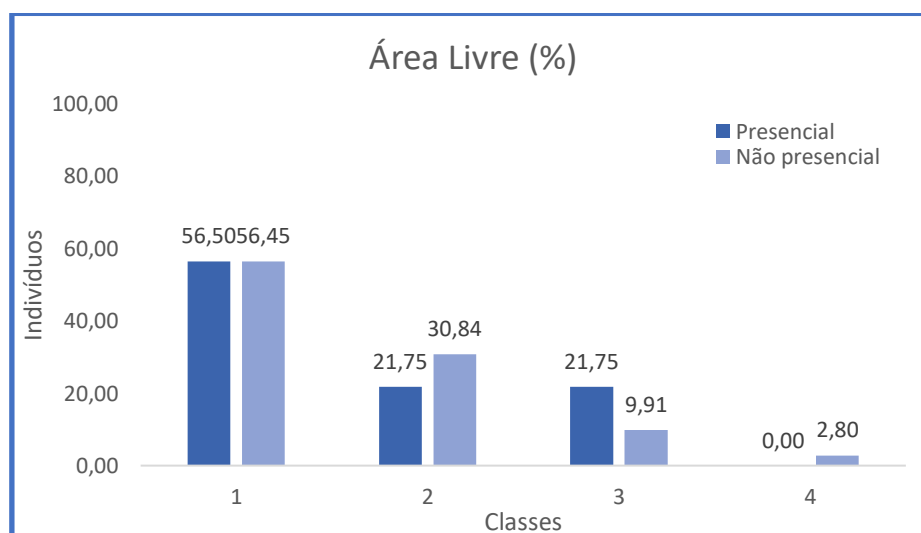


Figura 14: Percentual de área livre. Classes: 1 (Boa); 2 (Regular); 3 (Ruim); e 4 (Não observado).

Fonte: Autor.

Situação semelhante foi encontrada em Venda Nova, ES (SCARAMUSSA, 2013), onde 68,35% das árvores possuíam boa área de crescimento. Entretanto, em



comparação com o trabalho de MAZIOLI (2012) em Cachoeiro de Itapemirim, ES a situação foi um pouco diferente, cerca de 33,63% não possuía espaço alguma para o crescimento enquanto apenas 13,99% estavam inseridos em locais de bom crescimento. O motivo dessa disparidade pode ser atribuído a escolha da amostragem de seu trabalho, visto que, o inventário foi realizado apenas em dois bairros da cidade, sendo eles o Gilberto Machado e Recanto, que são bairros planejados - com ruas pavimentadas e calçadas impermeabilizadas -. E assim como observado na cidade de Venda Nova, ES (SCARAMUSSA, 2013), o motivo das árvores possuírem condição boa de crescimento é devido à falta de pavimentação das calçadas, principalmente nos bairros menos desenvolvidos.

Entretanto, observa-se que 43,5% e 40,75% dos indivíduos se encontraram com situação de área livre regular ou ruim, o que é considerado um problema, pois uma área livre menor que 1 m<sup>2</sup> pode causar problemas referentes ao sistema radicular como quebra de calçada e rua, e conseqüentemente impedir o trânsito de pedestres e veículos (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

#### **4.1.7 Largura do passeio**

Assim como foi observado na qualidade do fuste, houve uma diferença de comportamento com o método não presencial, onde a maioria dos indivíduos se encontraram na classe 2, passeio de até 1,5 m, enquanto no método presencial a classe com maior número de indivíduos foi a de passeio ausente (Figura 15). O motivo pode ser atribuído aquelas espécies que foram suprimidas ou que morreram, e que conseqüentemente não foram inventariadas no método presencial. Como foi citado anteriormente, a rua do bairro independência onde as árvores foram retiradas possuíam passeio, ou seja, alguns desses indivíduos podem ter sido responsáveis por essa diferença.

De acordo com Silva, Paiva e Gonçalves (2017), o espaço mínimo que deve ser deixado para o trânsito de pedestres, para que a árvore não interfira, é de 1,2 metros. Pode-se observar que isso não acontece na maioria dos indivíduos, visto que, 64,12% e 75,61% estão localizados em locais onde o passeio é ausente ou menor que 1,5 metros e apenas 35,87% e 25,48% se encontram em situação recomendada com passeio maior que 1,5 metros para os métodos presencial e não presencial respectivamente.

Situação semelhante também foi encontrada por Mazioli (2012), onde cerca de 40,18% dos indivíduos inventariados se encontravam em locais com passeio menor que 1,5 metros.

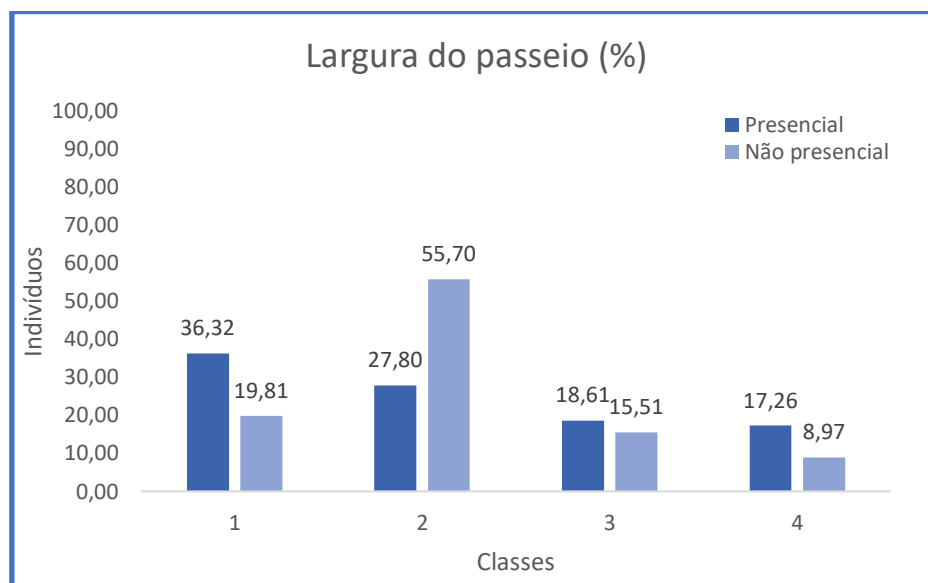


Figura 15: Percentual da largura do passeio. Classes: 1 (Ausente); 2 (< 1,5 m); 3 (1,5 – 3 m); 4 (> 3 m).

Fonte: Autor.

#### 4.1.8 Rede elétrica

De modo geral é possível perceber que o comportamento do gráfico presencial e não presencial seguem o mesmo padrão. Cerca de 64,57% (presencial) e 56,07% (não presencial) dos indivíduos se encontraram em locais onde não tinha rede elétrica, enquanto o restante estava com algum tipo de conflito, ou poderiam eventualmente entrar em contato pois a copa se encontrava abaixo da rede (Figura 16). Este resultado pode até ser considerado positivo, principalmente quando se compara com o de Gonçalves (2017) onde apenas 38% dos indivíduos avaliados estavam localizados em locais sem a presença de rede elétrica, ou o de Almeida e Barbosa (2010), onde 83,64% das árvores estavam plantadas sobre a fiação, e destas 56,1% apresentavam algum tipo de interferência.

O conflito com rede elétrica é extremamente comum na arborização urbana, entretanto é preciso evitar ao máximo que isso ocorra. A principal ferramenta para isso é o manejo de poda (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2017).

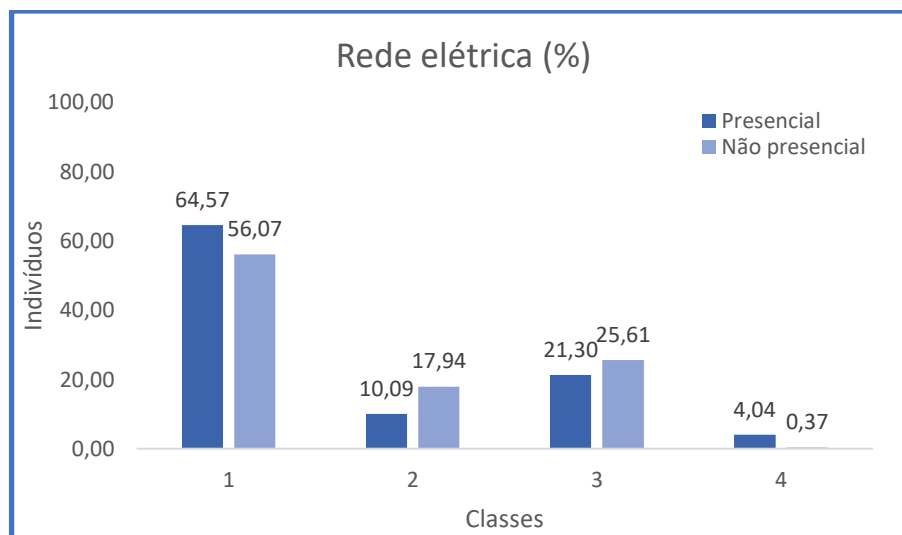


Figura 16: Percentual do conflito com a rede elétrica. Classes: 1 (Ausente); 2 (No meio da copa); 3 (Acima da copa); e 4 (Abaixo da copa).

Fonte: Autor.

#### 4.1.9 Condição da poda

A condição da poda é provavelmente a variável mais afetada pelo tempo de coleta, uma vez que ela pode mudar suas características drasticamente de um dia para o outro. Entretanto, é possível notar que houve uma diferença alarmante entre os dois métodos de coleta.

Foram encontrados 50,67% e 27,48% de indivíduos com poda bem conduzida, 26,23 e 29,72% de indivíduos onde a copa das árvores entravam em conflito com a rede elétrica, 3,14% e 5,79% com poda drástica e 19,96% e 37,01% com poda ausente para os métodos presencial e não presencial respectivamente (Figura 17). Esta variação é normal por ser uma característica que pode sofrer alteração antrópica drástica em pouco tempo, e também por estar atrelado ao plano de manejo da arborização de cada cidade.

A poda é uma das variáveis mais avaliadas em inventários de arborização urbana, por ser uma das ferramentas de manejo mais praticadas devido a sua eficácia em prevenir acidentes envolvendo queda de galhos e problemas com a fiação elétrica (SILVA, PAIVA, GONÇALVES, 2017)

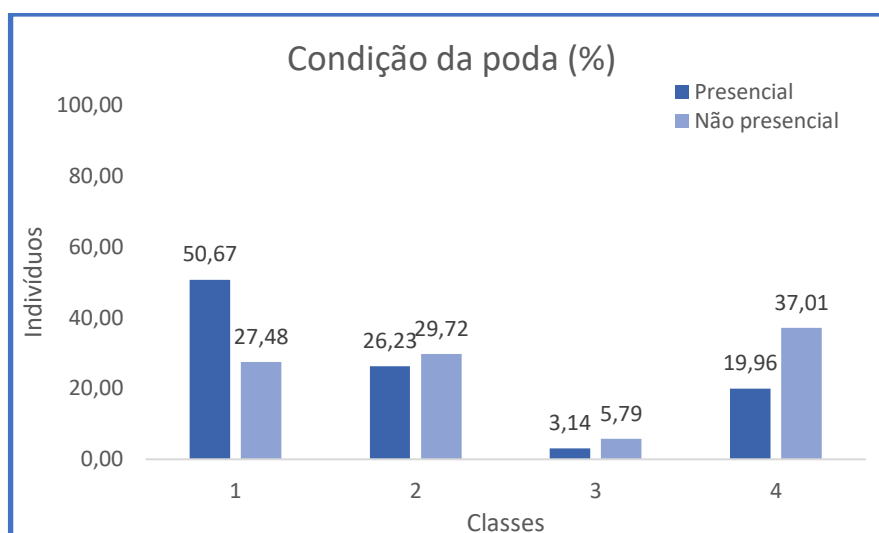


Figura 17: Percentual da condição da poda. Classes: 1 (Bem conduzida); 2 (Regular); 3 (Drástica); e 4 (Ausente).

Fonte: Autor.

#### 4.3 Análise estatística inferencial de comparação entre os dois métodos de inventário.

Foram percorridos 37,6296 km de calçada, ou seja, 18,8148 km de rua e inventariado 446 indivíduos no método presencial e 544 no método não presencial (Tabela 1). Quando aplicado o cálculo de ocupação plena com espaçamento de 6 metros (Apêndice C), os seguintes resultados foram obtidos: para o inventário presencial, o valor de 11,852 árvores a cada quilômetro de calçada, já para o não presencial foi de 14,4567 árvores. Ou seja, 7,024% e 8,657% respectivamente das ruas amostradas são arborizadas, levando a déficit de 92,976% e 91,343%, o que representa arborização viária classificada como muito ruim.

O teste de Shapiro-Wilk mostrou que não houve distribuição normal nos dados de árvore por km de calçada. Dessa forma, para o teste de médias independentes foi o utilizado o Mann-Whitney. O teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa nas médias do método presencial e não presencial ( $U = 2515,2$ ;  $p > 0,05$ ). Ou seja, apesar do número árvores por km de calçada apresentar uma diferença absoluta, esta, por sua vez, não se mostrou estatisticamente significativa. Pode-se inferir que essa metodologia de avaliação pode trazer resultados bem próximos da realidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados quantitativos, número de árvores por km de calçada, obtidos nos dois métodos de avaliação se mostraram estatisticamente iguais, ainda que, observa-se diferenças absolutas nos valores encontrados.

Tanto para o método tradicional de inventário da arborização urbana (i. e., presencial) como para o método por interpretação de imagens satélites (i. e., não presencial) o padrão de comportamento da qualidade da arborização se mostrou similar, ou seja, foi possível chegar a conclusões parecidas mesmo com a influência do tempo de observação para o método não presencial.

Pode-se perceber que entre todas as variáveis aquelas que sofreram mais alterações entre os métodos foram a condição da poda e o número de árvores por km de calçada. Isso pois, essas variáveis podem mudar drasticamente de características devido a uma supressão ou poda de manutenção.

Observou-se que nem todos os locais terão a opção de visualizar a rua pelo “*Street View*”, o que pode influenciar a coleta de dados

Para as variáveis condição da raiz e área livre, observou-se que a análise pelo método não presencial apresentou obstrução da visão o que inviabilizou a sua caracterização, prejudicando a metodologia de avaliação.

Dado o exposto, recomenda-se o uso das ferramentas de imagens apenas para se ter uma prévia geral de como está distribuída e suas características em relação a arborização do município. Ainda que os resultados finais para os dois métodos de inventário quali-quantitativo nesta pesquisa foram estatisticamente similares, o método não presencial não é tão preciso quando os objetivos do inventário são obter resultados atuais e específicos da arborização. Aconselha-se que este programa seja usado como uma ferramenta de auxílio e não como substituição do método tradicional.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Karla Maria Pedra de; SILVA, Gilson Fernandes da; SILVA, Aderbal Gomes da. **Análise fitossociológica da Florestal Nacional de Pacotuba**, Cachoeiro de Itapemirim, ES - Brasil. *Cerne*, Jerônimo Monteiro, v. 19, n. 1, p. 157-168, mar 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cerne/a/xLdLLRtysZ9x68F7cVBXqyh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 nov. 2021.

ALMEIDA, Juscidalva Rodrigues de; BARBOSA, Celso Gonçalves. Diagnóstico da arborização urbana da cidade de Cacoal - RO. *Revsbau*, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 61-81, mar. 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66239>. Acesso em: 11 jul. 2022.

ALVES, Eliseu; SOUZA, Geraldo da Silva e; MARRA, Renner. **Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 a 2010**. *Política Agrícola*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 80-88, 20 maio 2011. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/61>. Acesso em: 12 set. 2021.

BRANDÃO, Ildeane Moreira *et al.* Análise quali-quantitativa da arborização urbana do município de São João Evangelista - MG. *Revsbau*, Piracicaba, v. 6, n. 4, p. 158-174, 15 dez. 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66494>. Acesso em: 07 ago. 2022.

BRASÍLIA. IBGE. **Cachoeiro de Itapemirim**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/cachoeiro-de-itapemirim/panorama>. Acesso em: 17 nov. 2021.

BRASÍLIA. IBGE. **Cachoeiro de Itapemirim**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/cachoeiro-de-itapemirim/panorama>. Acesso em: 12 set. 2021.

BRASÍLIA. IBGE. **Cachoeiro de Itapemirim**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/cachoeiro-de-itapemirim/panorama>. Acesso em: 12 jul. 2022.

BRASÍLIA. IBGE. **População Urbana e Rural. 2022**. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html#:~:text=De%20acordo%20com%20dados%20da,%25%2C%20vive%20em%20%C3%A1reas%20urbanas>. Acesso em: 21 abr. 2022.

CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. PREFEITURA MUNICIPAL DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM. **A cidade: história**. 2014. Disponível em: <https://www.cachoeiro.es.gov.br/a-cidade/historia/>. Acesso em: 17 nov. 2021.

CECCHETTO, Carise Taciane; CHRISTMANN, Samara Simon; OLIVEIRA, Tarcísio Dorn de. Arborização urbana: importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO NO MERCOSUL, 16., 2014, Cruz Alta. **Anais [...]**. Cruz Alta: Unicruz, 2014. p. 1-13. Disponível em:

<https://www2.ufrb.edu.br/petmataatlantica/images/PDFs/ARTIGO---ARBORIZACAO-URBANA-IMPORTANCIA-E-BENEFICIOS-NO-PLANEJAMENTO-AMBIENTAL-DAS-CIDADES-1.PDF>. Acesso em: 06 ago. 2022.

CURITIBA. INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Florestas Urbanas**. 2020. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Florestas-Urbanas-Arborizacao-Urbana>. Acesso em: 23 abr. 2022.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 07 ago. 2018.

FORZZA, RC., org., et al. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil [online]**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. Introdução: as angiospermas do Brasil, p. 78-89. Vol. 1. ISBN 978-85-8874-242-0. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/z3529>. Acesso em: 23 abr. 2022.

GRISE, Mayssa Mascarenhas; BIONDI, Daniela; ARAKI, Hideo. Florestas urbanas na cidade de Curitiba, PR. *Floresta*, [s. l.], v. 46, n. 4, p. 425-438, 24 jun. 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/42212/30142>. Acesso em: 05 ago. 2022.

GONÇALVES, Amanda de Mesquita. **Avaliação da arborização urbana do bairro Santa Luzia, Itacoatiara, Amazonas**. 2017. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estados do Amazonas, Amazonas, 2017. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/868/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20arboriza%C3%A7%C3%A3o%20urbana%20do%20bairro%20Santa%20Luzia%2C%20Itacoatiara%2C%20Amazonas.pdf>. Acesso em: 12 set. 2021.

GUITARRARA, Paloma. **Êxodo rural**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/exodo-rural.htm>. Acesso em 19 de abril de 2022.

HARDER, Isabel Cristina Fialho. **Inventário quali-quantitativo da arborização e infra-estrutura das praças da cidade de vinhedo (SP)**. 2002. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-13022003-145401/pt-br.php>. Acesso em: 07 ago. 2022.

KOCHI, Sérgio; CLEMENTE, Vergilius Maro. **Arborização urbana, rural e paisagismo. Minas Gerais**: Instituto Estadual de Florestas, 2012. 42 p. Disponível em: [http://nossagente.meioambiente.mg.gov.br/images/ief\\_homenageados/vergilius\\_clemente/anexos/ANEXO-16\\_Relatrio-Arborizacao-Urbana.pdf](http://nossagente.meioambiente.mg.gov.br/images/ief_homenageados/vergilius_clemente/anexos/ANEXO-16_Relatrio-Arborizacao-Urbana.pdf). Acesso em: 17 nov. 2021.

INCAPER. **Cachoeiro de Itapemirim**. Espírito Santo: Incaper, 2020. 58 p. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Cachoeiro.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2021.

LIMA NETO, Everaldo Marques de. **Aplicação do sistema de informação geográfica para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR.** 2011. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná., Curitiba, 2011. Disponível em: [http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf\\_ms/2011/d560\\_0749-M.pdf](http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2011/d560_0749-M.pdf). Acesso em: 23 abr. 2022.

LOPES, Gerson Luiz. **Terminalia catappa L. Chapéu-de-praia.** 2012. Disponível em: <https://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/10965-2/>. Acesso em: 30 jun. 2022.

MAZIOLI, Bruno Collodetti. **Inventário e diagnóstico da arborização urbana de dois bairros da cidade de Cachoeiro de Itapemirim, ES.** 2012. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012. Disponível em: [https://florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/field/anexo/tcc\\_bruno\\_collodetti\\_mazioli.pdf](https://florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/field/anexo/tcc_bruno_collodetti_mazioli.pdf). Acesso em: 17 nov. 2021.

MBI. Cachoeiro de Itapemirim: **Índices de bairros e demais núcleos populacionais. Índices de bairros e demais núcleos populacionais.** Disponível em: <https://www.mbi.com.br/mbi/biblioteca/cidade/cachoeiro-de-itapemirim-es-br/>. Acesso em: 24 abr. 2021.

MELO, Rafael Rodolfo de; LIRA FILHO, José Augusto de; RODOLFO JÚNIOR, Francisco. **DIAGNÓSTICO QUALITATIVO E QUANTITATIVO DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO BAIRRO BIVAR OLINTO, PATOS, PARAÍBA. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 64, 30 abr. 2019. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v2i1.66241>

MENEGHETTI, Gabriela Ignarra Pedreira. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos, SP.** 2003. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrônoma, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-27112003-100603/pt-br.php#:~:text=Os%20dois%20m%C3%A9todos%20de%20amostragem,por%20bairros%20foi%20muito%20pequeno>. Acesso em: 17 nov. 2021.

MORAES, Michelly. **Arborização Urbana: você sabe a importância de um projeto?** 2022. Disponível em: <https://agropos.com.br/arborizacao-urbana/#:~:text=Arboriza%C3%A7%C3%A3o%20urbana%20%C3%A9%20a%20atividade,de%20%C3%A1rvore%20no%20meio%20urbano>. Acesso em: 20 abr. 2022.

RACHID, Carolina. **Estudo da eficiência de dois métodos de amostragem de árvores de rua na cidade de São Carlos - SP.** 1999. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-20191218-122859/publico/RachidCarolina.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

ROCHA, Rodrigo Tavares da; LELES, Paulo Sérgio dos Santos; OLIVEIRA NETO, Sílvio Nolasco de. **Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: bairros rancho novo e centro. Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 599-607, 14 mar. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/dxQwcF354nQDx964Wb7gFkb/abstract/?lang=pt#:~:tex>



t=O%20Bairro%20Rancho%20Novo%20apresentou,Novo%20e%20amendoeira%20no%20Centro.. Acesso em: 24 jun. 2022.

SCARAMUSSA, Larissa Marin. **Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana e percepção dos moradores da cidade de Vargem Alta - ES**. 2013. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013. Disponível em: <https://florestaemadeira.ufes.br/monografias-apresentadas-no-ano-letivo-2013>. Acesso em: 17 nov. 2021.

SEGAWA, H. **Ao amor do público: jardins no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 1996. 240p. Disponível em: [http://antigo.casaruibarbosa.gov.br/glaziou/pdf/Hugo\\_Segawa\\_Ao-Amor-do-Publico-Jardins-no-Brasil.pdf](http://antigo.casaruibarbosa.gov.br/glaziou/pdf/Hugo_Segawa_Ao-Amor-do-Publico-Jardins-no-Brasil.pdf). Acesso em: 20 abr. 2022.

SILVA, Aderbal Gomes da; PAIVA, Haroldo Nogueira de; GONÇALVES, Wantuelfer. **Avaliando a arborização urbana**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2017. 296 p.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. Disponível em: <http://www.mensuracaoflorestal.com.br/capitulo-1-inventario-florestal>. Acesso em: 23 abr. 2022.

SOUZA, Laís Gonçalves Pires de. **Inventário Florestal em áreas urbanas com o uso de aeronaves remotamente pilotadas (ARP)**. 2021. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2021. Disponível em: <https://florestaemadeira.ufes.br/monografias-apresentadas-no-ano-letivo-2020>. Acesso em: 24 jun. 2022.

## APÊNDICES

### Apêndice A – Ficha de inventário.

Dados quali-quantitativa da arborização											
Espécie	Característica da espécie			Sistema rad.	Condição do meio					Necessidade de manejo	
	Altura total	Altura da 1ª bifurcação	Fuste	Condição da raiz	Avanço da copa s/a rua	Avanço da copa s/a construção	Área livre	Passeio	Rede	Fitossanidade	Poda
	Altura	Altura da primeira bifurcação	Qualidade do fuste	Condição da raiz	Avanço da copa s/a rua	Avanço da copa s/a construção	Área livre	Largura do passeio	Rede	Fitossanidade	Condição da poda
	1: < 6	1: < 2	1: Cilíndrico	1: Boa	1: <1,5 m	1: <1,5 m	1: Boa	1: Ausente	1: Ausente	1: Boa	1: Bem conduzida
	2: 6-10	2: > 2	2: Ramificado	2: Regular	2: 1,5-3 m	2: 1,5-3 m	2: Regular	2: <1,5 m	2: No meio da copa	2: Regular	2: Regular
	3: 10-15	-	3: Levemente tortuoso	3: Ruim	3: > 3 m	3: > 3 m	3: Ruim	3: 1,5-3 m	3: Acima da copa	3: Ruim	3: Drástica
	4: >15	-	4: Tortuoso	-	4: 0 m	4: 0 m	-	4: > 3 m	4: Abaixo da copa	-	4: Ausente

## Apêndice B – Listagem dos logradouros amostrados.

Localidade	Logradouro	CEP	Data da Imagem (mês/ano) <sup>1</sup>	Coordenadas Geográficas (UTM) <sup>2</sup>	
				Longitude	Latitude
	Rua Vila Batista	29314-120	03/2012	273307.44	7695240.68
	Rua Joana Payer	29314-106	11/2013	273636.94	7694845.28
Aeroporto	Rua Cezira D'Agustinho	29314-075	-	273764.54	7694835.96
	Rua Álvaro Crisóstomo de Vargas	29314-065	3/2012	272894.98	7694754.31
	Rua Cypriano Leal Sobrinho	29314-001	3/2012	273152.66	7694806.44
	Rua Nildo Ultramar	29303-750	6/2012	280315.08	7691329.52
	Rua Deca Correia	29303-700	6/2012	280262.90	7691304
Nossa senhora da Glória	Avenida Newton Braga	29303-890	6/2012	281222.66	7691115.37
	Rua Georgeta Mariana Gerhard Marchon	29303-730	6/2012	280874.67	7691073.23
	Rua Desembargador Joel Rogério Wanderley	29317-095	3/2012	277014.75	7693331.45
	Rua Luíza Barbut	29317-055	3/2012	277125.98	7693051.26
Parque Laranjeiras	Rua Samuel Pereira	29317-031	3/2012	277035.74	7693105.93
	Rua Nirta Brugnara Giacomelle	29317-065	3/2012	277046.84	7693132.55
	Avenida Jones dos Santos Neves	29317-032	7/2021	277591.22	7693321.41
	Rua Manoel Braga Machado	29308-065	10/2017	280075.25	7693714.
	Rua Brahim Depes	29308-018	10/2017	279851.97	7693540.43
Ferrovíários	Rua Anacleto Ramos	29308-022/29308-055	10/2017	279862.78	7693527.14
	Rua Manoel Fonseca	29308-010	10/2017	280061.44	7693453.58
	Rua João Monteiro	29308-011	10/2017	280089.36	7693519.73
	Rua do Pavão	29308-702	3/2012	279729.02	7695111.32
	Rua dos Tucanos	29308-730	3/2012	279727.13	7695111.35
Fé e Raça	Rua dos Pelicanos	29308-742	6/2012	279452.02	7694866.76
	Rua dos Pardais	29308-756	3/2012	279678.10	7695108.15
	Rua do Falcão	29308-736	3/2012	279408.31	7694966.71
Monte Cristo	Rua Emília Silva	29312-053	3/2012	275765.77	7693123.73

	Rua Chrispiniano Veiga dos Santos	29312-125	9/2012	275984.80	7693153.22
	Rua Raul Luiz de Souza	29312-095	10/2012	275927.72	7693273.75
	Rua Antônio Cardoso Coelho	29312-107/29312-102/29312-071/29312-072	10/2012	276032.69	7692500.70
	Rua Marcondes de Souza	29312-048	3/2012	275867.93	7693232.36
	Rua José Ramos de Araújo	29307-373	6/2012	281156.84	7693040.25
	Rua Maximínio da Silva	29307-370	6/2012	281264.15	7692888.38
Alto Independência	Rua Auzília Greque Lunz	29307-371	6/2012	281084.21	7693230.74
	Rua Gotardo Carlos de Souza	29307-343	6/2012	281100.60	7693002.56
	Rua Jamília da Silva Ventura	29307-372	6/2012	281081.75	7693063.14
	Rua Doutor Hugo Zago Filho	29300-460	10/2017	279139.95	7693466.73
	Rua Andiroba	29300-620	10/2017	278453.87	7693445.62
Santo Antônio	Rua Paraíba	29300-680	10/2017	278577.52	7693208.34
	Rua Carlos Rebelo Silva	29300-600	6/2012	278460.20	7693335.27
	Rua Sergipe	29300-490	6/2012	279049.72	7693358.73
	Avenida Newton Braga	29305-492	6/2012	281882.85	7692285.96
	Rua José Francisco dos Santos	29305-521	6/2012	281725.81	7692137.31
Arariguaba	Rua Amélia Cordeiro	29305-510	6/2012	281865.62	7692298.73
	Travessa Francisco Alves Lopes	29305-481	3/2012	281853.37	7692271.38
	Rua Jacimar Gonçalves Coelho	29305-495	6/2012	281834.77	7692014.41
	Rua Apóstolo Pedro	29315-798	3/2012	272880.94	7694368.42
	Rua José Francisco Prates	29315-773	3/2012	272679.84	7694300.61
Rui Pinto Bandeira	Rua Ruy Pinto Bandeira	29090-130	11/2013	272765.66	7693909.39
	Rua Apóstolo Bartolomeu	29315-799	3/2012	272870.13	7694421.40
	Rua Manoel Ramos Brandão	29315-782	3/2012	272567.03	7694003.91

Independência

	Rua Rodolfo Fiorio	29306-331	10/2017	280764.28	7693203.56
	Rua Lívia de Oliveira Depes	29306-322	6/2012	281110.39	7692423.41
	Rua Jadyr Costa	29306-561	6/2012	281222.87	7692483.57
	Rua Rosa Barbosa Dias	29306-530	10/2017	280992.72	7693240.08
	Ladeira Madre Gertrudes	29306-307	10/2017	280451.11	7693169.87
	Rua Herculano Santana	29314-675	-	278878.88	7690307.73
	Rua Odílio Rizzo	29314-710	-	279012.60	7690207.21
São Geraldo	Rua Feliciano Marinato	29314-660	-	279095.63	7690159.67
	Rua Remídio Robbi	29314-720	-	279124.96	7690211.90
	Rua Francisco Pim	29314-700	-	278945.58	7690334.47
	Rua Horácio Leandro de Souza	29302-874/29302-875/29302-876/29302-877	1/2012	278974.18	7692670.11
Basiléia	Avenida Alípio Gomes de Moraes	29302-811	1/2012	279153.55	7693007.03
	Rua Alberto Sebastião dos Passos	29302-808	6/2012	279029.07	7693151.71
	Rua Vergílio Rosa Vieira	29302-844	6/2012	278961.95	7693017.40
	Rua Vera Margarida Cruz Lucas	29302-843	6/2012	278980.20	7692964.64
	Rua Ricardo Ronqueti	29304-034	11/2013	279625.67	7691574.78
	Rua Pedro Américo	29304-100	11/2013	279359.95	7691738.26
Paraíso	Rua Merentino Pereira Gomes	29304-230	1/2012	279209.13	7691253.78
	Rua Alcina Carneiro Martins	29304-200	1/2012	279144.63	7691579.32
	Avenida Doutor Aristides Campos	29304-190	7/2021	279099.44	7692246.01
	Rua Sabino Joaquim Coelho	29309-702	6/2012	278336.11	7695905.16
	Rua Jesus de Nazaré	29309-704	3/2012	278315.79	7695873.98
Valão	Rua José de Moreira da Silva	29309-710	3/2012	278406.57	7695748.81
	Rua Eurico Monteiro de Castro	29309-709	6/2012	278333.88	7695632.50
	Rua Ranid de Oliveira Alves	29309-791	6/2012	278291.43	7695711.59

<sup>1</sup> Nas ruas que possuíam imagem de dois momentos diferentes, assumiu-se aquela data que cobria maior distância.

<sup>2</sup> As coordenadas foram retiradas de onde deu início da coleta.

### Apêndice C – Cálculo do percentual de ocupação da arborização.

Considerando espaçamento de 6 metros, ou seja, uma rua completamente arborizada teria 167 árvores.

$$\text{Ocupação plena} = 1000/6$$

$$= 167 \text{ árvores}$$

Presencial

$$Z_p = 446 \text{ árvores amostradas} / 37,6296 \text{ km percorridos de calçada}$$

$$\mathbf{Z_p = 11,8524 \text{ árvores/km}}$$

$$167 \text{ ----- } 100$$

$$11,8524 \text{ ----- } X$$

$$\mathbf{X = 7,024\% \text{ da cidade arborizada.}}$$

Não presencial

$$Z_p = 544 \text{ árvores amostradas} / 37,6296 \text{ km percorridos de calçada}$$

$$\mathbf{Z_p = 14,4567 \text{ árvores/km}}$$

$$167 \text{ ----- } 100$$

$$14,4567 \text{ ----- } X$$

$$\mathbf{X = 8,657\% \text{ da cidade arborizada.}}$$