

ADERBAL GOMES DA SILVA

**INVENTÁRIO DE ARBORIZAÇÃO URBANA VIÁRIA: MÉTODOS DE  
AMOSTRAGEM, TAMANHO E FORMA DE PARCELAS.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2003

ADERBAL GOMES DA SILVA

**INVENTÁRIO DE ARBORIZAÇÃO URBANA VIÁRIA: MÉTODOS DE  
AMOSTRAGEM, TAMANHO E FORMA DE PARCELAS.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 29 de agosto de 2003.

---

Prof. Hélio Garcia Leite  
(Conselheiro)

---

Prof. Sebastião Venâncio Martins  
(Conselheiro)

---

Prof. Flávio Lopes Rodrigues

---

Dr. Edinilson dos Santos

---

Prof. Wantuelfer Gonçalves  
(Orientador)

Aos meus pais exemplos de vida, por terem me concedido a oportunidade de ser um estudante, pelo incentivo e apoio incondicional.

Aos meus irmãos, pela amizade, otimismo e incentivo.

## **AGRADECIMENTO**

À Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade da realização deste aprimoramento científico.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Ao professor Wantuelfer Gonçalves, pelos ensinamentos, pela atenção, interesse, confiança, amizade e orientação segura.

Ao professor Hélio Garcia Leite pelo aconselhamento, disponibilidade e pelas valiosas sugestões, principalmente nos conceitos estatísticos.

Ao professor Sebastião Venâncio Martins pelo aconselhamento, disponibilidade e valiosas sugestões.

Ao engenheiro Edinilson dos Santos por ter facilitado o meu contato com Prefeitura de Belo Horizonte, através da Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento Urbano (SMMAS) e da Secretaria de Coordenação Municipal de Gestão Regional (SCOMGER-L). Também por sua disponibilidade, pela grande ajuda na identificação das espécies arbóreas e pelo companheirismo e amizade.

A SCOMGER-L na pessoa da Secretária Regional Dalva Stela, do Gerente Regional José Carlos Lana Peixoto e do Gerente de Parques e Jardins Marcos William Machado, pela oportunidade de realização deste trabalho.

A todos os funcionários e colegas do Setor de Parques e Jardins da Região Administrativa Leste de Belo Horizonte.

Ao estagiário Robert Matioli, pela grande ajuda na coleta dos dados.

Aos engenheiros Agnus Rocha Bitencourt e Cássio Soares Martins da SMMAS pelo companheirismo, amizade e pela disponibilização de dados importantes para a realização deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal, que contribuíram diretamente para a minha formação e aprimoramento nos caminhos da Engenharia Florestal, ao longo de todos esses anos de boa convivência.

À Sra. Rita de Cássia Silva Alves, funcionária do Departamento de Engenharia Florestal, pela amizade e atenção dispensada à minha pessoa, nos assuntos relacionados ao Curso de Pós-graduação.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, pela disponibilidade.

Ao meu irmão e amigo Aderlan Gomes da Silva, pelo companheirismo e amizade.

A Marina Vilela pela cumplicidade.

Aos amigos de república, pela amizade, companheirismo e convivência sadia ao longo dos anos.

A todos os colegas do basquete, pela convivência sadia e amizade, as quais vão além das quadras.

Aos colegas do futebol pelo companheirismo, bom humor e amizade.

A todos os colegas do Curso de Ciência Florestal, pela boa convivência e amizade.

À minha família, sem a qual a vida não teria sentido, pelo apoio incondicional.

A Deus, por ter iluminado o meu caminho, guiando meus passos, sempre.

Enfim, à todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

ADERBAL GOMES DA SILVA, filho de José Gomes da Silva e Eremita Ramos da Silva. Brasileiro, nasceu em 22 de março de 1969, no município de Cordisburgo, Minas Gerais, mudando-se para Sete Lagoas em 1973.

Cursou o Primeiro Grau na Escola Estadual “José Evangelista França” e o Segundo Grau na Escola Estadual “Maurilo de Jesus Peixoto”, onde concluiu em dezembro de 1987 o curso Técnico em Contabilidade; ambas as escolas estão situadas na cidade de Sete Lagoas, Minas Gerais.

Trabalhou como laboratorista na Itasider - Usina Siderúrgica Itaminas S/A, no período de maio de 1985 a março de 1992, época em que deixou a respectiva empresa para ingressar no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, graduando-se em fevereiro de 1997.

No primeiro semestre de 1997, iniciou o Curso de Pós-graduação em Ciência Florestal, em nível de mestrado, na UFV, concluindo-o em agosto de 1999. Neste mesmo mês iniciou o doutorado em Ciência Florestal concluindo-o em agosto de 2003.

Em maio de 2002 prestou concurso público para o cargo de Engenheiro Florestal da Prefeitura Municipal de Sete Lagoas e foi classificado em primeiro lugar.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS GERAIS.....	3
2.1. Objetivos específicos.....	3
<b>CAPÍTULO 1 “Comparação de três métodos de obtenção de dados para avaliação quali-quantitativa da arborização urbana viária, em Belo Horizonte-MG” .....</b>	<b>5</b>
RESUMO.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1. Arborização da cidade de Belo Horizonte.....	8
2.2. Inventário da arborização de vias públicas.....	9
2.2.1. Abrangência do inventário.....	11
2.2.2. Definição das informações a serem coletadas.....	12
2.2.3. Forma de levantamento dos dados e composição da equipe.....	12
2.3. Sistemas de informação computadorizados.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Área de estudo.....	16

3.2. Inventário quali-quantitativo.....	17
3.3. Análise dos dados.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1. Composição da área amostrada.....	21
4.2. Avaliação da precisão dos métodos.....	22
4.2.1. Comparação entre o Método III e o Método I.....	22
4.2.2. Comparação entre o Método III e o Método II.....	25
4.2.3. Considerações sobre o Método I e o Método II.....	27
4.3. Avaliação do tempo gasto na mensuração.....	28
4.4. Avaliação dos recursos gastos.....	30
5. CONCLUSÕES.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
<b>CAPÍTULO 2 “Tamanho e forma de unidades de amostra, utilizando a amostragem casual simples para inventariar a arborização urbana viária da Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG”.....</b>	<b>37</b>
RESUMO.....	38
1.INTRODUÇÃO.....	40
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	42
2.1. Terminologia e conceitos utilizados na amostragem.....	42
2.2. Erros em inventário florestal.....	43
2.3. “Bias”, precisão e exatidão.....	44
2.4. Influência do tamanho e da forma das unidades de amostra....	44
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	46
3.1. Descrição da área de estudo.....	46
3.2. Inventário quali-quantitativo total.....	47
3.3. Inventário quali-quantitativo total por amostragem.....	47
3.4. Cálculo do tamanho da amostra (n) e do erro de amostragem (E%).....	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.1. Composição da arborização obtida por meio do inventário quali-quantitativo total.....	51
4.2. Inventário quali-quantitativo por amostragem.....	53

4.2.1. Análise do coeficiente de variação em relação ao tamanho da parcela.....	56
4.2.2. Análise do coeficiente de variação em relação ao número de parcelas amostradas.....	57
4.2.3. Erro de amostragem.....	61
4.2.4. Intervalo de confiança para a média.....	62
4.2.5. Representatividade da amostragem em relação a variável espécie.....	63
4.2.5. Porcentagem da população presente na amostra.....	68
5. CONCLUSÕES.....	70
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
<b>CAPÍTULO 3 “Inventário da arborização urbana viária da Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG, comparando a amostragem casual simples com a amostragem sistemática”.....</b>	<b>75</b>
RESUMO.....	76
1. INTRODUÇÃO.....	77
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	79
2.1. Inventário total ou censo.....	79
2.2. Inventário por amostragem.....	80
2.2.1. Inventário por amostragem casual simples.....	81
2.2.2. Amostragem sistemática.....	83
2.2.2.1. Amostragem sistemática em estágio único e em dois estágios.....	86
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	87
3.1. Descrição da área de estudo.....	87
3.2. Inventário quali-quantitativo total.....	88
3.3. Inventário quali-quantitativo por amostragem.....	88
3.3.1. Seleção das unidades de amostra.....	89
3.4. Cálculo da estimativa aproximada da variância da média.....	90
3.5. Cálculo do erro padrão e do erro de amostragem.....	91
3.6. Teste t de Student.....	91
3.7. Cálculo da eficiência relativa.....	94

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	95
4.1. Teste t para dados independentes.....	96
4.2. Análise da eficiência relativa (ER).....	97
4.3. Análise da eficiência dos procedimentos de amostragem com base na frequência das espécies inventariadas.....	98
5. CONCLUSÕES.....	101
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
APÊNDICES.....	105

## RESUMO

SILVA, Aderbal Gomes da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2003. **Inventário de arborização urbana viária: métodos de amostragem, tamanho e forma de parcelas.** Orientador: Wantuelfer Gonçalves. Conselheiros: Hélio Garcia Leite e Sebastião Venâncio Martins.

O presente trabalho foi desenvolvido na Região Administrativa Leste da cidade de Belo Horizonte-MG e seu objetivo geral foi comparar tipos de inventário, testar tamanhos e formas de unidades de amostra e comparar métodos de amostragem. A primeira parte objetivou comparar três métodos de obtenção de dados para avaliar a qualidade da arborização de ruas, que foram denominados de Método I, Método II e Método III. Foram avaliados a eficiência dos métodos, o tempo gasto e os recursos necessários para a sua execução. A execução do Método I foi 2,4 vezes mais rápida que a do Método III e 1,6 vezes mais rápida que a do Método II. Os custos de realização do Método III foram 5,4 vezes mais elevados que os custos de realização do Método I e 2,6 vezes maiores que aqueles do Método II. Já para a realização do Método II, gastou-se o dobro do recurso em relação ao Método I. Posteriormente, foi feita uma avaliação comparativa da eficiência do tamanho e da forma de unidades de amostra, utilizadas em inventário de arborização urbana viária em Belo Horizonte-MG. O estudo foi conduzido avaliando-se os indivíduos arbóreos existentes nos passeios públicos dos bairros Colégio Batista, Floresta, Horto, Sagrada Família e Santa Tereza. Nesta área, foi realizado um inventário quali-quantitativo total, que serviu de base para o estudo comparativo do tamanho e da forma das parcelas. Foram testados seis

tipos de parcelas (200x200 m, 100x400 m, 300x300 m, 150x600 m, 400x400 m e 200x800 m), distribuídas sobre a área de estudo e realizada a amostragem. Para o cálculo da variância e do número de unidades de amostra necessárias, utilizou-se como variável principal o número de árvores por quilômetro de calçada. O inventário identificou aproximadamente 7200 árvores nos cinco bairros contemplados. As parcelas de menor tamanho (4 ha) foram as que apresentaram os maiores erros padrões da média, que são o parâmetro mais importante na determinação do grau de precisão estatística e indicativo de maior ou menor eficiência. As parcelas de maior tamanho (16 ha) apresentaram bons resultados em termos de precisão, mas também apresentaram uma necessidade maior intensidade amostral. Dentre todos os tipos de parcelas avaliadas, aquelas da forma quadrada e tamanho de 300x300 m foram as que apresentaram o menor erro padrão da média, menor erro de amostragem, menor coeficiente de variação e o menor desvio da média para um dado intervalo de confiança, demonstrando ter sido o melhor tipo de unidade de amostra. Os resultados alcançados neste trabalho e em outros semelhantes levantados na literatura especializada fazem supor que as parcelas com tamanho próximo de 10 ha, tanto quadradas como retangulares, são as melhores para avaliações da arborização de ruas. Por último, procedeu-se a uma comparação entre os procedimentos aleatório e sistemático de amostragem. Um mapa da região em escala 1:10.000, quadriculado em unidades de amostra de 300x300m, foi utilizado para a amostragem aleatória e também para a sistemática. Realizadas as amostragens, foram obtidas as estimativas dos parâmetros para ambos os métodos, que foram comparadas entre si. O teste t para dados independentes confirmou a existência de diferença significativa entre os métodos. Para apontar qual o mais eficiente, usou-se o conceito de eficiência relativa, que foi calculada com base no erro padrão e no tempo de medição das parcelas. Os tempos de deslocamentos entre as parcelas foram considerados iguais. Efetuados os cálculos, obteve-se uma eficiência relativa de 34,17% da amostragem sistemática em relação à casual, mostrando ser esta última, de maior eficiência relativa. Embora o procedimento de amostragem aleatório tenha apresentado uma eficiência relativa maior, o processo sistemático também pode ser utilizado com bons resultados.

## ABSTRACT

SILVA, Aderbal Gomes da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, August 2003. **Inventory of urban road arborization: Sampling size and methods and plot design.** Advisor: Wantuelfer Gonçalves. Committee members: Hélio Garcia Leite and Sebastião Venâncio Martins.

This study was done in the eastern administrative region of Belo Horizonte-MG to compare the inventory types and sampling methods, and testing the size and design of sample unit. Three methods denominated as method I, method II, and the method III, were used to evaluate the quality of street arborization. Efficiency of the methods was evaluated by determining the time and resources required for execution. The method I was 2.4 and 1.6 times more rapid than method III and the method II, respectively. The execution cost of the method III was 5.4 and 2.6 times higher than the method I and II, respectively, while that of method II was twice of the method I. The efficiency evaluation of the sample size and design normally used for inventory arborization of roads of Belo Horizonte was compared by evaluating the individual trees on the streets of the zones called Colégio Batista, Floresta, Horto, Sagrada Família and Santa Tereza, through a quali-quantitative inventory, which served as the base for the comparing plot size and design. Plots of 200x200 m, 100x400 m, 300x300 m, 150x600 m, 400x400 m and 200x800 m, distributed over the study area were sampled. The number of trees per street-km was the main variable to calculate the variance and the minimum sample units. In all the five zones about 7200 trees were identified. The smallest plots (4 ha) showed maximum standard errors of the means,

which are important parameters to determine the degree of statistical precision and are indicative of higher or lower efficiency. The plots of bigger size (16 ha) showed good results in terms of precision and also showed the necessity of greater sampling intensity. The square plots of 300x300 m showed least standard error of means, least sampling error, least coefficient of variation, and least deviation from the mean at a given confidence interval, thus appeared to be the best sampling units. The results from this and the other studies suggest that the squares or rectangular plots of about 10 ha. are best suited to evaluate street arborization. To compare random and systematic sampling procedure, the region map (1:10.000) was quadrated into 300x300m, sample units and the sampling was done either randomly and systematically. The t test for the independent data confirmed a significant difference between methods. Relative efficiency concept was used to determine the most efficient method, and calculated on the bases of standard error and time spent on plot measurement excluding the time spent on moving between the plots. The systemic sampling showed relative efficiency of 34.17% in relation to the random sampling, showing that the latter was of higher relative efficiency. Although the random sampling showed greater relative efficiency, the systemic process also can be used to obtain good results.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

As cidades, de uma forma geral, crescem verticalmente e se expandem horizontalmente numa grande velocidade. Assim, o ambiente urbano é bastante alterado devido à sua natureza edificada. Mesmo neste ambiente, a população busca constantemente uma melhor qualidade de vida e, neste aspecto, a vegetação urbana pode prestar uma grande contribuição, principalmente através de seu componente arbóreo.

A popularidade da arborização aumentou com o rápido crescimento urbano. À medida que as cidades se tornaram mais densas e foram separadas de sua área rural pelos subúrbios, as árvores se tornaram cada vez mais importantes para os cidadãos (SPIRN, 1995). Existem muitas cidades bastante arborizadas, mas as arborizadas corretamente são poucas. Mesmo aquelas que tiveram a sua arborização planejada não estão livres de problemas, que podem ser corrigidos periodicamente quando se tem um trabalho de monitoramento constante.

Para que seja possível maximizar os benefícios da arborização, torna-se necessário conhecer o patrimônio arbóreo da cidade. Isto pode ser obtido por meio de um inventário, que fornecerá as informações necessárias para a realização do diagnóstico da arborização existente. Tal diagnóstico servirá de base para o planejamento ou replanejamento da arborização, bem como para definir as práticas de manejo e monitoramento mais adequadas.

O inventário representa o meio mais seguro de obtenção de informações precisas sobre o patrimônio arbóreo, daí a sua importância.

De forma genérica, pode-se dizer que o inventário florestal é uma atividade que visa obter informações qualitativas e quantitativas dos recursos florestais existentes em uma determinada área (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Quanto à intensidade, os inventários podem ser completos (totais) ou amostrais. A escolha do tipo a ser utilizado deve ser feita com base no objetivo almejado, sempre considerando o seu custo final no processo. Não se trata de uma escolha simples e envolve a disponibilidade de pessoal qualificado, de recursos, bem como ponderações em relação ao tempo de execução, dentre outros fatores.

Outro problema enfrentado por aqueles que se propõem a realizar um inventário, é a carência de publicações científicas específicas, principalmente comparando os custos e a precisão dos inventários.

Na intenção de reduzir custos, geralmente, se faz a opção pelo inventário realizado por amostragem, onde podem ser empregados diferentes métodos.

Em um inventário por amostragem, o método utilizado tem influência direta na precisão e na qualidade do inventário, pois se a amostragem não for adequada, a qualidade do inventário será comprometida. A princípio não existe um método de amostragem que possa ser considerado melhor para se inventariar a arborização urbana. A distribuição das amostras geralmente é feita de forma aleatória, mas não se pode dizer que seja o melhor método sem se fazer um estudo comparativo com outros métodos.

Além do modo de distribuição das parcelas, outra questão que tem sido discutida, mas sem se chegar a um consenso, é quanto ao tamanho e forma das unidades de amostra. As formas quadradas e retangulares são preferidas em relação às lineares, mas não se sabe quais são as melhores, considerando-se aspectos como precisão e custo final.

Para tentar responder a questionamentos como estes foi conduzido um estudo, sob as seguintes hipóteses:

- 1) A estimacão de parte dos parâmetros reduz os custos do levantamento e mantém a eficiência dentro de padrões aceitáveis;
- 2) Na amostragem aleatória, o tamanho e a forma das unidades de amostra influenciam na precisão do inventário da arborização;
- 3) A amostragem aleatória e a sistemática podem apresentar diferenças quanto à sua eficiência em representar a população arbórea viária.

## **2. OBJETIVOS GERAIS**

- Avaliar a precisão e o tempo médio gasto na execução de três métodos de obtenção de dados para avaliação quali-quantitativa da arborização urbana viária;

- Avaliar a precisão do tamanho e da forma de unidades de amostra utilizadas em inventários de arborização urbana viária, buscando estabelecer um padrão adequado para a Região Administrativa Leste da cidade de Belo Horizonte-MG;

- Avaliar a eficiência relativa dos métodos de amostragem casual simples e sistemático, para a realização de inventários quali-quantitativos da arborização viária urbana.

### **2.1. Objetivos específicos**

- Realizar um inventário quali-quantitativo por amostragem casual nos bairros Horto e Sagrada Família, utilizando os Métodos I, II e III;

- Comparar a precisão dos três métodos utilizados, bem como verificar o tempo gasto na execução de cada um e estabelecer relações de custo;

- Realizar um inventário quali-quantitativo total da arborização urbana viária dos bairros Colégio Batista, Floresta, Horto, Sagrada Família e Santa Tereza, localizados na Região Administrativa Leste da cidade de Belo Horizonte-MG;

- Determinar a melhor forma e tamanho de unidade de amostra para avaliar a arborização urbana viária da Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG, utilizando a amostragem casual simples;

- Determinar, com base na eficiência relativa, qual o melhor método de amostragem para a arborização urbana viária da Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

## **CAPITULO 1**

**COMPARAÇÃO DE TRÊS MÉTODOS DE OBTENÇÃO DE DADOS PARA AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DA ARBORIZAÇÃO URBANA VIÁRIA, EM BELO HORIZONTE-MG.**

## RESUMO

Este capítulo teve como objetivo comparar três métodos de obtenção de dados para se avaliar a qualidade da arborização de ruas. As três formas de obtenção de dados foram denominadas de Método I, Método II e Método III. O trabalho foi desenvolvido na cidade de Belo Horizonte-MG, abrangendo os bairros Horto e Sagrada Família. Foram avaliados a precisão dos métodos, o tempo gasto e os recursos necessários para a sua execução. A execução do Método I foi 2,4 vezes mais rápida que a do Método III e 1,6 vezes mais rápida que a execução do Método II. Já o tempo gasto para a realização do Método II, foi 1,5 vezes menor do que aquele gasto para a realização do Método III. Os custos de realização do Método III foram 5,4 vezes mais elevados que os custos de realização do Método I e 2,6 vezes maiores que aqueles do Método II. Já para a realização do Método II, gastou-se o dobro de recursos em relação ao Método I.

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à grande importância do inventário para o conhecimento quali-quantitativo da arborização, o método a ser utilizado deve ser selecionado com cautela, sempre tendo em vista os objetivos ou finalidades a que se destina e a quantidade de recursos disponíveis para a execução do mesmo.

Tão importante como definir se o inventário será total ou amostral é a definição da metodologia a ser aplicada na coleta dos parâmetros, enfatizando a sua intensidade, ou seja, se estes serão medidos integralmente, ou parcialmente, e se serão agrupados em classes de valores ou preservados os valores originais.

Esta etapa do trabalho tratou especificamente das formas de coleta de dados, realizando uma avaliação comparativa entre elas. Teve-se como objetivo comparar três tipos de inventário para avaliação quali-quantitativa da arborização urbana viária, sendo estes: o Método I, no qual os parâmetros foram estimados visualmente sem a utilização de qualquer aparelho de medição; o Método II, que usou as estruturas urbanas como referência para a tomada das medidas; e o Método III, onde os parâmetros quantitativos foram mensurados e anotados os valores exatos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Arborização da cidade de Belo Horizonte

Belo Horizonte foi concebida para ser a capital do estado de Minas Gerais, sendo para isso alvo de um planejamento global. A arborização urbana foi um dos critérios levados em consideração nesse planejamento e, já em 1895, no local onde se iniciava a construção do Parque Municipal Américo Renné Gianetti, foram criados dois grandes viveiros para produzir as mudas a serem plantadas no próprio parque e nas ruas e avenidas da cidade. Ainda nesse mesmo ano, chegaram 2000 mudas de *Eucalyptus* spp. para serem plantadas na nova capital de Minas Gerais (Barreto citado por SANTOS, 2001).

Foram feitos projetos de arborização com plantio de saponárias (*Sapindus saponaria*), amendoeiras (*Terminalia catappa*), flamboyants (*Delonix regia*), ipês (*Tabebuia* spp.), magnólias (*Michelia champaca*), dilênias (*Dilenia indica*), cinamomos (*Melia azedarach*), guapuruvus (*Schizolobium parahyba*), algodoeiros-de-praia (*Hybiscus pernambucensis*) e ficus (*Ficus microcarpa*). Além dessas árvores, Belo Horizonte tinha um verdadeiro pomar em suas ruas. Nas primeiras décadas, depois da fundação da cidade, havia jaqueiras (*Artocarpus integrifolia*) na Avenida Augusto de Lima, abricós (*Couropita* sp.) na Rua Rio Grande do Norte, mangueiras (*Mangifera indica*) nas Avenidas Alfredo Balena e Carandaí, tamarindeiras (*Tamarindus indicus*) na Avenida Bernardo Guimarães e jenipapos (*Genipa americana*) na Praça da Estação. As espécies frutíferas naturais dos campos e cerrados tais como caju (*Anacardium*

sp.), araticum (*Annona* sp), mangaba (*Hancornia speciosa*), cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), jatobá (*Hymenaea* sp.), gabioba (*Campomanesia xanthocarpa*) e araçá (*Psidium cattleianum*) também eram encontradas na cidade (BELO HORIZONTE, 1992).

Mesmo tendo sido planejada, a arborização passou a apresentar problemas de compatibilidade com os serviços urbanos, à medida que a cidade foi crescendo. Muitas árvores foram retiradas ou substituídas em função principalmente do trânsito de veículos. De acordo com BELO HORIZONTE (1992), espécimes do gênero *Ficus* foram os mais usados na arborização da cidade na década de vinte e foram cortados na década de sessenta, em toda extensão da Avenida Afonso Pena, além de outras espécies presentes em outras ruas e avenidas.

O modelo preconizado para a arborização da cidade não se alterou de maneira proporcional ao desenvolvimento da mesma, mantendo apenas uma escala crescente no número de árvores plantadas. Seu crescimento conduziu a diversos conflitos das árvores com os vários elementos formadores da cidade e expôs algumas espécies inicialmente utilizadas sob uma determinada situação, que se alterou com o próprio crescimento da cidade (SANTOS, 2001).

Atualmente, procura-se corrigir e ou minimizar os problemas instalados, bem como manter a qualidade da arborização.

## **2.2. Inventário da Arborização de Vias Públicas**

A arborização urbana, para propiciar benefícios à população, exige um planejamento criterioso e um manejo adequado. Para tal, faz-se necessário conhecer o patrimônio arbóreo, o que facilita a manutenção de uma arborização de qualidade.

No Brasil, o que ocorre na maioria das vezes, salvo raras exceções, é que a arborização urbana não passa por um planejamento prévio, embora essa mentalidade esteja aos poucos se modificando. Resta então, a correção dos erros já constatados e a potencialização das ações notoriamente bem sucedidas (SANTOS, 2001). Por meio de um inventário é possível verificar os erros e acertos na arborização de uma cidade, assim como a obtenção de informações necessárias para que o planejador possa tomar decisões de

manejo, adequadas às características da população arbórea existente.

A importância do inventário está no fato de que através dele pode-se conhecer o patrimônio arbóreo e identificar as necessidades de manejo. Um dos aspectos mais importantes do inventário é quando este é realizado de forma a fornecer uma contínua atualização das informações (TAKAHASHI, 1994).

Os responsáveis pelo planejamento e manutenção da arborização urbana geralmente não possuem as informações necessárias sobre o patrimônio arbóreo existente. A forma mais segura de se obter essas informações é por meio da realização de um inventário.

WEINSTEIN (1983), discutindo sobre o inventário das árvores do "Central Park" de Nova Iorque, afirma que o inventário torna o administrador hábil em reduzir os custos de manutenção e aumentar o impacto de seus esforços. Argumenta ainda que o inventário favorece o planejamento das atividades de manutenção e conseqüentemente, aumenta a produtividade em todos os seus aspectos.

O inventário, dada a sua grande abrangência, pode funcionar como um poderoso instrumento de esclarecimento e persuasão dos administradores e usuários do local inventariado (MILLER, 1997).

Os objetivos gerais da realização de um inventário de arborização urbana podem ser resumidos em:

- conhecer o patrimônio arbóreo;
- definir uma política de administração a longo prazo;
- estabelecer previsões orçamentárias para o futuro;
- preparar um programa de gerenciamento de árvores;
- identificar necessidades de manejo;
- definir prioridades nas intervenções;
- localizar áreas de plantio;
- localizar árvores com necessidade de tratamento ou remoção;
- utilizar a árvore como um vetor de comunicação (TAKAHASHI, 1994).

De acordo com MILLER (1997), existem objetivos ainda mais específicos, dentre os quais a avaliação monetária da arborização, visando uma justificativa para conseguir recursos junto aos órgãos competentes,

funcionando também como uma ferramenta para o acompanhamento da evolução de pragas e doenças específicas.

### **2.2.1. Abrangência do inventário**

A abrangência é um dos aspectos mais importantes a serem considerados quando da realização de um inventário. De acordo com GREY e DENEKE (1986), o inventário pode ser total, para cidades de menor porte, e parcial, para cidades de grande porte, nas quais se faz uso das técnicas de amostragem para reduzir o custo do inventário. A abrangência é definida em função dos objetivos do manejo, das características do local e da disponibilidade de recursos.

No inventário total ou censo, são coletados dados de toda a população, enquanto no inventário amostral, são coletados dados de parte da população. A porção amostrada deve ser representativa da população para que se possa obter estimativas confiáveis.

Segundo NUNES (1992), salvo o caso das cidades de pequeno porte, o inventário total deve ser usado apenas para avaliações quantitativas de cadastramento da arborização. Isto se deve ao fato de ser dispendiosa a realização de um inventário numa cidade de grande porte, cuja população arbórea pode apresentar milhares de indivíduos.

MILANO (1994) afirma que inventários totais de arborização de ruas, são geralmente inviáveis, dados o tempo e recursos necessários para sua realização. Por isso, geralmente se adotam os inventários por amostragem.

Apesar de o procedimento mais comum em inventários florestais urbanos ser a utilização da amostragem causal simples, outros procedimentos como a amostragem sistemática, a estratificada e a amostragem por conglomerados, também podem ser utilizados com sucesso.

Os vários procedimentos de amostragem existentes possuem vantagens e desvantagens, portanto, a escolha deve ser feita de acordo com o objetivo do inventário e com as particularidades locais.

### **2.2.2. Definição das informações a serem coletados**

As informações a serem coletadas dependem basicamente dos objetivos do inventário e da disponibilidade de recursos.

Os inventários para avaliação da arborização de ruas podem ser de caráter quantitativo, qualitativo ou quali-quantitativo (MILANO, 1988). Quanto mais complexos, maior será o custo de realização.

Tendo em vista que cada informação tem um custo, cabe ao planejador definir criteriosamente suas reais necessidades, uma vez que se constata a realização de inventários extremamente complexos e dispendiosos, completamente esquecidos nas gavetas (TAKAHASHI, 1990).

Um inventário de árvores urbanas não precisa ser complexo ou apresentar a medição de grande número de características, mas deve prover o mínimo de informações necessárias ao processo de tomada de decisão (MILLER, 1997).

As características e parâmetros a serem avaliados devem abordar alguns pontos básicos tais como: localização da árvore (nome da rua, bairro, número da casa); características da árvore (espécie, porte, fitossanidade) e características do meio (largura de ruas e passeios, espaçamento do plantio, pavimentação dos passeios, presença de redes de serviços, afastamento predial, tipo de forração na área de crescimento).

Com base nessas categorias e principalmente em função dos objetivos, das estratégias de manejo e da disponibilidade de recursos, são definidos as características e os parâmetros a serem avaliados. Após essa definição, são elaboradas as fichas de campo, cujo modelo deve buscar uma maior praticidade de coleta para o usuário. Geralmente se utilizam códigos numéricos, cuja finalidade é facilitar a coleta e o processamento dos dados.

### **2.2.3. Forma de levantamento dos dados e composição da equipe**

Uma vez definidas características e os parâmetros a serem coletados, bem como o procedimento de inventário que deve ser utilizado para se

proceder ao estudo da população em questão, deve-se selecionar o método de coleta de dados mais adequado à situação.

A coleta dos dados pode ser realizada de diferentes formas, entretanto, existem limitações severas sobre os tipos de dados que podem ser obtidos através de fotografias aéreas ou de veículos em movimento. É indiscutível o fato de que as informações *in loco* sejam mais precisas, mesmo que exijam um tempo maior (TAKAHASHI, 1994).

Acredita-se que o único caso em que a coleta de dados de arborização viária utilizando veículos em movimento possa ser eficiente é quando se objetiva apenas a simples contagem dos indivíduos arbóreos. Caso contrário pode haver a omissão de dados ou erros de coleta quando vários parâmetros têm que ser coletados, mesmo quando se faz uso de gravadores.

No caso da realização de um inventário total com dados coletados a pé, NUNES (1992) recomenda que, primeiramente, se percorra a cidade em um veículo, marcando num mapa as ruas arborizadas e não arborizadas. A autora também recomenda que os formulários de registros de dados devem ser caracterizados pelo formato tabular, onde símbolos ou códigos são utilizados para identificar aspectos particulares, e devem possibilitar adaptação ou revisão para aceitar a entrada de dados subseqüentes.

Quanto à composição da equipe de trabalho, THURMAN (1983) salienta que a maioria dos dados são coletados por grupos de 2 a 4 pessoas, sendo que uma (ou duas) toma(m) as medidas e faz(em) a contagem, enquanto a(s) outra(s) faz(em) as anotações. Já TAKAHASHI (1994), foi mais específica, enfatizando que é fundamental que cada equipe seja formada por 3 pessoas: um coordenador de equipe, que seja um técnico de nível superior com conhecimentos concretos sobre arborização urbana, o qual será responsável pelo preenchimento dos formulários e pela análise dos dados obtidos, e dois auxiliares para trabalharem com os instrumentos de medição.

Para a coleta de dados, as pessoas não especializadas podem ser aproveitadas com êxito no trabalho de auxiliares, quando treinadas adequadamente (GERHOLD *et al.*, 1987; TAKAHASHI, 1994).

### **2.3. Sistemas de informação computadorizados**

A utilidade da informação organizada no manejo sistemático da arborização tem sido reconhecida na América do Norte desde o início do século passado. As aplicações do conceito Sistema de Informações para o manejo da arborização urbana tornaram-se comuns somente na década de setenta (GERHOLD *et al.*, 1987). No Brasil, a informatização só se tornou comum nos inventários de arborização urbana, na década de noventa, duas décadas depois da América do Norte.

De acordo com SANTOS (2001), não se admite outra forma de armazenar dados de inventário que não seja por um sistema computadorizado. Esta afirmativa se deve à facilidade de aquisição de equipamentos apropriados, associada ao grande volume de informações geradas por um inventário.

Dentre todos os recursos disponíveis na micro-informática atualmente, o de manejo de banco de dados se destaca. Diversos gerenciadores de bancos de dados têm surgido para ambiente PC – Compatível, muitos dos quais extremamente “amigáveis”, possibilitando a usuários com conhecimentos elementares do ambiente e de bancos de dados, desenvolverem suas próprias aplicações, buscando atender a suas necessidades (DALCIN, 1994).

Segundo TAKAHASHI (1994), a informatização dos dados possibilita o acesso, análise, atualização e armazenamento de grande volume de informações geradas por um inventário, tudo isso com uma alta velocidade e baixo custo, fornecendo ao planejador, um melhor instrumento de planejamento e manutenção, necessário ao monitoramento da arborização.

O ambiente urbano é bastante dinâmico. Então, é importante, para a manutenção e o monitoramento, que os dados do inventário sejam atualizados periodicamente. De acordo com DALCIN (1994) e TAKAHASHI (1994), um inventário voltado para a manutenção e manejo da arborização urbana deve prever a coleta temporária das informações, não só para atualizar a base de dados e planejar novas ações, como para avaliar metodologias de manutenção adotadas.

A atualização pode ser feita de várias formas, sendo utilizada aquela mais apropriada. THURMAN (1983) enfatiza que a atualização pode ser feita por meio da criação de um sistema de vistorias regulares ou por meio da

realização de novos inventários. Uma outra forma citada por SANTOS (2001) é que a atualização também pode ser realizada através de vistorias obrigatórias, quando do atendimento de solicitações de serviços.

Mesmo com todas as facilidades da informática atual, no Brasil ainda é bastante difícil encontrar no mercado, “softwares” específicos para inventário e manejo da arborização urbana e de áreas verdes. Os poucos “softwares” específicos de que se tem conhecimento, são pouco divulgados e, geralmente, não são comercializados, visto que, na maioria das vezes, são desenvolvidos por universidades, para uso próprio, ou em trabalhos de tese ou ainda por prefeituras para o atendimento de necessidades próprias. Mesmo assim, pode-se citar alguns conhecidos, como o programa **Arbor et salus** desenvolvido por MOTTA (1988), para inventário de arborização e que utiliza um sistema hierárquico para locais com endereçamento impreciso. Outro que pode gerar relatórios específicos foi apresentado por SILVA FILHO *et al.* (2002). Trata-se de um banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização de vias públicas.

Na maioria das vezes, não existe interesse na comercialização destes produtos por seus criadores. A carência de material no mercado continua e as prefeituras, que não investem no desenvolvimento desse tipo de programa, acabam utilizando-se de “softwares” adaptados, como as planilhas eletrônicas em geral.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudo**

A cidade de Belo Horizonte situa-se a 19° 55' de latitude Sul e a 43° 56' de longitude Oeste e sua altitude aproximada é de 875 m. O clima local apresenta estações secas e úmidas bem definidas. O período úmido é também o mais quente e se estende de outubro a março. A temperatura média é de 21,7°C, podendo atingir valores de até 26,8°C na estação mais quente e de 16°C na estação mais fria. As temperaturas máximas podem se apresentar entre 33° e 40°C, enquanto as mínimas podem descer aos limites de 5°C. A pluviosidade média anual é de 1505,7 mm, que nos meses mais quentes, entre outubro e março, alcança 89% do seu total anual. A umidade relativa média é de 71,3%, a nebulosidade média de 5,2 (numa escala de 0 a 10) e a insolação de 6,9 horas/dia (CENCIC, 1996).

O estudo foi desenvolvido na Região Administrativa Leste (RAL), que é uma das nove regionais em que a cidade está dividida. As Regionais funcionam como sub-prefeituras. A RAL conta com uma Gerência de Parques e Jardins, que é responsável pela execução de todos os serviços requeridos na arborização desta Regional, incluindo a arborização de ruas, praças e parques. O setor de Parques e Jardins é subordinado à Gerência de Manutenção da RAL.

O trabalho avaliou uma amostra dos indivíduos arbóreos e arbustivos existentes em passeios públicos dos bairros Horto e Sagrada Família, que

representam bem as características da arborização local. As ruas inventariadas foram selecionadas por meio de sorteio e cada rua contemplada foi avaliada em toda a sua extensão ou até o limite da RAL.

### **3.2. Inventário quali-quantitativo**

A coleta dos dados foi realizada por uma equipe, cuja formação variou de acordo com o método utilizado. Para cada um dos três tipos de inventário, foram coletadas informações sobre todos os parâmetros, variando apenas a forma de sua obtenção. Os parâmetros qualitativos foram igualmente avaliados em todos os métodos.

Na execução do Método I, um avaliador (técnico de nível superior) estimou a olho nu, sem qualquer instrumento de medição, todos os parâmetros. Os valores obtidos foram distribuídos em classes conforme está assinalado na ficha de coleta de dados (Apêndice A).

No Método II, os dados foram coletados por uma equipe composta de um anotador (técnico de nível superior) e dois auxiliares de medição. Os valores dos parâmetros DAP, avanço da copa sobre a rua e largura do passeio foram determinados com auxílio de uma trena, na qual foram colocados marcadores destacando os intervalos das classes. A altura total foi estimada mediante a referência da altura de postes e redes de distribuição de energia elétrica. Os demais parâmetros não mensuráveis foram preenchidos de acordo com a avaliação do anotador. Os valores obtidos foram distribuídos em classes, da mesma forma que no método anterior.

Por último, foram realizadas as medições dos parâmetros, utilizando o Método III, isto para se evitarem os erros de tendência, que poderiam ser cometidos, se este fosse realizado primeiro. Os dados mensuráveis foram determinados com o auxílio de trena e régua retrátil, usadas pela mesma equipe do Método II. Os valores exatos foram anotados na ficha de coleta, desconsiderando o agrupamento por classes. Os dados não mensuráveis foram preenchidos, conforme avaliação do anotador.

Os parâmetros selecionados para avaliação estão de acordo com as recomendações de GREY e DENEKE (1986), MILANO (1988) e SANTOS

(2001). A ficha de campo utilizada para anotação dos valores dos parâmetros observados é apresentada no Apêndice A. As características e os parâmetros selecionados foram considerados de fundamental importância para o conhecimento da qualidade da arborização urbana. Tais características e parâmetros são descritos a seguir:

**Espécie** - Refere-se à identificação da espécie, sendo que no campo foi feita pelo nome vulgar. Posteriormente foram verificados o nome científico e a família botânica.

**Altura total** - Refere-se à altura total da árvore, sendo considerada desde a superfície do solo, até as folhas no ápice do galho mais alto. Os valores foram obtidos, medindo-se com régua telescópica de fibra de vidro. Os mesmos foram agrupados em quatro classes de altura (< 6,0 m; 6,0-10,0 m; 10,1-15,0 m e > 15,0 m).

**Altura da primeira bifurcação** - Refere-se à altura medida do solo até o ponto de inserção do primeiro galho no tronco. Os valores foram obtidos usando-se régua telescópica e foram agrupados em duas classes (< 2,0 m e ≥ 2,0 m)

**Diâmetro à altura do peito (DAP)** - Refere-se ao diâmetro do tronco medido a 1,30 m de altura do solo. Os valores foram obtidos com uma fita métrica comum, fornecendo dados de CAP (circunferência a altura do peito), que posteriormente, foram convertidos para valores de diâmetros e agrupados em 4 classes (< 15 cm; 15,1-30 cm; 30,1-45 cm e > 45 cm).

**Avanço da copa sobre a rua** - Refere-se ao posicionamento da copa da árvore em relação à rua. Os valores foram obtidos, utilizando-se uma trena de fibra de vidro, onde foi medida a distância do meio fio até a linha de projeção da copa sobre a rua. Esses valores foram distribuídos em 3 classes (< 1,5 m, 1,5-3 m, > 3 m).

**Avanço da copa sobre a construção** - Trata do posicionamento da copa da árvore em relação à construção, ou seja, representa o quanto a copa avança em direção à construção. Foram consideradas três situações: boa, quando a copa não toca a construção; regular, quando a copa toca a construção e ruim, quando a copa “empurra” ou ultrapassa a construção.

**Fitossanidade** - Trata da condição de sanidade da árvore, que foi avaliada visualmente pelo seu aspecto físico. Foram abordadas três situações: boa, onde o indivíduo se apresentou vigoroso, sem sinais de pragas, doenças ou danos mecânicos; regular, quando apresentou condição e vigor médios para

determinado local, podendo apresentar pequenos problemas de pragas, doenças ou danos físicos e ruim, quando o espécime apresentou estado geral de declínio ou com forte ataque de pragas e doenças e sérios danos físicos.

**Condição do sistema radicular** - Diz respeito às condições externas do sistema radicular ou se o mesmo é totalmente subterrâneo. Foram contempladas três situações: boa, quando o sistema radicular se apresentou totalmente profundo e não provocou danos a edificações ou pisos próximos; regular, quando foi superficial, mas não provocou rachadura, elevação ou desnível significativos da calçada e ruim, quando superficial, provocando danos significativos.

**Área de crescimento ou área livre** - Refere-se à área livre no local de plantio junto ao solo disponível para o engrossamento do tronco da árvore e infiltração de água, também chamada de anel ecológico ou “gola”. Foram abordadas quatro situações: boa, quando plantada em área aberta ou quando for suficiente para o crescimento normal do espécime, sem a ocupação total da área pelo tronco e sem afetar o passeio; regular, quando a área é suficiente somente para o desenvolvimento completo do tronco, podendo ainda causar pequenos danos ao passeio; ruim, quando insuficiente para o desenvolvimento completo do tronco, causando, ou com possibilidade de causar danos significativos ao passeio e ausente, quando não houver espaço para o engrossamento ou desenvolvimento do tronco, estando o cimento junto à base do mesmo, geralmente causando danos.

**Largura do passeio** - Indica a existência de calçada pavimentada e trata da largura da mesma. Os valores foram obtidos por meio da utilização de uma trena e distribuídos nas seguintes classes: <1,5 m, 1,5-3,0 m e >3,0 m.

**Presença ou ausência de fiação aérea** - Diz respeito à existência ou não de fiação aérea sobre o passeio em que a árvore se encontra.

### **3.3. A análise dos dados**

Os dados foram analisados por meio de análise estatística descritiva e por teste de hipótese, sendo utilizado o teste t de student para dados pareados.

A forma descritiva foi utilizada para estabelecer comparações entre as características, bem como as estimativas dos vários parâmetros avaliados em cada um dos três métodos.

O Método III foi considerado como o de maior precisão devido ao tipo de equipamento utilizado para a realização das medições dos parâmetros mensuráveis, os quais foram medidos integralmente.

O Método III foi considerado como testemunha. Deste modo, as diferenças observadas no ato das comparações com os Métodos I e II foram consideradas como discrepâncias.

Complementando a análise dos dados, foi utilizado o teste t de Student para o caso de duas amostras relacionadas. Este teste é utilizado para analisar duas populações dependentes, como no caso em questão.

Se  $|t_{\text{calculado}}| \geq t_{\text{tabelado}}$ , a um nível de probabilidade  $\alpha$  de significância com  $n'$  graus de liberdade, rejeita-se  $H_0$ , caso contrário, não se rejeita  $H_0$ .

As comparações de médias foram realizadas confrontando o Método III (testemunha) com o Método I e posteriormente com o Método II.

A hipótese testada foi  $H_0: \bar{D} = 0$  versus  $H_a: \bar{D} \neq 0$ , em que  $\bar{D}$  representa a média da diferença entre as duas populações.

O teste t com  $n'$  igual a  $n-1$  graus de liberdade foi dado por:

$$t_{\text{calc}} = \frac{\bar{d}}{s(\bar{d})}$$

em que:

$\bar{d}$  = média das diferenças entre os pares das duas amostras;

$s(\bar{d}) = \frac{s(d)}{\sqrt{n}}$  = erro padrão da média das diferenças entre os pares das duas

amostras;

$s(d)$  = desvio padrão das diferenças entre os pares das duas amostras;

$n$  = número de diferenças entre os pares das duas amostras.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Composição da arborização da área amostrada

O levantamento contemplou um total de 728 indivíduos distribuídos em 53 espécies e 28 famílias botânicas. As freqüências estão representadas na Tabela 1 (Apêndice B).

As cinco espécies que apresentaram maior freqüência foram: *Michelia champaca* (16,4%), *Bauhinia variegata* (12,4%), *Ligustrum japonicum* (11,7%), *Murraya exotica* (10,7%) e *Caesalpinia peltophoroides* (9,7%). Estas representaram aproximadamente 61,0% da população amostrada.

É comum na arborização urbana, que poucas espécies representem a maior parte da população, mesmo não sendo uma situação desejável, quer por razões estéticas ou fitossanitárias (SILVA, 2000). Uma concentração maior de indivíduos distribuídos num pequeno número de espécies também foi encontrada por MILANO (1988), no inventário da cidade Maringá-PR, por ESPIRITO (1992) na cidade de Vitória-ES, por LIMA *et al.* (1992) na cidade de Piracicaba-SP e também na cidade de Porto Alegre-RS (PORTO ALEGRE, 2000).

De acordo com GREY e DENEKE (1986) é aconselhável que as espécies de maior freqüência não ultrapassem os 15%, visto que porcentagens mais elevadas aumentam o risco da ocorrência de pragas e doenças.

## **4.2. Avaliação da precisão dos métodos**

Os resultados obtidos mostraram que, quando se compara a precisão entre os três métodos testados, existem diferenças relativas e até significativas estatisticamente. Tais diferenças puderam ser observadas quando se comparou o Método III com os demais, ou seja, o Método I e o Método II.

### **4.2.1. Comparação entre o Método III e o Método I**

Primeiramente foram abordados os parâmetros que foram mensurados quantitativamente, para os quais são apresentadas as discrepâncias totais dadas em porcentagem. O valor dessas discrepâncias representa a porcentagem de casos, que apresentaram diferença entre o Método I e o Método III. Também é apresentada a porcentagem de subestimação e de superestimação das medidas. Posteriormente, são comentados os parâmetros que foram avaliados de forma qualitativa e suas respectivas discrepâncias em relação ao Método III.

Para o Método I, a leitura da altura total das árvores foi discrepante do Método III em 24,7% das vezes, sendo que em 10,8%, o parâmetro foi subestimado e em 13,9%, foi superestimado (Quadro 1). As estimativas foram submetidas ao teste t para dados pareados e apresentaram diferenças significativas entre as médias em nível de 5% de probabilidade, quando comparadas as respectivas leituras obtidas pelos Métodos III e I. Para uma melhor compreensão das diferenças estatísticas entre as médias, também são apresentadas as variâncias dos parâmetros para cada método (Quadro 2).

Observa-se que a porcentagem de discrepância total ficou relativamente bem distribuída entre subestimação e superestimação. Como no Método I, os valores foram obtidos mediante a percepção do observador, é natural que parâmetros como altura total e diâmetro, que são difíceis de se avaliar visualmente de forma precisa, apresentem porcentagem de erro mais elevada em relação a outros parâmetros.

Para realizar as leituras, o observador procurava se posicionar a aproximadamente 10 m da árvore, do outro lado da rua. Foi encontrada uma certa dificuldade quando a rua era muito estreita, principalmente em ruas

estreitas com relevo muito inclinado. Estes fatores podem ter influenciado nas discrepâncias de leitura em relação ao Método III, ou seja, aumentando a porcentagem de discrepância total.

A distância do observador em relação à árvore influencia na sua percepção quanto à altura da mesma. Portanto, para melhor aproveitamento deste método, o avaliador deve procurar sempre fazer as leituras a uma mesma distância do objeto.

Quadro 1 – Apresentação das porcentagens de discrepância das estimativas dos parâmetros avaliados pelo Método III e pelo Método I, utilizados na amostragem realizada nos bairros Horto e Sagrada Família da RAL de Belo Horizonte-MG.

VARIÁVEL	Método III x Método I		
	Discrepância total (%)	Subestimação (%)	Superestimação (%)
Altura total	24,7	10,8	13,9
Altura 1º bifurcação	12,8	5,9	7,0
DAP	26,2	9,9	16,3
Avanço da copa s/ rua	17,7	11,7	6,0
Largura do passeio	18,6	9,8	8,8

Quadro 2 – Resultados do teste t, comparando as estimativas das médias dos Métodos III e I; apresentação das respectivas estimativas das variâncias oriundas da amostragem da arborização viária dos bairros Horto e Sagrada Família na RAL, em Belo Horizonte-MG.

VARIÁVEL	Médias		Variâncias	
	Método III	Método I	Método III	Método I
Altura total	7,7 <sup>a</sup>	7,6 <sup>b</sup>	7,90	16,46
Altura da 1º bifurcação	2,5 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	32,81	1,37
DAP	27,3 <sup>a</sup>	27,9 <sup>b</sup>	197,81	214,78
Avanço copa sobre a rua	3,1 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>	11,29	3,14
Largura do passeio	2,9 <sup>a</sup>	2,5 <sup>b</sup>	1,21	0,97

*Letras iguais em cada linha indicam igualdade entre os métodos pelo teste t para dados pareados em nível de 5% de probabilidade.*

A altura da primeira bifurcação apresentou uma discrepância total de 12,8%, sendo 5,9% de subestimação e 7,0% de superestimação (Quadro 1), mas não apresentou diferença estatística pelo teste t, em nível de 5% de probabilidade (Quadro 2).

Neste caso, as discrepâncias também foram bem distribuídas entre subestimação e superestimação e a maioria das discordâncias em relação ao Método III aconteceu quase sempre com os valores próximos aos 2 m, ou seja, próximo ao limite da classe estabelecida. Este parâmetro não apresentou dificuldade de avaliação.

O diâmetro do tronco (DAP) apresentou uma discrepância total de 26,2%, tendo ocorrido subestimação em 9,9% das vezes e superestimação em 16,3% delas (Quadro 1). Quando submetido ao teste t para dados pareados, o referido parâmetro apresentou diferença significativa, em nível de 5% de probabilidade (Quadro 2).

As medições foram realizadas com o avaliador posicionado próximo à árvore. Nota-se que a porcentagem de superestimação foi bem maior que a de subestimação, o que pode ter ocorrido devido à suposição de cilindridade do tronco, no ato da avaliação.

Em relação ao avanço da copa sobre a rua, quando foram comparados os Métodos III e I, detectou-se uma subestimação de 11,7% e uma superestimação de 6,0%, perfazendo uma discrepância total de 17,7% (Quadro 1), que não se mostrou significativa pelo teste t para dados pareados, em nível de 5% de probabilidade (Quadro 2).

A porcentagem de subestimação foi de aproximadamente o dobro da superestimação. A diferença pode ter sido devida à diferença na largura das ruas. Quando as ruas apresentaram largura superior a 10 m, percebeu-se uma tendência de subestimação dos valores de avanço da copa e vice-versa.

Para a largura do passeio, foi observada uma discrepância total de 18,6%, sendo que em 9,8% dos casos ocorreu a subestimação e em 8,8%, a superestimação (Quadro 1). O teste t para dados pareados foi significativo em nível de 5% de probabilidade (Quadro 2).

Durante a tabulação dos dados, foi confirmado o que se suspeitou durante a coleta em campo, que na maioria das vezes em que houve discrepância entre os valores dos parâmetros avaliados quantitativamente, a mesma ocorreu quando o valor se encontrava próximo dos limites das classes em que os valores foram agrupados.

Em relação aos parâmetros avaliados qualitativamente, o avanço da copa sobre a construção apresentou uma discrepância total de 2,2%; para

fitossanidade, a mesma foi de 3,3%; para condição do sistema radicular foi de 3,4% e para a área livre, a discrepância total foi de 1,1%. Acredita-se que as porcentagens de erro apresentadas, mesmo pequenas quando comparadas àquelas avaliadas de forma quantitativa, ocorreram devido à própria subjetividade do método e, principalmente, nas proximidades dos limites das classes estabelecidas.

Ainda nas considerações sobre o Método I, a altura total e o DAP se destacaram dos demais parâmetros avaliados por apresentarem as maiores discrepâncias totais, ambos em torno de 25% (Quadro 1). A variação no caso do parâmetro altura, na maioria das vezes, se deu nos limites das classes, principalmente na transição da primeira para a segunda classe e desta para a terceira. Já para a variável DAP, também se observou que as discrepâncias ocorreram próximas aos limites das classes, apresentando maior número de discrepâncias na transição da segunda para a terceira classe.

#### **4.2.2. Comparação entre o Método III e o Método II**

Comparações semelhantes às descritas anteriormente foram realizadas também entre o Método III e o Método II.

A altura total apresentou uma discrepância de 16,9%, sendo 7,4% de subestimação e 9,5% de superestimação. Em relação ao parâmetro altura da primeira bifurcação, a discrepância total foi de 7,4%, com 3,2% de subestimação e 4,4% de superestimação. Já o DAP apresentou 15,2% de discrepância total, sendo que em 4,9% dos casos ocorreu a subestimação dos valores e em 10,3%, a superestimação. Nas medições do avanço da copa sobre a rua, houve discrepância em 9,9% dos casos, sendo que a subestimação foi de 6,5% e a superestimação, de 3,4%. Para a largura do passeio, a discrepância total foi de 9,3%, com subestimação de 4,5% e superestimação de 4,8% (Quadro 3).

Quadro 3 – Apresentação das porcentagens de discrepância das estimativas dos parâmetros avaliados pelo Método III e pelo Método II, utilizados na amostragem realizada nos bairros Horto e Sagrada Família da RAL de Belo Horizonte-MG.

VARIÁVEL	Método III x Método II		
	Discrepância total (%)	Subestimação (%)	Superestimação (%)
Altura total	16,9	7,4	9,5
Altura 1º bifurcação	7,4	3,2	4,4
DAP	15,2	4,9	10,3
Avanço da copa s/ rua	9,9	6,5	3,4
Largura do passeio	9,3	4,5	4,8

A altura total, altura da primeira bifurcação, DAP, avanço da copa sobre a rua e largura do passeio foram submetidos ao teste t para dados pareados em nível de 5% de probabilidade, comparando-se os valores obtidos no Método III com aqueles obtidos pelo Método II. Apenas para a largura do passeio, obteve-se diferença significativa entre médias (Quadro 4).

Quadro 4 – Resultados do teste t, comparando as estimativas das médias dos Métodos II e III; apresentação das respectivas estimativas das variâncias oriundas da amostragem da arborização viária dos bairros Horto e Sagrada Família na RAL, em Belo Horizonte-MG.

VARIÁVEL	Médias		Variância	
	Método III	Método II	Método III	Método II
Altura total	7,7 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	7,90	14,39
Altura da 1º bifurcação	2,5 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	32,81	1,38
DAP	27,3 <sup>a</sup>	27,7 <sup>a</sup>	197,81	200,45
Avanço copa s/ a rua	3,1 <sup>a</sup>	3,0 <sup>a</sup>	11,29	3,12
Largura do passeio	2,9 <sup>a</sup>	2,7 <sup>b</sup>	1,21	1,27

*Letras iguais em cada linha indicam igualdade entre os métodos pelo teste t para dados pareados em nível de 5% de probabilidade.*

Os parâmetros avanço da copa sobre a construção, fitossanidade, condição do sistema radicular e área livre, avaliados qualitativamente, mostraram resultados semelhantes àqueles obtidos pelo Método I, todos apresentando baixa porcentagem de erro, que se acredita ter sido causada pela própria subjetividade do método de avaliação.

Assim como na comparação do Método III com o Método I, a sua comparação com o Método II mostrou novamente que os parâmetros altura total e DAP apresentaram as maiores variações, ou seja, maiores porcentagens de discrepância total. As proporções entre subestimação e superestimação também se mantiveram para ambos os parâmetros. Para altura, a discrepância foi bem distribuída, mas para DAP, a superestimação foi o dobro da subestimação, embora em porcentagens bem menores do que as obtidas pelo Método I.

Acredita-se que a porcentagem de discrepância obtida para a altura total tenha sido influenciada pela variação nas alturas dos postes e da fiação aérea, que serviram de referência para a tomada das medições.

Já a maior proporção de superestimação para as medições de DAP pode ter sido causada pela suposição de cilindridade do tronco, quando da avaliação pelo Método II, pois neste método também não se fez uso da fita métrica.

#### **4.2.3. Considerações sobre o Método I e o Método II**

Ao se comparar a discrepância da leitura da altura total e do DAP, ambas obtidas pelo Método I, com aquelas obtidas pelo Método II, pode-se perceber que houve uma queda significativa na discrepância total, ou seja, ocorreu um aumento da precisão de um método para outro, sendo que esta foi mais evidente com relação as medições de DAP (Quadros 1 e 3). A reduzida melhoria de precisão em relação às medições de altura total pode ter ocorrido devido à variação existente nas alturas de postes e redes elétricas, que foram usados como referência para se proceder à leitura, quando foi utilizado o Método II. Cabe ressaltar que para o Método I, não se fez uso de tais elementos referenciais.

Quanto ao avanço da copa sobre a rua, a subestimação foi aproximadamente o dobro da superestimação para ambos os métodos. Fato que pode ter ocorrido devido à predominância de ruas mais largas, caso em que predomina a tendência de subestimação. Para este parâmetro, também se verificou a dificuldade de acerto nas medições, quando os valores se

encontravam próximos dos limites das classes, principalmente para os avanços de copa entre 1,5 e 3,0 m, ou seja, próximos a esses limites de classe. Como esperado, a maior porcentagem de discrepância ocorreu quando não se fez uso de nenhum equipamento de medição. Acredita-se que uma discrepância desta magnitude tenha ocorrido devido ao pequeno intervalo de classes estipulado, que foi de 1,5 m, visto que o erro de alguns centímetros pode ocasionar mudança de distribuição nas classes. Em um próximo trabalho sugere-se verificar a possibilidade de ampliação dos limites de classes para o avanço da copa sobre a rua.

As leituras da largura do passeio apresentaram porcentagens de discrepância bem distribuídas quanto à subestimação e superestimação, tanto no Método I como no Método II. Mesmo tendo apresentado diferença estatística significativa para ambos os métodos, esse não é um parâmetro difícil de ser avaliado. Ocorreu que as larguras dos passeios de forma geral estiveram quase sempre próximas aos limites de classe utilizados e a inclusão em determinada classe era definida com base na diferença de poucos centímetros. E uma vez que se erra uma medida, as demais ao longo daquela rua seguem a mesma tendência. Uma possível solução é fazer uma pequena modificação nos limites de classes estabelecidos, podendo ser acrescentados ou subtraídos 50 cm em cada, visto que isso facilitaria bastante a avaliação, mesmo quando não se fizesse o uso da fita métrica.

#### **4.3. Avaliação do tempo gasto na mensuração**

O tempo gasto na mensuração dos parâmetros quali-quantitativos dos 728 indivíduos contemplados é apresentado no quadro abaixo, destacando-se cada um dos métodos utilizados.

Quadro 5 - Comparação entre os tempos gastos no campo para obtenção dos valores dos parâmetros mensurados para avaliar a qualidade da arborização, utilizando 3 diferentes métodos de coleta de dados.

Métodos	Tempo total	Tempo por árvore
Método I	10 h 57 min 56 s	54,23 s
Método II	17 h 16 min 50 s	85,45 s
Método III	23 h 41 min 51 s	117,19 s

Cabe ressaltar que para o Método III, as tomadas de tempo não terminaram no campo, uma vez que posteriormente, foram realizados cálculos para conversão dos valores de CAP para DAP. A soma dos tempos de campo e escritório estão representados no Quadro 6.

Quadro 6 - Comparação entre os tempos gastos no campo e no escritório para obtenção dos valores dos parâmetros mensurados para avaliar a qualidade da arborização, utilizando 3 diferentes métodos de coleta de dados.

Métodos	Tempo total	Tempo por árvore
Método I	10 h 57 min. 56 s	54,23 s
Método II	17 h 16 min. 50 s	85,45 s
Método III	26 h 12 min. 51 s	129,63 s

Não foram computados os tempos de deslocamento do escritório até o campo e nem o tempo de deslocamento de uma árvore para outra, considerados constantes, visto que seriam os mesmos, independentemente do método utilizado. Computou-se apenas o tempo gasto efetivamente na medição.

Como pode ser observado nos Quadros 5 e 6, o tempo gasto para a obtenção dos valores apresentou diferenças marcantes de um método para outro. Tal fato foi confirmado estatisticamente quando da aplicação do teste t para dados pareados. Este mostrou que as médias testadas apresentaram diferença significativa em nível de 5% de probabilidade (Quadros 7 e 8).

Quadro 7 – Resultados do teste t para dados pareados, comparando as estimativas das médias dos Métodos I e III, originárias da amostragem da arborização viária dos bairros Horto e Sagrada Família na RAL, em Belo Horizonte-MG.

Métodos	Tempo médio gasto por árvore
Método I	54,23 <b>a</b>
Método III	117,20 <b>b</b>

Quadro 8 – Resultados do teste t para dados pareados, comparando as estimativas das médias dos Métodos II e III, originárias da amostragem da arborização viária dos bairros Horto e Sagrada Família na RAL, em Belo Horizonte-MG.

Métodos	Tempo médio gasto por árvore
Método II	85,45 <b>a</b>
Método III	117,20 <b>b</b>

A execução do Método I foi 2,4 vezes mais rápida que o Método III e 1,6 vezes mais rápida que o Método II. Já o tempo gasto na realização do Método II foi 1,5 vezes menor do que aquele gasto na realização do Método III.

#### 4.4. Avaliação dos recursos gastos

Os métodos diferiram entre si pela quantidade de equipamentos necessários para execução do serviço e quanto à quantidade de recursos humanos empregada.

O Quadro 9 apresenta os valores relativos em Reais, dos recursos necessários para a formação da equipe de trabalho e compra dos equipamentos utilizados para cada um dos métodos avaliados. Foram considerados o trabalho das equipes e o tempo médio gasto para a execução de cada um dos métodos, conforme demonstrado anteriormente.

Quadro 9 - Comparação dos custos relativos para formação das equipes de trabalho e execução de cada um dos três métodos de inventário empregados na amostragem da arborização viária dos bairros Horto e Sagrada Família em Belo Horizonte-MG.

Método	Mão-de-obra*		Equipamento		Total
	Técnico	Estagiários	Trenas	Réguas	
Método III	1.700,00	400,00	45,00	1.660,00	3.805,00
Método II	1.133,33	266,67	45,00	--	1.445,00
Método I	708,33	--	--	--	708,33

\* Considerando o salário mínimo no valor de R\$ 200,00 pago a cada estagiário e o piso mínimo do técnico de nível superior equivalente a 8,5 salários mínimo.

Tomando como base os 728 indivíduos amostrados para avaliação dos métodos de inventário abordados neste trabalho, os valores do Quadro 9 mostraram que os custos totais para a realização do Método III foram 5,4 vezes

mais elevados que os custos para a realização do Método I e 2,6 vezes maiores do que para o Método II. Já o Método II se mostrou duas vezes mais caro que o Método I.

A diferenças entre os custos de cada método podem ser consideradas expressivas. O preço do equipamento foi responsável por boa parte dessa diferença, mas uma vez que os equipamentos apresentem uma boa durabilidade relativa, tais custos tendem a se diluir no tempo.

Observou-se que com o uso constante dos equipamentos seriam necessárias manutenções periódicas da régua telescópica, uma vez que se constatou um desgaste dos pinos utilizados para travar a mesma entre um estágio e outro. Fora a substituição periódica dos pinos travadores, acredita-se que o material apresente uma boa durabilidade.

Supondo que as 728 árvores amostradas pudessem ser mensuradas em um único mês pelos 3 métodos, então a medição de uma árvore custaria R\$ 5,22 pelo Método III, R\$ 1,98 quando utilizado o Método II e R\$ 0,97 utilizando o Método I.

Cabe lembrar que nestas aproximações só foi considerado o tempo efetivo de medição da árvore, não tendo sido considerados o tempo de deslocamento de uma árvore para outra, deslocamento do escritório ao local das parcelas, combustível e outros.

## 5. CONCLUSÕES

Com base na hipótese de trabalho, verificou-se que a estimação de parte dos dados do inventário, como no caso do Método II, pode reduzir os custos do levantamento e ao mesmo tempo manter a precisão dentro dos limites aceitáveis. Isto pode ser visto através das comparações realizadas entre os Métodos II e III.

A diferença observada entre o tempo de mensuração de um método para outro foi significativa estatisticamente e afetou diretamente o custo final do levantamento, mostrando que quanto mais tempo for gasto para se medir uma árvore, tanto mais dispendiosa será a realização do inventário.

As maiores discrepâncias observadas ocorreram nas avaliações dos parâmetros DAP e altura total realizadas pelo Método I, ambas em torno de 25%. Além do fato de não se ter feito uso de instrumentos de medição, um fator que colaborou para o incremento da discrepância nas medições de DAP foi a suposição de cilindridade do tronco. Já para as avaliações de altura, a variação na altura das estruturas de referência, dificultou uma avaliação mais precisa desse parâmetro.

Os resultados obtidos nesse trabalho mostraram diferenças significativas quanto à precisão e aos custos relativos de execução de cada um dos métodos utilizados para se proceder à coleta de informações para a avaliação da qualidade da arborização viária.

Com base nas informações obtidas sobre os métodos, pode-se concluir que o Método I é mais indicado para os casos onde se deseja conhecer o

patrimônio arbóreo, mas sem muita precisão com relação às características quantitativas tais como porte da árvore, diâmetro de copa e afastamento predial. A vantagem principal é a rapidez e o custo reduzido.

O Método II apresenta boa precisão e custo intermediário. Pode ser usado quando se deseja conhecer o patrimônio arbóreo, bem como obter informações quali-quantitativas seguras, que podem ser utilizadas para definir as práticas de manejo da arborização.

Já o Método III, é indicado para os casos onde se necessita de uma precisão elevada, como na realização de trabalhos científicos e estudos comparativos entre métodos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal - PBH. Caderno de meio ambiente-7 - **Arborização urbana**. Belo Horizonte, MG: 1992. 83 p.
- CENCIC, A. **Estudo da paisagem cultural – o Campus da Universidade Federal de Minas Gerais**. Belo Horizonte: UFMG/IGC, 1996. 356 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
- DALCIN, E. C. A. Informática no inventário e monitoramento da arborização. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, São Luiz, 1994. **Anais...** São Luiz: SBAU, 1994. p. 201-206.
- ESPÍRITO SANTO. Prefeitura Municipal Vitória\Secretaria Municipal de Meio Ambiente\Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. **Plano diretor de arborização e áreas verdes**. Vitória, 1992. 98 p.
- GERHOLD, H. D., STEINER, K. C., SACKSTEDER, C. J. Management information systems for urban trees. **Journal of arboriculture**, v. 13, n. 10, p. 243-249, 1987.
- GREY, G. W., DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York, John Wiley & Sons, 1986. 279 p.
- LIMA, A. M. L. P., COUTO, H. T. Z., ROXO, J. L. C. Análise de espécies mais freqüentes da arborização viária, na zona urbana central do município de Piracicaba/SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, 1994, São Luis. **Anais...** São Luís, 1994. p. 555-573.
- MILANO, M. S. Métodos de amostragem para avaliação de arborização de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, São Luiz, 1994. **Anais...** São Luiz: SBAU, 1994. p. 163-168.

- MILANO, M.S. **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá.** Curitiba: UFPR, 1988. 120 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1988.
- MILLER, W. R. **Urban forestry - planning and managing urban greenspaces.** 2.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997. 502 p.
- MOTTA, G. L. O. **Inventário da arborização de áreas, utilizando um sistema hierárquico para endereço impreciso.** Viçosa, MG: UFV, 1998. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- NUNES, M. L. Metodologias de avaliação da arborização. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1, Vitória, ES, 1992. **Anais...** Vitória: SBAU, 1992. p. 133-145.
- PÉLLICO NETTO, S. e BRENA, D. A. **Inventário Florestal.** Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316 p.
- PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas.** Porto Alegre, 2000. 204 p.
- SANTOS, E. **Avaliação quali-quantitativa da arborização e comparação econômica entre a poda e a substituição da rede de distribuição de energia elétrica da Região Administrativa Centro-Sul de Belo Horizonte-MG.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 219 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- SILVA, A. G. **Avaliação da arborização no perímetro urbano de Cajuri-MG, pelo Método do Quadro Sintético.** Viçosa, MG: UFV, 2000. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- SILVA FILHO, D. F., PIZETTA, P. U. C. ALMEIDA, J. B. S. A., PIVETTA, K. F. L. e FERRAUDO, A. S. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. **Revista árvore.** Viçosa-MG, v.26, n.5, p.629-642, 2002.
- SPIRN, A.W. **O jardim de granito: A natureza no desenho da cidade.** São Paulo: EDUSP, 1995. 345 p.
- TAKAHASHI, L.Y. Arborização urbana: inventário. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, São Luiz, 1994. **Anais...** São Luiz: SBAU, 1994. p. 193-199.
- TAKAHASHI, L.Y. Controle e monitoramento de arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Curitiba. 1990. **Anais...** Curitiba: [s.n.], 1990. p. 115 - 123.

THURMAN, P. W. The management of urban street trees using computerized inventory systems. **Arboricultural Journal**, v.7, p.101-117, 1983.

WEISTEIN, G. Central Park tree inventory: a management model. **Journal of Arboriculture**, v. 9, n. 10, 259-262, 1983.

## **CAPÍTULO 2**

**TAMANHO E FORMA DE UNIDADES DE AMOSTRA, UTILIZANDO A AMOSTRAGEM CASUAL SIMPLES PARA INVENTARIAR A ARBORIZAÇÃO URBANA VIÁRIA DA REGIÃO ADMINISTRATIVA LESTE DE BELO HORIZONTE - MG.**

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo a realização de uma avaliação comparativa da eficiência do tamanho e da forma de unidades de amostra, utilizadas em inventário da arborização urbana viária da Região Administrativa Leste da cidade de Belo Horizonte-MG. O estudo foi conduzido, avaliando-se os indivíduos arbóreos existentes em passeios públicos dos bairros Colégio Batista, Floresta, Horto, Sagrada Família e Santa Tereza. Nesta área, foi realizado um inventário quali-quantitativo total, que serviu de base para o estudo comparativo do tamanho e da forma das parcelas. Foram testados seis diferentes tipos de parcelas (200x200 m, 100x400 m, 300x300 m, 150x600 m, 400x400 m, 200x800), os quais foram distribuídos sobre a área de estudo e realizada a amostragem. O número de amostras a serem medidas foi calculado segundo um nível de probabilidade de 95% e um limite de erro admitido de 10%. Para o cálculo da variância e do número de unidades de amostra necessárias, utilizou-se como variável principal, o número de árvores por quilômetro de calçada. As parcelas de menor tamanho (4 ha) foram as que apresentaram os maiores valores de erro padrão da média, que é o parâmetro mais importante na determinação do grau de precisão estatística e indicativo de maior ou menor eficiência. As parcelas de maior tamanho (16 ha) apresentaram bons resultados, mas também a necessidade de uma maior intensidade amostral. Dentre todos os tipos de parcelas avaliadas, aquelas de tamanho 300 x 300 m foram as que apresentaram o menor erro padrão da média, menor erro de amostragem, menor coeficiente de variação e o menor

desvio da média para um dado intervalo de confiança, dessa forma representando melhor a população arbórea local. Os resultados alcançados neste trabalho e em outros semelhantes levantados na literatura especializada, tal como os de MILANO (1988) e MILANO e SOARES (1990), fizeram supor que parcelas com tamanho próximo de 10 ha se mostram melhores para avaliações da arborização de ruas no Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

A busca constante pela melhoria da qualidade de vida apresenta reflexos diretos sobre a arborização das cidades, principalmente com relação ao número de indivíduos arbóreos presentes em passeios públicos, praças e outros. Este fato às vezes pode apresentar efeito inverso ao desejado, trazendo desconforto para a população, caso a implantação não tenha sido planejada corretamente.

Segundo MILANO e SOARES (1990), a arborização urbana para a efetiva contribuição ambiental, estética e sócio-econômica, requer planejamento, implantação e manejo adequados, pois só desta forma se alcançarão os benefícios que ela pode proporcionar.

Antes de serem iniciados os trabalhos de implantação ou melhoria da arborização já existente, é recomendável realizar um diagnóstico prévio da situação, que pode ser obtido por meio da execução de inventários específicos.

Para cidades de maior porte, os inventários são realizados por amostragem, visto que a realização de um levantamento total apresenta a necessidade de uma maior disponibilidade de recursos.

A precisão do inventário dependerá da variabilidade da população representada nas unidades de amostra e da intensidade da amostra empregada (SOARES, 1980). Ainda de acordo com o mesmo autor, dentre as unidades de amostra, existem tamanhos, formas e arranjos que representam melhor as diversas condições de variação da população, possibilitando inventariar cada uma com maior precisão e custo reduzido.

O estudo comparativo de unidades de amostra é importante para o adequado planejamento dos recursos humanos e financeiros nos levantamentos e inventários quali-quantitativos de arborização. Tal importância decorre da necessidade de se aumentar a probabilidade de melhor distribuição das unidades de amostra, diminuir o tempo dos levantamentos e procurar a máxima eficiência dos trabalhos das equipes, entre outros aspectos (MILANO *et al.*, 1992).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação comparativa da eficiência do tamanho e forma de unidades de amostra utilizadas em inventários da arborização viária urbana da Região Administrativa Leste da cidade de Belo Horizonte-MG, sendo utilizada a amostragem casual simples.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Terminologia e conceitos utilizados na amostragem

Antes de se abordarem diretamente as técnicas de amostragem e os tamanhos e as formas de unidades de amostra, torna-se importante caracterizar e conceituar os termos empregados nesse processo.

Pode-se então começar pelo termo amostragem, que consiste na observação de uma porção da população para obtenção de estimativas representativas do todo (HUSCH *et al.*, 1982). As informações obtidas podem ser quantitativas e/ou qualitativas.

Quando se trata de problemas de amostragem, existe sempre uma população relacionada, que, de acordo com a área de estudo, poderá apresentar algumas pequenas diferenças em relação à sua definição.

Uma população consiste de um agregado de unidades, do qual se escolhe uma amostra CHACKO (1964). Se uma área florestal ou urbana for dividida num determinado número de compartimentos e se esses compartimentos forem as unidades de amostragem, eles formarão as unidades da população.

De acordo com PÉLLICO NETTO e BRENA (1997), população pode ser definida como um conjunto de seres da mesma natureza, que ocupam um determinado espaço em um determinado tempo. Uma população no sentido estatístico deve apresentar duas características essenciais: os indivíduos da

população devem ser da mesma natureza e diferirem com respeito a uma característica típica ou atributo, chamado variável.

A unidade de amostra (u.a.) é o espaço físico sobre o qual são observadas e medidas as características quantitativas e qualitativas da população (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997). Em inventários florestais urbanos, estas unidades podem ser formadas por parcelas de áreas fixa ou variável, por formas geométricas fechadas (quadra, retangular) ou lineares (transectos, ruas).

A amostra pode ser definida como uma parte da população, constituída de indivíduos que apresentam características comuns que identificam a população a que pertencem (NASH,1960). A amostra deve ser representativa da população, ou seja, deve representar suas características.

As informações obtidas da amostra, tais como a média, a variância, o desvio padrão, o erro padrão da média, dentre outros, são chamadas de estatísticas, que são empregadas para estimar os parâmetros correspondentes da população. As medidas descritivas da população denominam-se parâmetros e as medidas descritivas da amostra são as estatísticas. As estatísticas, portanto, estimam os parâmetros. Estimar significa medir aproximadamente (PAULA NETO, SD).

## **2.2. Erros em inventário florestal**

Todos os inventários estão sujeitos a erros, que podem ser agrupados em duas categorias: erros de amostragem e os erros de não-amostragem. Juntos, eles perfazem o erro total que é a diferença entre a estimativa de uma amostra e o valor verdadeiro da população. Os erros de amostragem resultam do fato de a amostra ser simplesmente uma porção da população e pode não produzir valores idênticos aos parâmetros da população. Os erros de não-amostragem podem ocorrer de várias maneiras, mas são causados principalmente por equívocos na locação das unidades de amostra, erros nas tomadas ou registros de dados, etc (HUSCH *et al.*, 1972).

### **2.3. “Bias”, Precisão e Exatidão**

“Bias”, refere-se a um erro sistemático, que afeta todas as medições de forma semelhante. Este pode ocorrer devido a uma falha no processo de medição ou a um erro instrumental, também devido a falhas no procedimento de amostragem, bem como erros nos procedimentos computacionais (HUSCH *et al.*, 1972). De acordo com FREESE (1962), as práticas que podem minimizar tendências de medições são as constantes verificações dos instrumentos, treinamentos meticulosos e atenção no seu uso.

A precisão em inventários florestais por amostragem é dada pelo erro padrão, sem considerar os erros de não-amostragem ou “bias” (negligência, erros devidos aos instrumentos, erros de registro e processamento). Essa precisão refere-se ao tamanho dos desvios da amostra em relação à média estimada, obtida pela repetição do procedimento de amostragem (HUSCH *et al.*, 1972). A declaração da precisão desejada pode ser feita sob a forma da quantidade de erro que se está disposto a tolerar nas estimativas amostrais (COCHRAN, 1965).

Já a exatidão de um inventário expressa o tamanho dos desvios da estimativa amostral em relação à média paramétrica da população, incluindo os erros de não-amostragem.

### **2.4. Influência do tamanho e da forma das unidades de amostra**

Assim como nos inventários florestais empregados em povoamentos nativos e plantados, o inventário realizado em arborização urbana geralmente faz uso dos processos de amostragem, exceto para cidades de pequeno porte ou com pequeno número de árvores.

Dentre os tipos de unidades de amostra utilizados no processo, existem vários tamanhos e formas possíveis. O tamanho e a forma destas unidades influencia diretamente no seu arranjo ou distribuição na população e, dependendo da disposição, pode representar melhor as características da população. Quando se utilizam forma e tamanho adequados, aumenta-se a possibilidade de inventariar determinada população com maior precisão e menor custo.

Nos inventários de arborização urbana, vários autores, dentre eles MILANO *et al.* (1992), afirmam que o tamanho e a forma das unidades de amostra influenciam na precisão, bem como no planejamento dos recursos humanos e financeiros necessários para a realização do inventário.

Não é uma tarefa simples, a seleção de tamanho e forma de parcela que pode melhor representar uma determinada população. Devem ser realizados testes de amostragem para que se possa chegar a um tamanho adequado, que será eleito em função das características da população. Portanto, é comum, a variação dos tamanhos e formas das unidades de amostra de uma cidade para outra.

As unidades de amostra de tamanho menor são mais facilmente mensuráveis e geralmente apresentam uma menor variação dentro das parcelas. Por outro lado, observa-se uma maior variação entre as parcelas, necessitando-se amostrar um número de parcelas maior para se atingir a intensidade amostral necessária. Isto poderá influenciar diretamente nos custos do levantamento. Além disso, de acordo com HUSCH *et al.* (1972), o uso de unidades de amostra menores, quando em população de composição variada, resultará num elevado coeficiente de variação e, portanto, nesse caso, unidades de amostra maiores seriam mais indicadas. Por outro lado, em unidades de amostra maiores, a variância dentro de cada unidade será maior.

Os tamanhos de parcelas usados para avaliação da arborização de cidades brasileiras de maior porte estão entre 10 e 20 ha, com variação entre as formas quadradas e retangulares, tal como utilizado por BIONDI (1985) para avaliação da arborização da cidade do Recife e MILANO (1984 e 1988) para as cidades de Curitiba e Maringá, respectivamente.

Tais afirmações reforçam a necessidade e a importância de se buscar um tamanho adequado de unidade de amostra para realização dos inventários de arborização urbana, considerando as particularidades locais.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Descrição da área de estudo**

A cidade de Belo Horizonte-MG situa-se a 19° 55' de latitude Sul e a 43° 56' de longitude Oeste e sua altitude aproximada é de 875 m. O clima local apresenta estações secas e úmidas bem definidas. O período úmido é também o mais quente e se estende de outubro a março. A temperatura média é de 21,7°C, podendo atingir valores de até 26,8°C na estação mais quente e de 16°C na estação mais fria. As temperaturas máximas podem se apresentar entre 33° e 40°C, enquanto as mínimas podem descer aos limites de 5°C. A pluviosidade média anual é de 1505,7 mm, que nos meses mais quentes, entre outubro e março, alcança 89% do seu total anual. A umidade relativa média é de 71,3%, a nebulosidade média de 5,2 (numa escala de 0 a 10) e a insolação de 6,9 horas/dia (CENCIC, 1996).

O estudo foi desenvolvido na Região Administrativa Leste (RAL), que é uma das nove regionais em que a cidade está dividida. As Regionais funcionam como sub-prefeituras. A RAL conta com uma Gerência de Parques e Jardins, que é responsável pela execução de todos os serviços requeridos na arborização desta Regional, incluindo a arborização de ruas, praças, e parques. O setor de Parques e Jardins é subordinado à Gerência de Manutenção da RAL.

Foram avaliados os indivíduos arbóreos existentes em passeios públicos dos bairros Colégio Batista, Floresta, Horto, Sagrada Família e Santa Tereza.

Nesta área, foi realizado um censo da arborização viária, que serviu de base para o estudo do tamanho e da forma das unidades de amostra e posteriormente para avaliação da precisão dos métodos de amostragem.

### **3.2. Inventário quali-quantitativo total**

O inventário total ou censo foi realizado para que pudessem ser estudados os processos de amostragem com maior confiabilidade, no que diz respeito ao tamanho e forma das unidades de amostra, bem como ao método de amostragem utilizado. Além de servir como referência para as comparações entre os tipos de unidades de amostra e métodos estudados, a realização do inventário total possibilitou o mapeamento da população arbórea na região de estudo e a identificação da composição real desta arborização.

Os parâmetros selecionados para avaliação da vegetação estão de acordo com as recomendações de GREY e DENEKE (1986), BIONDI (1985), MILANO (1988) e SANTOS (2001). Foram levantados dados referentes às seguintes características: espécie, diâmetro a 1,3 m de altura (DAP), diâmetro da copa, qualidade do tronco, qualidade da copa, qualidade da raiz, área livre, afastamento predial, existência de conflitos com a fiação e largura do passeio.

Os dados coletados foram digitados e processados em planilhas eletrônicas comuns, não sendo utilizado nenhum “software” específico.

### **3.3. Inventário quali-quantitativo por amostragem**

Este inventário foi realizado tendo como base os objetivos de testar a eficiência do tamanho e da forma das unidades de amostra utilizadas para avaliação da arborização viária, bem como avaliar sua precisão como método quali-quantitativo em representar as características desta arborização, por meio da amostragem casual.

De posse do censo da arborização dos cinco bairros da Região Administrativa Leste onde foi realizado o estudo, o passo seguinte foi a obtenção de cópias do mapa oficial da região em escala 1:10.000. Foram utilizadas seis cópias do mapa, que foram quadriculadas de acordo com cada tipo de parcela estudada. O número total de unidades de amostra que

representou a população de acordo com cada tipo de parcela utilizado, pode ser observado no Quadro 1.

Cada parcela recebeu um número identificador e então foram sorteadas várias unidades, até que a precisão desejada fosse alcançada. O sorteio foi realizado em um programa criado especificamente para esta finalidade.

Não houve exclusão de unidades de amostra, de acordo com a porcentagem de arborização existente. Com a finalidade de eliminar a tendenciosidade, toda unidade sorteada foi amostrada, mesmo que apresentasse um pequeno número de indivíduos, embora isso pudesse aumentar a variância entre as unidades.

Quadro 1 – Representação dos tipos de unidades de amostra utilizadas no processo de amostragem casual simples e do número total de unidades de amostra da população, segundo cada tipo de parcela utilizada na Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

Tipo	Dimensões das U.A. (m)	Área (ha)	População total (N)
I	200x200	4	153
II	100x400	4	155
III	300x300	9	72
IV	150x600	9	74
V	400x400	16	44
VI	200x800	16	42

Também foi utilizada uma cópia do mapa cadastral na escala 1:1000, onde foram conferidos os números referentes à localização das árvores dentro de cada parcela.

Os resultados da utilização de unidades de amostra de diferentes tamanhos devem ser confiáveis e estar dentro de limites estatísticos para que possa ser feita uma avaliação comparativa de sua eficiência, segundo o tamanho e a forma (MILANO *et al.* 1992). Desta maneira, o número de amostras a serem medidas, foi calculado segundo um nível de probabilidade de 95% e um limite de erro de 10%.

Para o cálculo da variância e do número de unidades de amostras necessárias utilizou-se, como variável principal, o número de árvores por quilômetro de calçada, que, de acordo com MILANO (1988), é a variável que permite melhor homogeneização da variância. Esta variável também foi

utilizada por MILANO (1984), BIONDI (1985) e MILANO e SOARES (1990).

De forma geral, para as comparações de dados quantitativos, foi eleita como variável principal, o número de árvores por quilômetro de calçada e para a avaliação qualitativa, a variável considerada foi a espécie, tendo como base a frequência dos indivíduos.

### 3.4. Cálculo do tamanho da amostra (n) e do erro de amostragem (E%)

Em se tratando de população finita, a intensidade de amostragem necessária para o erro de amostragem requerido e a probabilidade de confiança fixada pode ser calculada em função da variância ou do coeficiente de variação (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Neste trabalho, a intensidade amostral foi calculada em função da variância da população. Cabe lembrar que a variável utilizada foi o número de árvores por quilômetro de calçada. Desta forma, utilizou-se a seguinte expressão (HUSCH *et al.*, 1972):

$$n = \frac{Nt^2s^2}{NE^2 + t^2s^2} \quad (1) \quad \text{onde: } E^2 = (LE\bar{X})^2 \quad (1a)$$

em que:

n= tamanho da amostra; N= tamanho da população; t= valor tabelado da distribuição t de Student, ( $\alpha\%$ , n-1 gl);  $s^2$  = estimativa da variância;  $E^2$  = erro de amostragem admitido; LE = Limite máximo do erro de amostragem admitido e  $\bar{X}$  = média estimada.

Cabe enfatizar que, comumente, o erro de amostragem admitido no inventário é fixado a partir de um limite percentual da média estimada, sendo:

$E^2 = t^2(LE\bar{X})^2$ , mas em geral é dado por simplesmente por  $E^2 = (LE\bar{X})^2$ , deixando o valor da probabilidade (t) de Student implícito no limite do erro, para fixá-lo diretamente na probabilidade de 95% (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997)..

O erro de amostragem E(%) foi obtido pela seguinte expressão (HUSCH *et al.*, 1972):

$$E\% = \pm \frac{t_a \cdot s_{\bar{X}}}{\bar{X}} * 100 \quad (2)$$

em que:

$s_{\bar{X}}$  = erro-padrão da média;  $t$  = valor tabelado da distribuição t de Student, (10%,  $n-1$  gl); e  $\bar{X}$  = média do número de árvores por quilômetro de calçada.

Os estimadores dos parâmetros amostrais são apresentados no quadro a seguir:

Quadro 2 – Estimadores dos parâmetros amostrais utilizados para os diversos tamanhos e formatos de parcelas utilizadas na amostragem da arborização da Região Administrativa Leste de Belo Horizonte -MG.

Estimativa da média amostral	$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$
Estimativa da variância	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$
Estimativa do desvio padrão	$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$
Variância da média	$\hat{V}(\bar{X}) = \frac{s^2}{n} \left( \frac{N-n}{N} \right)$
Desvio padrão da média ou erro padrão	$s_{(\bar{X})} = \sqrt{\hat{V}(\bar{X})}$
Coeficiente de variação	$cv = \frac{s}{\bar{X}} \cdot 100$
Intervalo de confiança para população finita	$IC = \bar{X} \pm t \cdot \sqrt{\left( \frac{N-n}{N} \right) \cdot \frac{s^2}{n}}$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Composição da arborização obtida por meio do inventário quali-quantitativo total

Por meio do inventário quali-quantitativo total ou censo foi obtido o número total de indivíduos arbóreos presentes na área de estudo. Este inventário possibilitou ainda, o conhecimento da real composição da arborização existente nos passeios públicos dos cinco bairros abordados.

A listagem das espécies identificadas, contemplando as famílias botânicas, o número de indivíduos e a frequência relativa são mostrados na Tabela 2 (Apêndice C).

A seguir, destaca-se o número de indivíduos existentes em cada um dos bairros contemplados pelo inventário completo.

Quadro 3 – Distribuição das árvores de passeio existentes nos bairros da RAL de Belo Horizonte, contemplados no inventário quali-quantitativo total.

BAIRRO	NÚMERO DE ÁRVORES
Colégio Batista	635
Floresta	743
Horto	258
Sagrada Família	3402
Santa Tereza	2155

As dez espécies de maior frequência representaram aproximadamente 68,9% da população arbórea.

Observando-se o Quadro 4, verifica-se que a maioria dos indivíduos identificados está distribuída em poucas espécies, as quais são responsáveis pela maior parte da população e que, a partir da décima terceira espécie de maior frequência em diante, a porcentagem do número de indivíduos por espécie não ultrapassa 2% do total.

Mesmo tendo sido identificadas 144 espécies, a “diversidade” da arborização pode ser melhorada. Isto, tendo em vista que muitas das espécies apresentam pequeno número de indivíduos, ou seja, a maioria dos indivíduos se encontra distribuída num pequeno número de espécies.

Quadro 4 – Relação das 20 espécies de maior frequência que compõem a arborização de passeio dos bairros Colégio Batista, Floresta, Horto, Sagrada Família e Santa Tereza, localizados na Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	Nº. IND.	F.R. (%)
1	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	874	12,15
2	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	733	10,19
3	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	656	9,12
4	Bauhínea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	584	8,12
5	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	422	5,87
6	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	374	5,20
7	Esculmilha resedá	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	356	4,94
8	Triplaris	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.	356	4,94
9	Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	294	4,09
10	Munguba	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	288	4,00
11	Esculmilha africana	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	187	2,60
12	Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	151	2,10
13	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	133	1,85
14	Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don	124	1,72
15	Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	110	1,53
16	Oiti	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	106	1,47
17	Espatódea	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	100	1,39
18	Flamboyant	<i>Delonix regia</i> Raf.	91	1,26
19	Mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	79	1,10
20	Espirradeira	<i>Nerium oleander</i> L.	67	0,93

Nº. ind. = número de indivíduos; F.R. Frequência relativa

Recorrendo-se à literatura especializada, podem-se encontrar alguns resultados referentes a inventários de arborização viária urbana, que demonstram a grande concentração de indivíduos em um pequeno número de espécies. Na cidade de Maringá-PR, MILANO (1988) observou que as cinco espécies de maior frequência representavam 82,10% da população,

destacando-se a *Caesalpinia peltophoroides* sendo responsável por 49,83% dos indivíduos dessa população. Em estudos do mesmo autor na cidade de Curitiba-PR, a espécie que se destacou foi *Lagerstroemia indica*, sendo responsável por 24,0% dos indivíduos existentes. Já na cidade de Vitória-ES, as três espécies de maior frequência foram *Licania tomentosa* com 26,7%, *Caesalpinia peltophoroides* com 21,8% e *Cassia ferruginea* com 18,4%, somando 66,9% da população arbórea de vias públicas (ESPIRITO SANTO, 1992). Em Piracicaba-SP, LIMA *et al.* (1992) constataram que as 13 espécies de maior frequência respondiam por 85,6% da população arbórea. Na cidade de Porto Alegre-RS, as dez espécies mais frequentes representavam 71,3% da população total, num universo de 165 identificadas (PORTO ALEGRE, 2000).

Distribuições semelhantes podem ser encontradas também em países que já trabalham com arborização urbana há mais tempo, como os Estados Unidos. Em Oakland-EUA, o inventário mostrou que as quatro espécies de maior frequência representam 49,0% da população arbórea; em Chicago, seis espécies constituem mais da metade da população (NOVAK, 1994).

Segundo SUN e BASSUK (1991), as populações arbóreas das cidades geralmente apresentam em torno de 50 espécies e poucas espécies, geralmente menos que dez, representam a maior parte da população arbórea.

Mesmo que na maioria dos casos poucas espécies representem a maior parte da população arbórea, isto não é desejável, quer por questões estéticas ou fitossanitárias. De acordo com GREY e DENEKE (1986), as espécies não devem apresentar frequência superior aos 15,0% da população total, desta forma minimizando a possibilidade de ocorrência de problemas fitossanitários.

No caso específico dos bairros estudados, pode-se observar que as espécies de maior frequência não excedem ao que é tecnicamente recomendado.

#### **4.2. Inventário quali-quantitativo por amostragem.**

A discussão a seguir baseia-se nos resultados apresentados no Quadro 5 e concorda com os objetivos propostos inicialmente.

Primeiramente foi abordada a eficiência do tamanho e forma de parcelas, representando a população por meio da variável número de árvores

por quilômetro de calçada. Posteriormente, foi contemplada a capacidade do método em representar características qualitativas da população por meio da amostragem casual simples, tendo como base comparativa, a variável espécie.

Quadro 5 – Representação do tipo de unidade de amostra (u.a.) utilizado na amostragem da arborização, tamanho da população, tamanho da amostra e respectivas estatísticas.

Tipo	U. A.	N	n (rep)	$\bar{X}$	$s^2$	$s$	$s(\bar{x})$	C. V. (%)
I	200X200 m	153	25	40,6244	110,2851	10,5017	1,92	25,85
II	100X400 m	155	31	46,1152	190,2783	13,7941	2,01	29,91
III	300X300 m	72	12	35,15	15,3343	3,9159	1,03	11,14
IV	150X600 m	74	20	39,6365	93,2907	9,6587	1,84	24,37
V	400x400 m	44	12	38,9575	50,9137	7,1354	1,75	18,32
VI	200x800 m	42	11	40,6155	44,7807	6,6918	1,73	16,48

U.A. Unidades de amostra; N= total de unidades de amostra da população; n= tamanho da amostra;  $\bar{X}$  = estimativa da média amostral;  $s^2$  = estimativa da variância;  $s$  = estimativa do desvio padrão ;  $s(\bar{x})$  = estimativa do desvio padrão da média ; C.V.= coeficiente de variação.

As parcelas de menor tamanho (tipos I e II) apresentaram uma melhor distribuição espacial sobre a área avaliada, e aquelas de forma quadrada (tipo I) mostraram maior facilidade de distribuição. Ainda assim, os tipos I e II foram os que apresentaram os maiores erros padrões da média, que, de acordo com MILANO (1988 e 1990), são o parâmetro mais importante na determinação do grau de precisão estatística e conseqüentemente de maior ou menor eficiência.

As parcelas tipos I e II apresentaram ainda coeficientes da variação elevados, o que de acordo com a teoria de amostragem pode ser devido ao próprio tamanho da parcela, visto que para parcelas pequenas, teoricamente as variações são menores dentro da parcela e maiores entre as parcelas.

Já as parcelas de tamanho intermediário (tipos III e IV), como era esperado, não puderam ser tão bem alocadas na população como aquelas de menor tamanho. As de forma quadrada (tipo III) apresentaram o menor erro padrão da média dentre todos os tipos de parcelas avaliados. As de forma retangular (tipo IV) apresentaram um erro padrão da média inferior aos tipos I e II, teoricamente apresentando uma maior precisão. Já quando comparadas com as parcelas dos tipos V e VI, apresentaram desempenho ligeiramente inferior com base no erro padrão da média.

Entre as parcelas dos tipos III e IV ocorreu de um modo geral, uma variação perceptível entre os valores das estimativas dos parâmetros. Acredita-se que tal diferença se deve mais à disposição das unidades de amostra na área do que à própria forma das mesmas. Isto foi concluído mediante a observação da disposição das unidades sobre a população. Para os demais tamanhos de parcela, as diferenças entre as estimativas não foram tão perceptíveis.

As parcelas de maior tamanho (tipos V e VI) apresentaram algumas dificuldades quanto à distribuição das unidades de amostra sobre a área de estudo, principalmente para aquelas de forma retangular (tipo VI). Ambos os tipos (V e VI) apresentaram valores de erro padrão da média bem próximos entre si, indicando grande semelhança em relação à sua eficiência. Comparando-os com os demais resultados apresentados, estes só não foram melhores que os oriundos das parcelas de tipo III.

Avaliando-se a eficiência através do erro padrão da média e do coeficiente de variação, as parcelas dos tipos V e VI (16 ha) são as que mais se aproximam da precisão fornecida pelas de tipo III, mas optar por parcelas de área maior, implica em maior custo final. Isto quando há semelhança na precisão entre os tamanhos diferentes.

O trabalho realizado por MILANO (1988) na cidade de Maringá-PR revelou médias de árvores por quilômetro de calçada bem superiores às que foram encontradas na Região Administrativa Leste da cidade de Belo Horizonte. Isto provavelmente se deve ao fato de o autor preferir censurar as unidades de amostra, evitando aquelas que possuíam baixas densidades populacionais. Tal fato pode ter influenciado também nos valores dos coeficientes de variação obtidos em sua avaliação, que foram ligeiramente inferiores aos obtidos para a arborização de Belo Horizonte.

Devido à carência de trabalhos abordando a eficiência do tamanho e formas de parcelas para arborização urbana, torna-se bastante difícil o estabelecimento de comparações.

No Brasil, são mais comuns trabalhos abordando tamanhos e/ou formas de parcelas para florestas nativas e plantadas como mostram os trabalhos de SIMPLÍCIO *et al.* (1996), LAURENCE *et al.* (1998), ZANON e STORCK (2000), GAMA *et al.* (2001) e VIEIRA e COUTO (2001). Já para a arborização de

idades, os trabalhos são bastante escassos, sendo mais conhecidos os de MILANO (1988) e de MILANO e SOARES (1990).

Para a avaliação de povoamentos florestais, nota-se que existe uma certa preferência por unidades de amostra retangulares, o que pode ser observado pelo uso destas formas em trabalhos tais como ROLIM e NASCIMENTO (1997) e MELLO *et al.* (1996), dentre outros.

Já nos trabalhos realizados em arborização, não se identificou essa preferência. Mesmo assim, MILANO *et al.* (1992) concluíram que as parcelas de forma retangular foram as mais eficientes para avaliar a arborização de Curitiba-PR, embora essas tivessem a metade do tamanho daquelas de forma quadrada a que foram comparadas, o que pode ter influenciado no resultado obtido pelos autores.

Com base no erro padrão da média e respectivo coeficiente de variação, as parcelas de forma quadrada de 300x300 m mostraram-se mais eficientes que as demais para avaliar a arborização da Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

#### **4.2.1. Análise do coeficiente de variação em relação ao tamanho da parcela**

Além do erro padrão da média, é necessário observar outros parâmetros para se chegar a um tamanho e uma forma de parcela adequada para o procedimento de amostragem de determinada população.

Um ponto importante com relação ao tamanho da parcela é a observação da diferenciação do coeficiente de variação em relação à área da parcela. A Figura 1 mostra que o coeficiente de variação apresentou-se elevado inicialmente, com posterior queda e tendência de estabilização em torno de 10 ha, representado neste estudo pelas parcelas tipo III e IV, ambas com 9 ha. Desta forma, podem-se indicar as parcelas de 9 há, como as de tamanho mais adequado.

Para confirmar esta indicação, seria ideal realizar uma análise de regressão, mas como foram testados apenas 3 tamanhos de parcelas não teria sentido esse tipo de análise, tendo em vista o ajuste da curva com base no

reduzido número de observações. Desta forma, foram apresentadas apenas as tendências observadas na Figura 1.

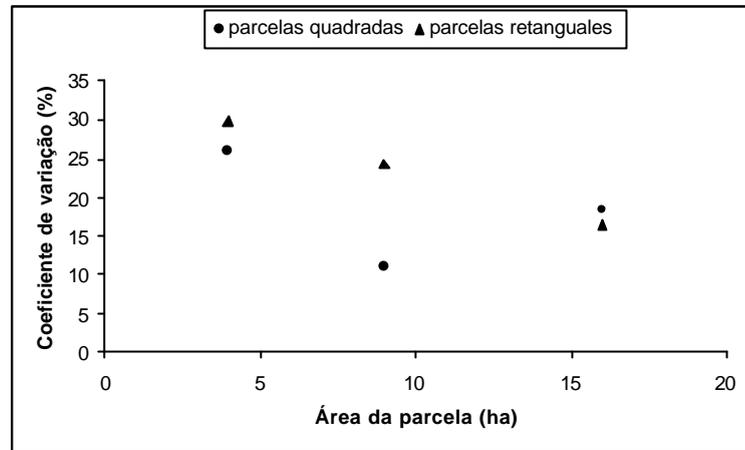


Figura 1 – Representação gráfica da diferenciação do coeficiente de variação em relação às áreas das parcelas.

O resultado obtido para o tamanho de parcela com base na discussão das tendências apresentadas na Figura 1 mostrou a parcela de 9 ha como sendo a de tamanho mais adequado, o que é bastante semelhante aos resultados obtidos por MILANO (1988) e MILANO *et al.* (1992), com valores de 10 e 12,5 ha, respectivamente.

#### 4.2.2. Análise do coeficiente de variação em relação ao número de parcelas amostradas.

Também é importante verificar o comportamento do coeficiente de variação em relação ao número de parcelas amostradas, considerando o tamanho e a forma das mesmas (Figuras de 2 a 7) .

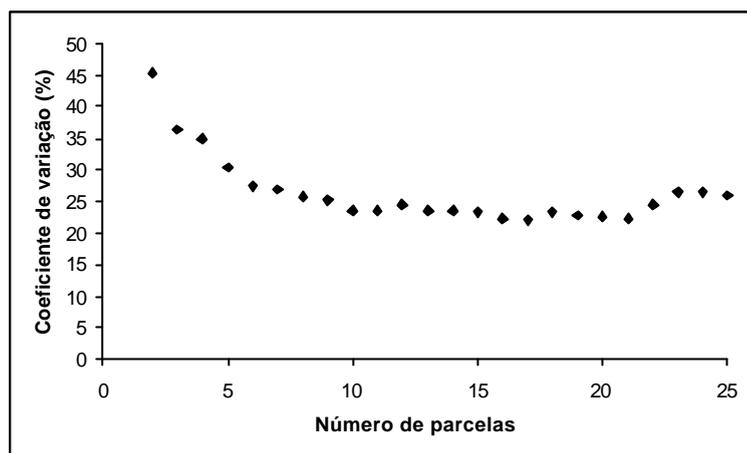


Figura 2 – Representação gráfica relativa ao comportamento do coeficiente de variação em relação ao número de parcelas de 200 x 200 m (tipo I) amostradas.

Na Figura 2, pode-se observar que, inicialmente, o coeficiente de variação (c.v.) apresenta valores elevados, que vão decrescendo até que o número de parcelas amostradas esteja em torno de 10 unidades. Daí em diante, observa-se uma tendência à estabilização, o que é um comportamento esperado, ou seja, é comum um decréscimo e posterior estabilização dos valores de coeficiente de variação, em relação ao número de parcelas amostradas.

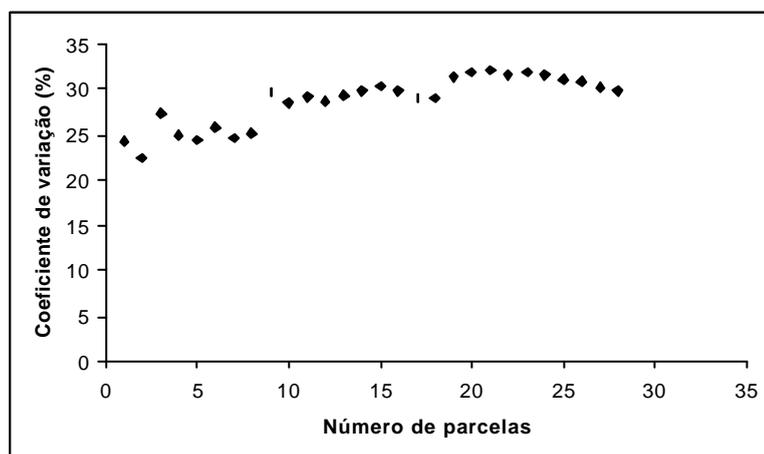


Figura 3 – Representação gráfica relativa ao comportamento do coeficiente de variação em relação ao número de parcelas de 100 x 400 m (tipo II) amostradas.

As parcelas no formato 100x400 m não apresentaram grandes variações do c.v. em relação ao número de parcelas amostradas, apresentando

tendência mais ou menos constante ao longo do processo de amostragem, exceto pelas pequenas variações iniciais. Também em torno das 10 unidades de amostra há uma tendência de estabilização mais nítida.

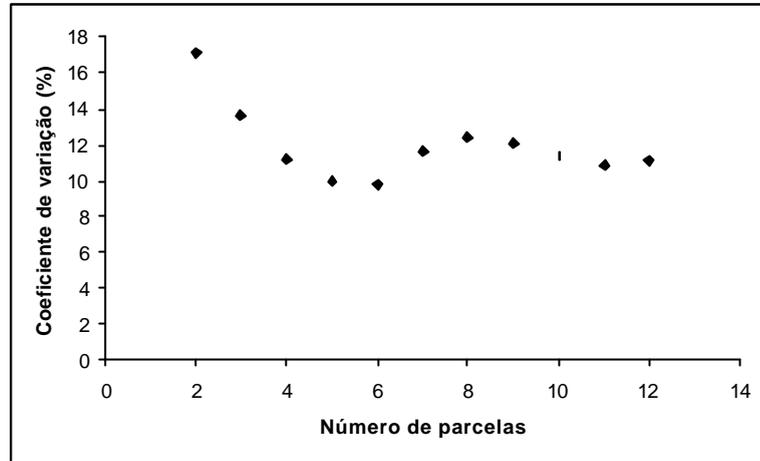


Figura 4 – Representação gráfica relativa ao comportamento do coeficiente de variação em relação ao número de parcelas de 300 x 300 m (tipo III) amostradas.

As parcelas no formato 300x300 m apresentaram um decréscimo do c.v. em relação ao número de unidades amostradas, uma pequena oscilação e uma tendência à estabilização, da décima unidade em diante. Esse comportamento é bem próximo do desejado nos trabalhos de amostragem, em geral.

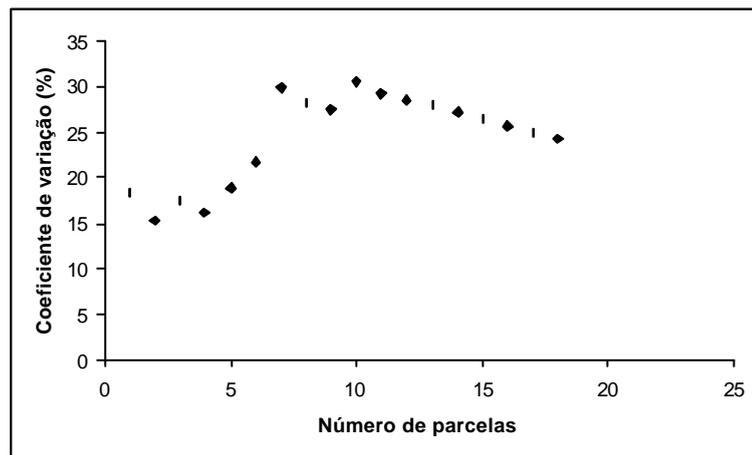


Figura 5 – Representação gráfica relativa ao comportamento do coeficiente de variação em relação ao número de parcelas de 150 x 600 m (tipo IV) amostradas.

As parcelas de formato 150x600 m apresentaram oscilações do coeficiente de variação até próximo das 10 unidades de amostra e, a partir desse ponto, iniciou-se uma tendência de queda com possível estabilização no final. No início do processo, frente às poucas unidades amostradas, a variação ou oscilação entre unidades torna-se mais perceptível de uma para outra, mas com o aumento de número de unidades amostradas, geralmente o c.v. tende à estabilização.

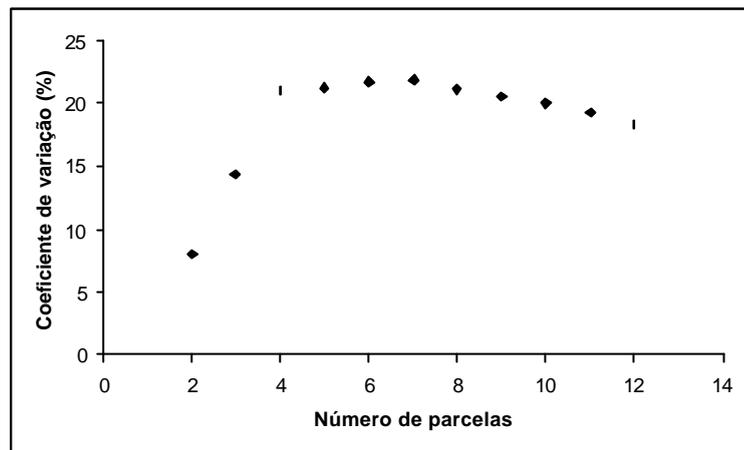


Figura 6 – Representação gráfica relativa ao comportamento do coeficiente de variação em relação ao número de parcelas de 400 x 400 m (tipo V) amostradas.

As parcelas de formato 400x400 m apresentaram inicialmente um comportamento inverso do esperado, ou seja, um crescimento do c.v. em relação ao aumento do número de unidades amostradas. Isto devido às primeiras duas parcelas terem apresentado estimativas da média bastante próximas, facilitando a percepção de um crescimento do c.v. até a quarta unidade amostrada. Daí em diante, o decréscimo esperado do c.v. se inicia, apresentando uma possível estabilização no final do processo.

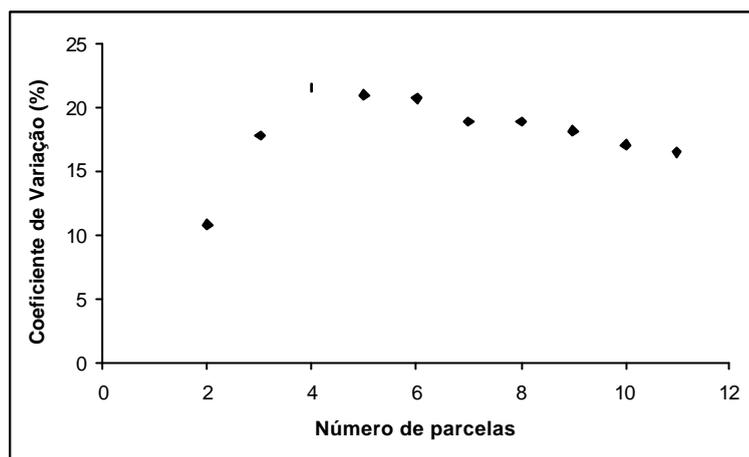


Figura 7 – Representação gráfica relativa ao comportamento do coeficiente de variação em relação ao número de parcelas de 200 x 800 m (tipo VI) amostradas.

As parcelas de formato 200x800 m apresentaram um comportamento semelhante àquele apresentado pelas parcelas de formato 400x400 m, também devido às mesmas razões já discutidas. E, além disso, foram semelhantes também nos valores dos desvios padrões da média e nos de coeficiente de variação. Desta forma, pode-se dizer que tende a não haver diferença quanto à sua eficiência para o processo de amostragem em questão.

#### 4.2.3. Erro de amostragem

Os erros de amostragem são decorrentes do próprio processo de amostragem e ocorrem devido à parte da população que não foi contemplada na amostra. Considerando-se nulos os erros de não-amostragem, a diferença entre a média estimada e a média real da população é estimada através do erro padrão da média. Este expressa o tamanho esperado do erro de amostragem, em geral, apresentado como uma porcentagem da média estimada e por isso chamado de erro de amostragem percentual (PÉLLICO NETTO e BRENA,1997).

A precisão do inventário com base na amostragem é indicada pelo erro de amostragem e não inclui o efeito de “bias”. Assim, verificando os erros de amostragem referentes aos tamanhos e formas de parcelas testados, pôde-se verificar a precisão de cada procedimento em representar a população arbórea

viária em questão. No Quadro 6, podem ser observados os erros de amostragem referentes aos seis tipos de parcela utilizados no processo de amostragem casual da arborização da RAL de Belo Horizonte.

Quadro 6 – Erro de amostragem relativo para cada tipo de parcela testado no processo de amostragem casual, utilizado para avaliar a arborização da RAL de Belo Horizonte-MG.

Parcelas (m)	Erro relativo (Er)
200x200	9,75%
100x400	8,89%
300x300	6,46%
150x600	9,74%
400x400	9,92%
200x800	9,50%

Todos os erros de amostragem relativos estão dentro da faixa de valores esperada, uma vez que foi definido um limite de erro máximo admissível de 10%. Mesmo com as variações apresentadas, todos atenderam ao objetivo proposto, ou seja, a precisão atende aos padrões pré-estabelecidos.

#### 4.2.4. Intervalo de confiança para a média

O intervalo de confiança determina o limite inferior e superior, dentro do qual se espera encontrar probabilisticamente, o valor paramétrico da variável estimada. Os intervalos para cada um dos seis tipos de parcelas avaliados estão expostos no Quadro 7.

Quadro 7 – Intervalos de confiança para o número médio de árvores por quilômetro de calçada, referente aos diferentes tamanhos e formas de parcelas.

Parcelas (m)	Intervalos de confiança (IC)
200x200	IC [40,62 ± 3,96]=95%
100x400	IC [46,12 ± 4,10]=95%
300x300	IC [35,15 ± 2,27]=95%
150x600	IC [39,64 ± 3,86]=95%
400x400	IC [38,96 ± 3,87]=95%
200x800	IC [40,62 ± 3,86]=95%

De acordo com os valores dos intervalos de confiança apresentados, o tipo de parcela que forneceu uma melhor aproximação para a média foi a parcela de 300x300 m (9 ha), ou seja, parcela tipo III.

Esta constatação somada às outras evidências já discutidas anteriormente, confirma que nos procedimentos de amostragem aleatória utilizados para avaliação da arborização da Região Administrativa Leste da cidade de Belo Horizonte, o tipo de parcela que apresentou maior precisão foi o tipo III, cuja dimensão é 300x300 m.

#### 4.2.5. Representatividade da amostragem em relação a variável espécie.

Com o objetivo de avaliar a capacidade do método quali-quantitativo em representar as características qualitativas da população arbórea por meio da amostragem casual, foi selecionada a variável espécie para ser usada como base comparativa entre os diferentes tipos de unidades de amostra testados.

O resultado das 15 espécies de maior frequência obtido por meio do inventário quali-quantitativo total (censo) foi comparado com as 15 espécies mais frequentes obtidas por cada um dos seis tipos de parcela utilizados na amostragem (Quadros de 8 a 14).

Quadro 8 – Classificação das espécies de acordo com o número de indivíduos, obtida através do censo realizado nos bairros Colégio Batista, Floresta, Horto Sagrada Família e Santa Tereza, localizados na Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

	Nome vulgar	Nome científico	Nº indivíduos
1	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	874
2	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	733
3	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	656
4	Bauhínea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	584
5	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	422
6	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	374
7	Esculmilha resedá	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	356
8	Triplaris	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.	356
9	Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	294
10	Munguba	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	288
11	Esculmilha africana	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	187
12	Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	151
13	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	133
14	Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don	124
15	Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	110

O inventário total identificou aproximadamente 7200 indivíduos, dentre os quais, os relacionados no Quadro 8 se destacam por apresentar frequência elevada.

Quadro 9 – Classificação das principais espécies de acordo com o número de indivíduos obtidos por amostragem, utilizando parcelas de 200x200 m, contemplando-se os bairros Colégio Batista, Floresta, Horto Sagrada Família e Santa Tereza, localizados na Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

	<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome científico</b>	<b>N° indivíduos</b>
1	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	160
2	Bauhínea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	153
3	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	140
4	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	130
5	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	100
6	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	85
7	Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich	74
8	Esculmilha resedá	<i>Largerstroemia indica</i> L.	71
9	Triplaris	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.	68
10	Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosaefolia</i> D. Don	44
11	Munguba	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	36
12	Esculmilha africana	<i>Largerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	30
13	Mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	26
14	Oiti	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	26
15	Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	25

Quando se compara o resultado obtido no inventário por amostragem (Quadro 9) com aquele obtido pelo censo (Quadro 8), pode-se observar que ocorreram variações na ordem das espécies de acordo com a frequência o que é natural, por se tratar de uma amostragem. Observa-se ainda, que todas as espécies de frequência elevada se encontram representadas pela amostra. Desta forma, pode-se inferir que o resultado que atende aos objetivos propostos.

Quadro 10 – Classificação das principais espécies de acordo com o número de indivíduos obtidos por amostragem, utilizando parcelas de 100x400 m, contemplando-se os bairros Colégio Batista, Floresta, Horto Sagrada Família e Santa Tereza, localizados na Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

	Nome vulgar	Nome científico	Nº indivíduos
1	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	166
2	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	160
3	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	148
4	Bauhínea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	130
5	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	89
6	Triplaris	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.	80
7	Esculmilha resedá	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	66
8	Munguba	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	64
9	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	56
10	Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	55
11	Mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	30
12	Oiti	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	30
13	Esculmilha africana	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	28
14	Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich	23
15	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	22

Os resultados qualitativos provenientes da amostragem com parcela de 100x400 m ficaram bastante próximos daqueles obtidos no censo, visto que a classificação das cinco espécies de maior frequência não foi alterada, ou seja, mantiveram suas posições relativas com base no censo.

Qualitativamente, a forma 100x400 m se mostrou mais eficiente em representar a população do que a forma 200x200 m, embora tenha sido necessário utilizar um maior número de parcelas para isso. Foram gastas seis unidades de amostra além do número utilizado no formato 200x200 m, o que pode ser explicado pela maior variância entre as parcelas desse tipo.

Quadro 11 – Classificação das principais espécies de acordo com o número de indivíduos obtidos por amostragem, utilizando parcelas de 300x300 m, contemplando-se os bairros Colégio Batista, Floresta, Horto Sagrada Família e Santa Tereza, localizados na Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

	<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Nº indivíduos</b>
1	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	131
2	Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	109
3	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	104
4	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	101
5	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	94
6	Esculmilha resedá	<i>Largerstroemia indica</i> L.	71
7	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	66
8	Triplaris	<i>Triplaris brasiliiana</i> Cham.	59
9	Bauhinea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	53
10	Oiti	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	35
11	Flamboyant	<i>Delonix regia</i> Raf.	30
12	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	29
13	Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	26
14	Mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	26
15	Esculmilha africana	<i>Largerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	25

As unidades de formato 300x300 m, como visto anteriormente, foram as que apresentaram melhor eficiência quando se usou uma variável quantitativa para avaliar a população (Quadro 5). Já qualitativamente, sua eficiência foi apenas regular, bastando comparar as variações nas posições das espécies de maior frequência na amostra com o censo. Mesmo assim, as de maior frequência foram contempladas na amostragem.

Quadro 12 – Classificação das principais espécies de acordo com o número de indivíduos obtidos por amostragem, utilizando parcelas de 150x600 m, contemplando-se os bairros Colégio Batista, Floresta, Horto Sagrada Família e Santa Tereza, localizados na Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

	<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Nº indivíduos</b>
1	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	168
2	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	158
3	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	155
4	Bauhinea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	93
5	Triplaris	<i>Triplaris brasiliiana</i> Cham.	91
6	Esculmilha resedá	<i>Largerstroemia indica</i> L.	89
7	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	86
8	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	78
9	Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	63
10	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	36
11	Flamboyant	<i>Delonix regia</i> Raf.	32
12	Munguba	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	30
13	Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich	28
14	Esculmilha africana	<i>Largerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	27
15	Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don	23

As parcelas de 150x600 m quando comparadas ao censo, mostraram grande semelhança entre as frequências de modo geral, não havendo grandes mudanças na classificação na posição das espécies na tabela.

Quando se confrontaram parcelas de mesma área, a forma 300X300 m mostrou maior eficiência em representar dados quantitativos (Quadro 5), enquanto as de formato 150x600 m mostraram maior eficiência com relação aos dados qualitativos. Devido à maior variância da média apresentada, a forma 150x600 m necessitou de quase o dobro do número de unidades de amostra para se chegar a esse resultado. É bom lembrar que quanto maior o número de parcelas amostradas maior será o custo final.

Quadro 13 – Classificação das principais espécies de acordo com o número de indivíduos obtidos por amostragem, utilizando parcelas de 400x400 m, contemplando-se os Colégio Batista, Floresta, Horto Sagrada Família e Santa Tereza, localizados na Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

	<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome científico</b>	<b>N° indivíduos</b>
1	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	343
2	Bauhinea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	224
3	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	216
4	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	194
5	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	165
6	Esculmilha resedá	<i>Largerstroemia indica</i> L.	137
7	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	113
8	Munguba	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	107
9	Triplaris	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.	93
10	Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	46
11	Esculmilha africana	<i>Largerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	40
12	Caliandra	<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	39
13	Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	39
14	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	38
15	Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich	36

Os resultados obtidos com as parcelas de 400x400 m se aproximam bem daqueles obtidos pelo censo, exceto por algumas variações com relação às frequências das espécies. No entanto, todas as espécies de frequências elevadas foram representadas pela amostragem.

Quadro 14 – Classificação das principais espécies de acordo com o número de indivíduos obtidos por amostragem, utilizando parcelas de 200x800 m, contemplando-se os bairros Colégio Batista, Floresta, Horto Sagrada Família e Santa Tereza, localizados na Região Administrativa Leste de Belo Horizonte-MG.

	<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Nº indivíduos</b>
1	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	389
2	Bauhinea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	291
3	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	192
4	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	184
5	Triplaris	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.	169
6	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	111
7	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	109
8	Esculmilha resedá	<i>Largerstroemia indica</i> L.	101
9	Munguba	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	90
10	Esculmilha africana	<i>Largerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	47
11	Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	37
12	Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	37
13	Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich	36
14	Mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	35
15	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	27

Assim como para as anteriores, as parcelas de 200x800 m também representaram bem a população de forma qualitativa. Quando comparadas as duas formas, 400x400 m e 200x800 m, essas apresentaram desempenho semelhante tanto no aspecto quantitativo, quanto no qualitativo. Além dos parâmetros como variância e coeficiente de variação com valores próximos, o número de unidades de amostra utilizado diferiu em apenas uma unidade. Mesmo com toda a semelhança, a amostra derivada de parcelas quadradas conseguiu representar um número final de espécies maior do que o contemplado por aquelas de forma retangular.

#### 4.2.5. Porcentagem da população presente na amostra

Outro ponto passível de comentários é a porcentagem da população que esteve representada nas amostras colhidas. É importante salientar que quanto maior for a porcentagem amostrada da população, maior será o custo do processo de amostragem (Figura 8).

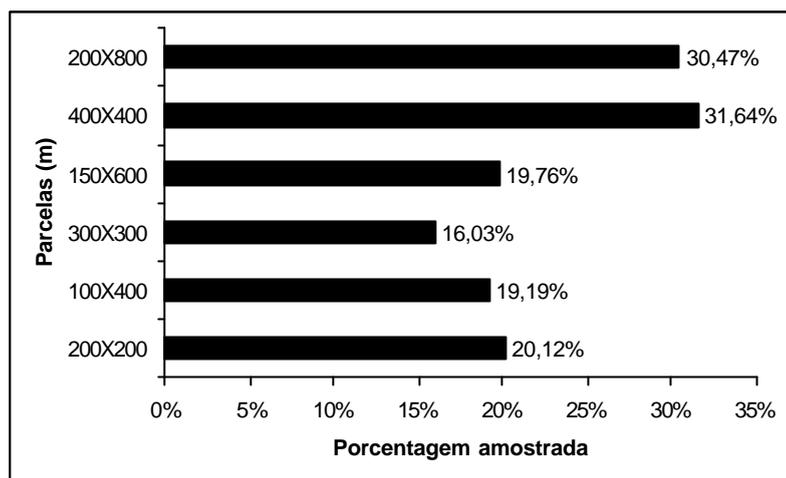


Figura 8 – Porcentagem da população presente nas amostras referentes aos seis tipos de parcelas testados utilizando a amostragem casual simples.

Observa-se que as parcelas de tamanho maior (16 ha) foram as que necessitaram de maior percentual da população para que fosse alcançada a intensidade amostral necessária. Com exceção das parcelas de 9 ha, de tamanho 300 x 300 m (tipo III), os demais tipos mostraram comportamentos semelhantes, tendo sido necessário amostrar em torno de 20% da população.

## 5. CONCLUSÕES

Tomando como base a hipótese inicial, após a realização dos testes pôde-se concluir que em um sistema de amostragem aleatório, o tamanho e a forma das unidades de amostra influenciam na precisão do inventário da arborização de ruas.

A utilização de sistemas de amostragem, comparativamente ao inventário total, mostrou que eles são eficientes na avaliação da arborização de ruas, desde que respeitadas as regras estatísticas e estabelecida a precisão desejada.

Verificou-se também que os procedimentos de amostragem aleatória, utilizando unidades de amostra quadradas ou retangulares e considerando como variável principal o número de árvores por quilômetro de calçada, mostraram ser eficientes para a avaliação da arborização viária urbana.

O tempo de levantamento das unidades de amostra aumentou proporcionalmente à área de amostragem. Desta forma, se uma parcela maior apresentar a mesma eficiência que uma de tamanho menor, deve-se preferir a de menor área, tendo em vista a minimização dos custos.

As parcelas maiores, ou seja, as de 16 ha, para fornecer a precisão desejada, necessitaram amostrar uma porcentagem maior da população comparativamente aos outros tamanhos, implicando em maior custo final.

O melhor tipo de parcela para se realizar um inventário, utilizando a amostragem casual simples na RAL de Belo Horizonte, foi do tipo III, ou seja, parcelas quadradas de tamanho igual a 9 ha.

Os resultados alcançados neste trabalho e em outros semelhantes levantados na literatura especializada, como os de MILANO (1988), MILANO e SOARES (1990) e MILANO *et al.* (1992) fizeram supor que parcelas com tamanho próximo de 10 ha se mostram melhores para avaliações da arborização de ruas no Brasil. Ressalta-se que esta suposição é válida para cidades com porte similar àquelas onde foram desenvolvidos os estudos, tal como Belo Horizonte.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIONDI, D. **Diagnóstico da arborização de ruas da cidade do Recife**. Curitiba, UFPR, 1985. 167p. (Dissertação de mestrado)
- CENCIC, A. **Estudo da paisagem cultural – o Campus da Universidade Federal de Minas Gerais**. Belo Horizonte: UFMG/IGC, 1996. 356 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
- CHACKO, V, J. **A manual sampling techniques for Forest surveys**. Dehra Dun, The Manager of Publication, 1964. 162 p.
- COCHRAN, W. G. **Técnicas de amostragem**. 1 ed. Rio de Janeiro, Ed. Fundo de Cultura, 1965. 555 p.
- ESPÍRITO SANTO. Prefeitura Municipal Vitória\Secretaria Municipal de Meio Ambiente\Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. **Plano diretor de arborização e áreas verdes**. Vitória, 1992. 98 p.
- FREESE, F. **Elementary Forest sampling**. U.S. Department of Agriculture, 1962. 91 p. (Handbook N°. 232).
- GAMA, J. R. V., BOTELHO, S. A., BENTES-GAMA, M. M. e SCOLFORO, J. R. S. Tamanho de parcela e suficiência amostral para estudo da regeneração natural em floresta de várzea na Amazônia. **Cerne**, v. 7, n. 2, p. 1-11, 2001.
- GREY, G. W., DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York, John Wiley & Sons, 1986. 279 p.
- HUSCH, B. MILLER, C. E BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 2 ed. New York, The Ronald Press Company, 1972. 410p.
- HUSCH, B. MILLER, C. E BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 3 ed. New York, The Ronald Press Company, 1982. 402p.

- LAURENCE, W. F., FERREIRA, L.V., MERONA, J.M.R., e HUTCHINGS, R.W. Influence of Plot Shape on Estimates of Tree Diversity and Community Composition in Central Amazonia. **Biotropica** v. 30, n. 4, p. 662-665, 1998.
- LIMA, A. M. L. P., COUTO, H. T. Z., ROXO, J. L. C. Análise de espécies mais freqüentes da arborização viária, na zona urbana central do município de Piracicaba/SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, 1994, São Luis. **Anais...** São Luís, 1994. p. 555-573.
- MELLO, J. M., OLIVEIRA-FILHO, A. T. e SCOLFORO, J. R. S. Comparação entre procedimentos de amostragem para avaliação estrutural de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual Montana. **Cerne**, v. 2, n. 2, p. 1-14, 1996
- MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba.** Curitiba, UFPR, 1984. 130p. (Dissertação de mestrado).
- MILANO, M. S. e SOARES, R.V. Aplicação de técnicas de amostragem aleatória para avaliação de ruas de Maringá (PR). In: ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Curitiba, 1990. **Anais...** Curitiba, FUPEF, 1990. p. 244-251.
- MILANO, M. S., SARNOWSKI FILHO e ROBAYO, J. A. M. Estudo comparativo de unidades amostrais utilizadas para inventário quali-quantitativo de arborização de ruas em Curitiba. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1, Vitória, ES, 1992. **Anais...** Vitória: SBAU, 1992. p. 343-350.
- MILANO, M.S. **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá.** Curitiba: UFPR, 1988. 120 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1988.
- NASH, A. J. **Elementary statistics for foresters.** Columbia, Missouri. Lucas Brothers Publishers, 1960.
- NOVAK, D. J. Understanding the structure of urban forests. **Journal of Forestry**, v. 92, n. 10, p. 42 - 45, 1994.
- PAULA NETO, F.P. **Técnicas de amostragem.** Viçosa, MG: UFV, S.d., 130 p.
- PÉLLICO NETTO, S. e BRENA, D. A. **Inventário Florestal.** Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316 p.
- PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas.** Porto Alegre, 2000. 204 p.
- ROLIM, S. G. e NASCIMENTO, H. E. M. Análise da riqueza, diversidade e relação espécie-abundância de uma comunidade arbórea tropical em diferentes intensidades amostrais. **Scientia forestalis**, n. 52, p. 7-16, dez. 1997.

- SANTOS, E. **Avaliação quali-quantitativa da arborização e comparação econômica entre a poda e a substituição da rede de distribuição de energia elétrica da Região Administrativa Centro-Sul de Belo Horizonte-MG.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 123 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- SIMPLÍCIO, E. MUNIZ, J. A., AQUINO, L. H. e SOARES, A. R. Determinação do tamanho de parcelas experimentais em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. I parcelas retangulares. **Cerne**, v. 2, n. 1, p. 53-65, 1996.
- SOARES, V. P. **Eficiência relativa de tamanhos e de formas de unidades de amostra em plantações de Eucalyptus grandis de origem híbrida, na região de Bom Despacho, Minas Gerais.** Viçosa, MG: UFV, 1980. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- SUN, W. Q. e BASSUK, N. L. Approach to determine effective sampling size for urban street tree survey. **Landscape and urban planning**. Amsterdam, n. 20, p. 277-283, 1991.
- VIEIRA, M. G. L. e COUTO, H. T. Z. Estudo do tamanho e número de parcelas na Floresta Atlântica do Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. **Scientia forestalis**, n. 60, p. 11-20, dez. 2001.
- ZANON, M. L. B. e STORCK, L. Tamanho ótimo de parcelas experimentais para *Eucalyptus saligna* Smith em dois estádios de desenvolvimento. **Cerne**, v. 6, n. 2, p. 104-111, 2000.

### **CAPÍTULO 3**

**INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO URBANA VIÁRIA DA REGIÃO ADMINISTRATIVA LESTE DE BELO HORIZONTE – MG, COMPARANDO A AMOSTRAGEM CASUAL SIMPLES COM A AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA.**

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar qual o procedimento de amostragem, se aleatório ou sistemático, demonstra maior eficiência em representar a população arbórea viária da Regional Administrativa Leste da cidade de Belo Horizonte-MG. O estudo foi conduzido avaliando-se os indivíduos arbóreos existentes em passeios públicos dos bairros Colégio Batista, Floresta, Horto, Sagrada Família e Santa Tereza. A realização de um inventário total forneceu os parâmetros populacionais que foram usados como base para a avaliação da eficiência dos procedimentos de amostragem. O mapa da região em escala 1:10.000, quadriculado em unidades de amostra de 300x300 m, utilizado para a amostragem aleatória, foi utilizado também para a distribuição sistemática das unidades de amostra. Realizada a amostragem foram obtidas as estimativas dos parâmetros para ambos os métodos, que foram comparadas entre si. O teste t para dados independentes confirmou a existência de diferença significativa entre os métodos. Para apontar qual o mais eficiente, usou-se o conceito de eficiência relativa, que foi calculada com base no erro padrão e no tempo de medição das parcelas. Os tempos de deslocamentos entre as parcelas foram considerados iguais, bem como o tempo de locação das mesmas. Efetuados os cálculos, obteve-se uma eficiência relativa de 34,17% da amostragem sistemática em relação à casual, mostrando ser esta última, a de maior eficiência relativa. Embora o procedimento de amostragem aleatório tenha apresentado uma eficiência maior em representar dados quantitativos, os resultados mostraram que o processo sistemático também pode ser utilizado com resultados bastante satisfatórios.

## 1. INTRODUÇÃO

A reconhecida importância da arborização urbana, entendida no seu todo, está relacionada à sua quantidade, condições de distribuição espacial e características de qualidade.

O inventário é uma ferramenta fundamental para o estudo da arborização urbana, pois através dele pode-se conhecer o patrimônio arbóreo e identificar as necessidades de manejo. O método a ser utilizado depende basicamente das características do local e dos recursos disponíveis.

Os inventários para arborização urbana podem ser classificados em dois tipos principais, segundo a sua abrangência: o inventário total ou censo e o inventário por amostragem. Neste último, pode-se fazer uso de vários procedimentos ou métodos de amostragem diferentes, de acordo com as características da população estudada.

No inventário total ou censo, são coletados dados de toda a população arbórea, resultando numa informação exata. Já no caso do inventário parcial ou por amostragem, são coletados dados de um certo percentual de árvores da população, fornecendo ao final do processo, uma estimativa das características populacionais avaliadas. O inventário total é empregado normalmente, no caso de populações menores, visto ser muito dispendioso realizá-lo em cidades de grande porte com uma população de milhares de árvores.

No caso da cidade de Belo Horizonte-MG, em razão do seu porte e grande número de árvores, a realização de um inventário total ou censo seria bastante dispendioso. Desta forma, foram conduzidos estudos comparativos

entre os procedimentos de amostragem casual simples e sistemática, objetivando identificar qual o mais eficiente para representar a população arbórea existente nos passeios públicos da Região Administrativa Leste, da Cidade de Belo Horizonte-MG.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Inventário total ou censo

Os inventários totais podem ser quantitativos, qualitativos ou ambos. Em cidades de pequeno porte ou pouco arborizadas, geralmente se faz uso do inventário quali-quantitativo total. Isto porque geralmente o tempo de trabalho não é muito longo, representando custos menos elevados. Já no caso de cidades de médio e grande porte, quando se faz uso do censo, este geralmente tem objetivo apenas quantitativo, onde a única característica que se permite anotar além do número de árvores é a espécie. Caso contrário o censo pode demandar uma quantidade de recursos elevada, o que muitas vezes pode tornar-se inviável para o município.

Para se ter uma idéia do tempo gasto em inventários quali-quantitativos, podem-se observar dados de outros autores como JAESON *et al.* (1992), que afirmaram que para inventariar uma cidade de 30.000 habitantes e 5.600 árvores são necessárias quatro pessoas trabalhando três meses coletando dados e outras duas, trabalhando dois meses para computar e analisar os dados.

A vantagem deste método é fornecer parâmetros reais ou exatos da população estudada. Já a principal desvantagem é a limitação quanto ao tamanho da população, sendo mais difícil aplicá-lo em grandes populações em função dos custos elevados e do maior tempo necessário para sua realização.

## 2.2. Inventários por amostragem

Nos casos onde a enumeração completa não pode ser aplicada, emprega-se a amostragem, que deve ser representativa da população. Para que esta forneça estimativas confiáveis, é necessário conhecer os métodos de amostragem, assim como empregá-los corretamente. Uma vez que a amostra seja representativa da população, os resultados do estudo serão confiáveis.

Dentro dessa categoria, existem vários procedimentos de inventários que podem ser utilizados para inventariar a arborização urbana. As variações principais estão relacionadas com os métodos de amostragem em si e com o tamanho e a forma das unidades de amostra.

Atualmente não se questiona mais, a validade dos processos de amostragem, visto que a sua eficiência já foi provada ao longo do tempo. Estes processos apresentam algumas vantagens citadas por COCHRAN (1965):

- a) **Custo reduzido:** Como os dados são obtidos de apenas uma fração do agregado, as despesas são menores do que no censo. Quando se trata de grandes populações, podem-se obter resultados suficientemente precisos, de amostras retiradas de uma pequena fração da população;
- b) **Maior rapidez:** Pelo mesmo motivo, os dados podem ser corrigidos e analisados mais rapidamente com uma amostragem, do que com um levantamento completo, o que é um fator primordial quando se necessita de informações urgentes;
- c) **Maior amplitude:** Em certos tipos de investigação, é necessário utilizar pessoal bem treinado e equipamento altamente especializado, cuja disponibilidade é limitada para a obtenção dos dados. O censo completo torna-se impraticável, restando a escolha de obter informações por meio de amostragem ou não conseguí-las totalmente. Dessa forma, os levantamentos que se fundamentam na amostragem têm maior amplitude e flexibilidade quanto aos tipos de informações que podem ser obtidas;
- d) **Maior exatidão:** Em virtude de se poder empregar pessoal de melhor qualidade e bem treinado e por se tornar exequível a supervisão mais cuidadosa do trabalho de campo, a amostragem pode proporcionar resultados exatos. Isto é, acredita-se na minimização dos erros de não amostragem, obtendo assim uma maior exatidão.

MILANO (1994) afirma que em função das características locais, podem ser adotados sistemas de amostragem aleatória, sistemática ou em conglomerados, mas têm sido mais comuns os procedimentos de amostragem aleatória. Isto se deve às características gerais da arborização das cidades.

Como as características da arborização variam de uma cidade para outra, deve-se possuir um conhecimento das potencialidades dos métodos de amostragem para que seja possível selecionar o mais adequado para cada situação.

### **2.2.1. Inventário por amostragem casual simples**

Esse tipo de amostragem, também conhecida como simples ao acaso, aleatória, casual, simples, elementar, randômica, entre outras denominações, é equivalente a um sorteio lotérico. Neste tipo de amostragem, todos os elementos da população têm igual probabilidade de pertencer à amostra e todas as possíveis amostras têm também igual probabilidade de ocorrer (COSTA NETO, 1999). A seleção de cada unidade de amostra deve ser livre de qualquer escolha e totalmente independente da seleção das demais unidades de amostra (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Este é o processo mais elementar e freqüentemente utilizado. Na prática, pode ser realizado, atribuindo a cada elemento da população um número distinto, numerando-se de 1 a **N**. Efetuam-se sucessivos sorteios por meio de um equipamento aleatório qualquer, até completar-se o tamanho da amostra **n**. Um elemento útil para realizar o referido sorteio é a tábua de números aleatórios (COSTA NETO, 1999 e FONSECA e MARTINS, 1996).

Foi da amostragem casual simples que se originaram os demais procedimentos de amostragem, geralmente visando uma melhoria na precisão das estimativas.

Antes de dar início ao processo, existe a necessidade de se definirem os objetivos e de se planejar o trabalho. De acordo com COUTO (1994), a primeira providência ao se planejar um inventário de árvores urbanas é identificar a unidade de amostra e a estrutura populacional. A unidade de amostra pode ser uma rua, um quarteirão, um grupo de quarteirões ou uma

área qualquer de tamanho fixo. A população é representada pelo número de unidades de amostra ou parcelas existentes na cidade ou bairro, que se pretende avaliar. É dessa população que deverá ser retirada a amostra. Por exemplo, quando se pretende estimar o número de árvores por quilômetro de rua de um bairro ou de uma cidade, a população deve ser composta por todas as unidades de amostra possíveis daquele bairro ou cidade, sem eliminar nenhuma delas. A censura de unidades de amostra pode facilitar a amostragem, diminuindo a variabilidade da amostra, mas os estimadores serão viesados ou tendenciosos.

Nesse processo, a área urbana a ser avaliada é tratada como uma população única. Por exemplo, se forem usadas unidades de amostra de área fixa, a área a ser inventariada é considerada como sendo composta daquelas unidades espaciais, cujo total é representado por **N**. Neste caso, alocando-se previamente uma estrutura de **N** unidades na população, das quais **n** unidades serão amostradas, o número de combinações possíveis de **n** unidades de amostra na população é dado por:

$$C_n^N = \frac{N!}{n!(N-n)!}$$

A amostragem aleatória irrestrita em inventários florestais urbanos, produz estimativas sem tendências da população e permite estimar o erro de amostragem. Como não é um método perfeito, apresenta algumas desvantagens que, de acordo com HUSCH *et al.* (1982), são as seguintes:

- a) Necessidade de planejar a listagem das unidades para selecionar aleatoriamente as parcelas ou pontos amostrais;
- b) Dificuldade de localizar no campo, a posição das unidades de amostra dispersas na população;
- c) Tempo improdutivo gasto no deslocamento entre as unidades de amostra;
- d) Possibilidade de uma distribuição irregular das unidades resultando numa amostragem irregular da população.

Mesmo com tais desvantagens, este ainda é um dos métodos mais utilizados para inventários florestais urbanos, visto que apresenta a vantagem de

poder fornecer estimativas precisas da população, principalmente se antes for realizado um estudo piloto, implicando em maior confiabilidade. Outra vantagem é que a análise dos dados é a mais simples dentre os métodos de amostragem.

No caso da arborização de cidades, existe uma complicação não só para a amostragem aleatória, que é trabalhar com parcelas de área fixa, quando se utiliza o quarteirão como unidade de amostra. Mesmo para o caso de cidades planejadas, ainda existe tal dificuldade, pois sempre existem variações na área dos quarteirões.

Uma alternativa quanto ao método das parcelas ou unidades de amostra de tamanho fixo é não utilizar o quarteirão como unidade de amostra. Isto é perfeitamente possível, pois pode-se fazer uso das ruas ou segmentos de rua como unidades de amostra, o que caracterizaria uma forma de amostragem em linha. Pode-se ainda usar o método dos transectos, utilizado por BRASIL e BARROS (1994), para a caracterização da arborização da cidade de Belém-PA.

Caso for preferência do planejador utilizar parcelas de área fixa para contornar o problema do tamanho das unidades de amostra, sugere-se dividir a área total em quadrados ou retângulos de mesmo tamanho sem se preocupar com o tamanho do quarteirão e utilizar como variável principal, o número de árvores por quilômetro de calçada.

### **2.2.2. Amostragem sistemática**

A amostragem sistemática é uma variação da amostragem casual simples. Este tipo de amostragem situa-se entre os processos probabilísticos não aleatórios, em que o critério de probabilidade se estabelece através da aleatorização da primeira unidade de amostra. De acordo com LOETSCH e HALLER (1973), em um processo sistemático, as unidades de amostra são selecionadas a partir de um esquema rígido e preestabelecido de sistematização, com o objetivo de cobrir a população em toda a sua extensão, obtendo-se um modelo sistemático simples e uniforme.

Para COUTINHO e LIMA (1996), a amostragem sistemática possibilita uma melhor distribuição das unidades de amostra em relação à amostragem

aleatória simples e produz resultados precisos. É de execução mais fácil, apresenta custo mais baixo, além de uma boa adaptação aos mapas de cidades, bairros, etc..

A amostragem sistemática, em geral, resulta mais precisa que a amostragem casual simples, porque estratifica a população em  $(n)$  estratos de  $(k)$  unidades. Por conseqüência, é de se esperar que a amostra sistemática seja quase tão precisa quanto a correspondente amostra estratificada com uma unidade por estrato. A diferença é que, na amostragem sistemática, as unidades são tomadas na mesma posição relativa dentro do estrato, enquanto na amostragem estratificada, a posição é independente e aleatória (COCHRAN, 1965).

Considerando-se que as unidades de uma amostra sistemática são fixadas através de um intervalo regular, haverá um conjunto fixo de amostras possíveis na população. Se um intervalo de amostragem  $(k)$  for escolhido, haverá  $(k)$  amostras possíveis. Para que a média de uma amostra sistemática seja uma estimativa sem tendência da média da população, alguma forma de seleção aleatória deve ser incorporada ao processo de amostragem. Porém, a única possibilidade de aleatorização é a seleção da primeira unidade da amostra sistemática (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Em relação à existência de problemas estatísticos, de acordo com COCHRAN (1965), se a população apresentar um desenvolvimento periódico, como a curva dos senos naturais, a eficiência da amostragem sistemática depende do valor de  $(k)$ . Tal situação ocorrerá sempre que  $(k)$  for igual ou múltiplo perfeito do período da curva senoidal. Todas as observações serão rigorosamente iguais, de modo que a amostra não será mais precisa que uma única observação feita ao acaso na população. Vale ressaltar que em populações biológicas, principalmente no caso de árvores urbanas onde a variabilidade é bastante elevada, torna-se praticamente impossível a ocorrência deste tipo de situação.

Na maioria das áreas florestais, por maior que seja a variação, é maior a probabilidade de que uma amostra sistemática forneça uma melhor estimativa da média do que uma completamente aleatória, com igual intensidade de amostragem (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Ainda de acordo com os autores, a razão pela qual uma amostra sistemática não produz uma estimativa válida do erro de amostragem é que o cálculo de variância exige, no mínimo, duas unidades de amostra obtidas aleatoriamente na população. Vários métodos têm sido propostos para determinar a melhor aproximação do erro de amostragem de uma amostra sistemática.

De acordo com Campos (1981), citado por QUEIROZ (1998), quando as observações inerentes à variável resposta estão distribuídas aleatoriamente por algum critério objetivo ou mesmo ocorrem nas florestas sob leis naturais, pode-se analisar uma amostra sistemática como inteiramente ao acaso.

Uma amostra sistemática constituída de unidades equidistantes entre si, pode ser considerada como uma amostra aleatória simples ou estratificada e o erro de amostragem calculado como uma amostra aleatória. Osborne (1942), citado por PÉLLICO NETTO e BRENA (1997), mostra que o erro calculado desse modo estima o erro máximo provável, o qual pode superestimar o erro real. Um procedimento simples e útil para obter a maior aproximação do erro verdadeiro é o método das diferenças sucessivas.

A amostragem sistemática no caso específico dos inventários florestais, válido também para inventários florestais urbanos, apresenta as seguintes vantagens segundo HUSCH *et al.* (1972) e QUEIROZ (1998):

- a) A sistematização proporciona boa estimativa da média, devido à distribuição uniforme da amostra em toda a população; tornando-se ainda mais eficiente quando existe qualquer tendência ou concentração de certas características;
- b) Uma amostragem sistemática é executada com maior rapidez e menor custo que uma aleatória, desde que a determinação das unidades de amostra seja mecânica e uniforme;
- c) O deslocamento entre as unidades é mais fácil pelo fato de seguir uma direção fixa e pré-estabelecida, resultando em um tempo gasto menor e conseqüentemente em um menor custo de amostragem;
- d) O tamanho da população não precisa ser conhecido uma vez que cada unidade ocorre dentro de um intervalo de amostragem fixado, selecionada seqüencialmente, após ser definida a unidade inicial;

- e) A organização, a supervisão e a checagem ou remedição de algumas unidades de amostra tornam-se operacionalmente mais fáceis.

Uma desvantagem da amostra tomada de forma sistemática ocorre quando a população apresenta dados com características cíclicas ou periódicas, pois se corre o risco de a amostragem refletir homogeneidade numa condição sabidamente heterogênea (QUEIROZ, 1998).

#### **2.2.2.1. Amostragem sistemática em estágio único e em dois estágios**

O estágio único é caracterizado pela seleção da amostra, mediante uma única etapa ou fase de amostragem. A amostragem sistemática em único estágio pode ser realizada através de faixas ou parcelas.

Na amostragem sistemática em dois estágios, as unidades de amostra são selecionadas em duas etapas ou fases de amostragem (entre linhas e entre unidades na linha), cada uma delas com um intervalo de amostragem.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Descrição da área de estudo**

A cidade de Belo Horizonte-MG situa-se a 19° 55' de latitude Sul e a 43° 56' de longitude Oeste e sua altitude aproximada é de 875 m. O clima local apresenta estações secas e úmidas bem definidas. O período úmido é também o mais quente e se estende de outubro a março. A temperatura média é de 21,7°C, podendo atingir valores de até 26,8°C na estação mais quente e de 16°C na estação mais fria. As temperaturas máximas podem se apresentar entre 33° e 40°C, enquanto as mínimas podem descer aos limites de 5°C. A pluviosidade média anual é de 1505,7 mm, que nos meses mais quentes, entre outubro e março, alcança 89% do seu total anual. A umidade relativa média é de 71,3%, a nebulosidade média de 5,2 (numa escala de 0 a 10) e a insolação de 6,9 horas/dia (CENCIC, 1996).

O estudo foi desenvolvido na Região Administrativa Leste (RAL), que é uma das nove regionais em que a cidade está dividida. As Regionais funcionam como sub-prefeituras. A RAL conta com uma Gerência de Parques e Jardins, que é responsável pela execução de todos os serviços requeridos na arborização desta Regional, incluindo a arborização de ruas, praças e parques. O setor de Parques e Jardins é subordinado à Gerência de Manutenção da RAL.

Foram avaliados os indivíduos arbóreos existentes nos passeios públicos dos bairros Colégio Batista, Floresta, Horto, Sagrada Família e Santa

Tereza. Nesta área, foi realizado um censo da arborização viária, que serviu de base para a avaliação da eficiência relativa do método de amostragem casual simples e do método de amostragem sistemática.

### **3.2. Inventário quali-quantitativo total**

A realização do inventário quali-quantitativo total forneceu os parâmetros populacionais que foram usados como base para a avaliação da eficiência entre os procedimentos de amostragem casual simples e amostragem sistemática.

As características e parâmetros selecionados para avaliação da vegetação seguiram as recomendações de GREY e DENEKE (1986), BIONDI (1985), MILANO (1988) e SANTOS (2001). Foram levantados dados referentes às características: espécie, diâmetro do tronco a 1,3 m de altura (DAP), diâmetro de copa, qualidade do tronco, qualidade da copa, qualidade da raiz, área livre, afastamento predial, existência de conflitos com a fiação e largura de passeio.

Os dados coletados foram digitados e processados em planilhas eletrônicas comuns, não se fazendo uso de nenhum “software” específico.

### **3.3. Inventário quali-quantitativo por amostragem**

O inventário quali-quantitativo por amostragem realizado anteriormente (Capítulo 2) mostrou-se adequado para a realização dos testes do tamanho e forma da parcela. Este foi eficiente também como método qualitativo para avaliação da arborização através do processo de amostragem casual simples.

Para este trabalho o inventário quali-quantitativo por amostragem foi utilizado para estabelecer comparações quanto à eficiência dos procedimentos de amostragem casual simples e de amostragem sistemática em avaliar arborização da RAL de Belo Horizonte-MG.

A base inicial deste estudo foi o censo já realizado nos bairros Colégio Batista, Floresta, Horto, Sagrada Família e Santa Tereza e também a amostragem casual realizada com as parcelas do tipo III, ou seja, com parcelas de 300x300 m.

De posse destes dados, foram estabelecidos os critérios para a realização do procedimento de amostragem sistemática.

O mapa da região, em escala 1:10.000, foi quadriculado em unidades de amostra de 300x300 m e sobre ele foi realizada a distribuição sistemática das unidades de amostra. Foi utilizado ainda um mapa cadastral da região na escala de 1:1000, onde foram conferidos os números referentes ao endereçamento das árvores.

### **3.3.1. Seleção das unidades de amostra**

Após a identificação de 72 unidades de amostra lançadas sobre o mapa, as quais representaram a população base, procedeu-se à sistematização das 12 unidades que compuseram a amostra.

Quando se utilizam parcelas como unidades de amostra, a amostra é sistematizada em duas dimensões, ou seja, as unidades são distribuídas segundo o intervalo de amostragem ( $k$ ), em duas direções perpendiculares, considerando-se linhas e colunas (HUSCH *et al.*, 1972).

A área de amostragem apresentou formato irregular, uma vez que se trabalhou com bairros, cujos traçados formavam polígonos irregulares. Desta forma, ocorreram variações quanto ao número de linhas e colunas presentes sobre a área de amostragem. Para efeito de sorteio, foi considerada a amplitude máxima atingida pelas linhas e pelas colunas. Foram então consideradas 10 linhas e 11 colunas.

Para a definição da unidade inicial por coordenadas e a alocação das unidades de amostra foram seguidas as recomendações de HUSCH *et al.* (1972), que podem ser descritas da seguinte forma:

- a) Sorteia-se uma linha entre o total de linhas em que a população foi dividida;
- b) Sorteia-se uma coluna entre o total de colunas em que a população foi dividida;
- c) Dividem-se os números sorteados pelo intervalo  $k$ ;

- d) O resto da divisão dos números sorteados indica as coordenadas da unidade de amostra inicial do modelo sistemático, identificando linha e coluna, respectivamente;
- e) A partir da unidade inicial, estende-se o intervalo (k) em ambas as direções, desta forma selecionando as unidades de amostra.

Este foi o método utilizado para selecionar as 12 unidades de amostra que compuseram a amostra usada na obtenção das estimativas, que foram comparadas com aquelas obtidas pelo processo aleatório.

Para o cálculo das estimativas dos parâmetros, utilizou-se como variável principal o número de árvores por quilômetro de calçada arborizada, que, de acordo com MILANO (1988), é a variável que permite melhor homogeneização da variância. Esta variável também já havia sido utilizada por MILANO (1984), BIONDI (1985) e foi utilizada novamente por MILANO e SOARES (1990).

Como forma de avaliação qualitativa entre os métodos, escolheu-se a variável espécie, com a qual foram feitas comparações tomando como base a frequência dos indivíduos.

### 3.4. Cálculo da estimativa aproximada da variância da média

O cálculo da variância exige no mínimo, duas unidades de amostra obtidas aleatoriamente na população. Como na amostragem sistemática, apenas a unidade inicial é escolhida aleatoriamente, então se faz uso de métodos de aproximação.

No presente trabalho, a obtenção da estimativa aproximada da variância da média foi obtida, utilizando o método das diferenças sucessivas recomendado por HUSCH *et al.* (1972) e LOESTCH e HALLER (1973), pelo qual, essa variância é obtida através da expressão (1):

$$s_X^2 = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} [X_{ij} - X_{(i+1)j}]^2}{2n \sum_{j=1}^m (n_j - 1)} (1-f) \quad (1)$$

em que:

m = número de linhas ou faixas de parcelas;

n<sub>j</sub> = número de parcelas por linha ou faixa;

$$n = \sum_{j=1}^m n_j \quad \text{número total de unidades amostradas}$$

$$\sum_{j=1}^m (n_j - 1) = n - m$$

### 3.5. Cálculo do erro padrão e do erro de amostragem

Assim como na amostragem aleatória, a estimativa do erro padrão da média é dada extraindo-se a raiz quadrada da variância da média dada pela seguinte expressão:

$$s_{\bar{X}} = \sqrt{s_{\bar{X}}^2} \quad (2)$$

O erro de amostragem E(%) foi obtido pela seguinte expressão (HUSCH *et al.*, 1972):

$$E\% = \pm \frac{t \cdot s_{\bar{X}}}{\bar{X}} * 100 \quad (3)$$

em que:

$s_{\bar{X}}$  = erro padrão da média; t = valor tabelado da distribuição t de Student, (10%, n-1 gl) e  $\bar{X}$  = número de árvores por quilômetro de calçada arborizada.

### 3.6. Teste t de Student

O teste t de Student é aplicado para testar hipóteses referentes a médias populacionais, quando as variáveis são normalmente distribuídas com variâncias desconhecidas. Se  $|t_{\text{calculado}}| \geq t_{\text{tabelado}}$ , a um nível de probabilidade  $\alpha$  de significância com n' graus de liberdade, rejeita-se H<sub>0</sub>; caso contrário, não se rejeita H<sub>0</sub> (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

No caso de duas amostras independentes, o objetivo é testar hipóteses sobre médias de diferentes populações X e Y, quando duas amostras distintas referentes às duas populações são retiradas.

As hipóteses são:  $H_0: m_X - m_Y = 0$  versus  $H_{a1}: m_X - m_Y \neq 0$  ou  $H_{a2}: m_X - m_Y > 0$  ou  $H_{a3}: m_X - m_Y < 0$

Antes da aplicação do teste t sobre as médias, deve-se utilizar o teste F para verificar se as variâncias das duas populações são homogêneas, ou seja, se são estatisticamente iguais. O teste F é realizado com as seguintes hipóteses:

$$H_0: s_X^2 = s_Y^2 = s^2$$

$$H_a: s_X^2 > s_Y^2$$

A partir dos valores das variâncias amostrais obtém-se o valor de F, dado por:

$$F_{cal} = \frac{s_X^2}{s_Y^2} \quad (4)$$

A regra é escolher a amostra que apresentar a maior variância como  $s_X^2$ , ou seja, a maior variância deve ficar no numerador de modo a obter um valor calculado de F maior que 1. Assim, o valor de F tabelado é dado pela tabela unilateral para  $F > 1$ , com  $n_1 = (n_X - 1)$  e  $n_2 = (n_Y - 1)$  graus de liberdade.

Se  $F_{cal} \geq F_{tab}$ , rejeita-se  $H_0$ ; caso contrário, não se rejeita  $H_0$  a um nível  $\alpha$  de significância.

Caso  $H_0$  não seja rejeitada, admite-se que os valores assumidos por  $s_X^2$  e  $s_Y^2$  representam estimativas de uma variância comum  $s^2$ , podendo assim, combiná-las:

$$s_C^2 = \frac{(n_X - 1)s_X^2 + (n_Y - 1)s_Y^2}{n_X + n_Y - 2} \quad (5)$$

em que:

$s_C^2$  = variância amostral comum;

$s_X^2$  = variância da amostra X;

$s_Y^2$  = variância da amostra Y;

$n_X$  = número de elementos da amostra X;

$n_Y$  = número de elementos da amostra Y.

Neste caso, deve-se usar o teste t com  $n'$  igual a  $n_X+n_Y-2$  graus de liberdade:

$$t_{cal} = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{s_C^2 \left( \frac{1}{n_X} + \frac{1}{n_Y} \right)}} \quad (6)$$

em que:

$\bar{X}$  = média da amostra X;

$\bar{Y}$  = média da amostra Y.

Se  $H_0$  for rejeitada, admite-se que as variâncias populacionais são diferentes e, portanto, não faz sentido combinar os valores assumidos por  $s_X^2$  e  $s_Y^2$ . A estatística que deve ser usada é o teste de t com  $n'$  igual a  $n^*$  graus de liberdade, dados pelas seguintes expressões:

$$t_{cal} = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{s_X^2}{n_X} + \frac{s_Y^2}{n_Y}}} \quad (7)$$

$$n^* = \frac{\left( \frac{s_X^2}{n_X} + \frac{s_Y^2}{n_Y} \right)^2}{\frac{\left( \frac{s_X^2}{n_X} \right)^2}{n_X - 1} + \frac{\left( \frac{s_Y^2}{n_Y} \right)^2}{n_Y - 1}} \quad (8)$$

### 3.7. Cálculo da eficiência relativa

O conceito de eficiência relativa é bastante útil, podendo ser empregado para a avaliação da eficiência entre diferentes tamanhos e formas de parcelas bem como diferenças entre procedimentos de amostragem.

O conceito de eficiência relativa, fornecido por HUSCH *et al.* (1972), é dado pela seguinte expressão.

$$ER = \frac{(se)_1^2 * t_1}{(se)_2^2 * t_2} * 100 \quad (9)$$

em que:

ER = eficiência relativa, em porcentagem;

$(se)_1$  = erro padrão, em porcentagem, para o tamanho e/ou forma de parcela usada como base comparativa;

$(se)_2$  = erro padrão, em porcentagem, para o tamanho e/ou forma de parcela a serem comparados;

$t_1$  = tempo de locação e medição da parcela usada como base comparativa;

$t_2$  = tempo de locação e medição da parcela a ser comparada.

A eficiência relativa (ER) < 100 indica que o tipo de parcela utilizado como base comparativa é mais eficiente que o outro usado na comparação, caso contrário, deve-se eleger o tipo de parcela que está sendo comparado. Ainda, sendo ER = 100 ou apresentando um valor próximo, indica que ambos os tamanhos e formas de parcelas fornecem estimativas igualmente precisas da verdadeira média da população. Caso isso ocorra, será considerado melhor o tipo que apresentar menor erro padrão da média.

A eficiência relativa foi calculada, usando como base comparativa o procedimento de amostragem casual simples.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como mencionado anteriormente, o censo foi a principal base de comparação para as inferências sobre a eficiência dos métodos aqui abordados. Os resultados fornecidos pelo censo, principalmente em termos de composição da arborização, já foram abordados de forma detalhada no Capítulo II, dispensando maiores comentários.

Num primeiro momento, as comparações entre os dois métodos foram feitas considerando-se os aspectos quantitativos, usando como variável principal o número de árvores por quilômetro de calçada. Posteriormente, foram tecidos comentários abordando a representação qualitativa da população arbórea, usando a variável espécie, em termos de frequência.

As estimativas que serviram de base para a discussão com base na variável quantitativa são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Representação das estimativas dos parâmetros obtidos por amostragem casual simples e por amostragem sistemática, respectivos erros de amostragem e intervalos de confiança.

Estimativas	Amostragem casual simples	Amostragem sistemática (aproximação)
$s^2$	15,3343	-----
$s$	3,9159	-----
$s_{\bar{x}}$	1,032	1,7684
Ea	2,2714	3,8922
Er	6,46	9,09
IC	35,15 ± 2,27	42,81 ± 3,89

À primeira vista, pode-se notar que a estimativa do erro padrão da média apresentou menor valor absoluto para o processo de amostragem casual simples, indicando inicialmente, uma maior precisão estatística em relação ao processo de amostragem sistemática. Ainda assim, o valor de erro padrão da média fornecido pelo processo de amostragem sistemática utilizado na cidade de Belo Horizonte, foi menor do que aquele encontrado por MILANO (1988) na avaliação de tamanho e forma de parcelas para a arborização de ruas de Maringá.

A precisão do procedimento de amostragem, quando avaliada com base no erro de amostragem, não inclui o efeito de “bias”, ou seja, não inclui o erro de não-amostragem. Verificando os erros de amostragem referentes aos dois procedimentos em questão, observa-se que ambos os erros relativos estão dentro do limite máximo de erro admitido previamente.

A pequena variação em torno da média apresentada para o intervalo de confiança obtido para o processo aleatório vem reforçar o indicativo de maior eficiência do mesmo, em relação ao procedimento sistemático.

#### **4.1. Teste t para dados independentes**

Após a discussão inicial, constatou-se certa semelhança nos resultados obtidos pelos diferentes processos de amostragem utilizados. Com o intuito de verificar a diferença estatística entre as médias originárias de ambos os procedimentos de amostragem, aplicou-se o teste t de Student para dados independentes. No entanto, antes da aplicação do teste t sobre as médias, utilizou-se o teste F para verificar se as variâncias das duas populações eram homogêneas ou não.

O teste F foi realizado sobre as seguintes hipóteses:

$$H_0: s_x^2 = s_y^2 = s^2$$

$$H_a: s_x^2 > s_y^2$$

A partir dos valores das variâncias amostrais obtidas usando o processo de amostragem casual e o processo sistemático, obteve-se o valor de F, dado pela expressão (5).

O valor de  $F_{cal} = 2,94$  foi maior que o valor de  $F_{tab(\alpha=95\%; gl =11; 11)} = 2,82$ , rejeitando-se  $H_0$ , ou seja, as variâncias são estatisticamente diferentes.

Constatada a diferença entre as variâncias, foi aplicado o teste t para amostras independentes, calculado por meio da expressão (7), obtendo-se um valor para  $t_{cal} = 3,4139$ .

Cabe ressaltar que a estimativa da variância para o procedimento de amostragem sistemática utilizada nos cálculos foi obtida por aproximação, a partir da variância da média.

Em seguida foi calculado do número de graus de liberdade ( $n^*$ ), obtido por meio da expressão (8), resultando em um valor de  $n^* = 17,71$ .

Ao recorrer à tabela, segundo o número de graus de liberdade calculado e utilizando um nível de probabilidade de 5%, o valor encontrado para t tabelado foi igual a 2,11.

Como t calculado foi maior do que t tabelado, rejeitou-se a hipótese  $H_0$ , ficando comprovado que existe diferença entre as médias. Isto indica que os dois procedimentos de amostragem utilizados são diferentes entre si quanto à sua eficiência. Desta forma, mostrou-se necessária a realização de estudos comparativos da eficiência dos procedimentos utilizados, que foi feita com base no conceito de eficiência relativa.

#### **4.2. Análise da eficiência relativa (ER)**

Uma grande vantagem ao interpretar a ER é que além de considerar medidas de variação, ela também considera custos, buscando um método com boa precisão e baixo custo de coleta de dados (SILVA *et al.*, 1997).

Para efeito de análise da eficiência relativa, considerou-se que os valores das estimativas dos parâmetros amostrais obtidos por ambos os procedimentos de amostragem são não tendenciosos e que os possíveis erros de medição em campo são desprezíveis. Assim, a eficiência relativa foi calculada, utilizando-se a expressão (9).

O cálculo da eficiência relativa se baseou no erro padrão e no tempo de medição das parcelas. O tempo dos deslocamentos entre as parcelas foi considerado igual, bem como o tempo de locação das parcelas, uma vez que apresentavam a mesma área e o mesmo formato.

O procedimento de amostragem que serviu de base comparativa foi o denominado de amostragem casual simples, que foi comparado com o procedimento denominado de amostragem sistemática. Após a realização dos cálculos obteve-se uma eficiência relativa de 34,17%. Como o valor obtido foi menor do que 100%, concluiu-se que a amostragem casual simples foi mais eficiente do que a amostragem sistemática.

Cabe ressaltar que este resultado foi obtido com base nas estimativas derivadas da variável número de árvores por quilômetro de calçada, indicando ser adequado na representação, principalmente, das características quantitativas. Para fazer inferências sobre a representatividade dos parâmetros qualitativos da população devem ser feitas outras análises do tipo que considera a frequência das espécies representadas na amostra.

#### **4.3. Análise da eficiência dos procedimentos de amostragem com base na frequência das espécies inventariadas**

Com a finalidade de verificar também a representatividade das características qualitativas da população, foi realizada uma comparação utilizando a variável espécie, que teve como base a frequência dos indivíduos.

Utilizaram-se como base comparativa, as 15 espécies de maior frequência identificadas pelo inventário quali-quantitativo total (Quadro 2). A disposição relativa dessas espécies na tabela de frequência foi comparada com as outras obtidas por cada um dos procedimentos de amostragem utilizados (Quadros 3 e 4).

Quadro 2 – Classificação das espécies de acordo com a frequência dos indivíduos identificados no censo realizado nos 5 bairros estudados na RAL de Belo Horizonte-MG.

Classificação	Nome vulgar	Nome científico	N° indivíduos
1	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	874
2	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	733
3	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	656
4	Bauhínea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	584
5	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	422
6	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	374
7	Esculmilha resedá	<i>Largerstroemia indica</i> L.	356
8	Triplaris	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.	356
9	Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	294
10	Munguba	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	288
11	Esculmilha africana	<i>Largesrstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	187
12	Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	151
13	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	133
14	Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosaefolia</i> D. Don	124
15	Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	110

Quadro 3 – Classificação das espécies de acordo com a frequência dos indivíduos inventariados nos cinco bairros da RAL de Belo Horizonte-MG, utilizando a amostragem casual simples e parcelas de tamanho 300x300 m.

Classificação	Nome vulgar	Nome científico	N° indivíduos
1	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	131
2	Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	109
3	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	104
4	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	101
5	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	94
6	Esculmilha resedá	<i>Largerstroemia indica</i> L.	71
7	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	66
8	Triplaris	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.	59
9	Bauhínea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	53
10	Oiti	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	35
11	Flamboyant	<i>Delonix regia</i> Raf.	30
12	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	29
13	Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	26
14	Mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Roehne	26
15	Esculmilha africana	<i>Largerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	25

O processo de amostragem casual simples, mesmo tendo apresentado um baixo erro padrão da média, bem como um menor desvio em torno da média para um dado intervalo de confiança, como visto anteriormente (Capítulo 2), não apresentou uma boa representatividade das características qualitativas da população. Em termos qualitativos pode-se dizer que a eficiência foi apenas regular, bastando para isso, comparar as variações nas posições das espécies

de maior frequência obtidas por amostragem (Quadro 3) com aquelas obtidas pelo censo (Quadro 2). Ainda assim, as espécies de frequências mais elevadas encontram-se representadas na amostra oriunda do procedimento casual simples.

Quadro 4 – Classificação das espécies de acordo com a frequência dos indivíduos inventariados nos cinco bairros da RAL de Belo Horizonte-MG, utilizando a amostragem sistemática e parcelas de tamanho 150x600 m.

<b>Classificação</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome científico</b>	<b>N° indivíduos</b>
1	Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	149
2	Bauhinea	<i>Bauhinia variegata</i> L.	133
3	Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	105
4	Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	101
5	Esculmilha resedá	<i>Largerstroemia indica</i> L.	71
6	Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	60
7	Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	59
8	Munguba	<i>Pachira aquática</i> Aubl.	52
9	Triplaris	<i>Triplaris brasiliana</i> Cham.	36
10	Esculmilha africana	<i>Largerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	29
11	Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	27
12	Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich	24
13	Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	22
14	Ipê mirim	<i>Tecoma stans</i> (L.) H.B. & K.	22
15	Oiti	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	19

Embora as estimativas dos parâmetros obtidos pela amostragem sistemática mostrassem uma menor precisão em relação àquelas obtidas para a amostragem casual, elas representaram melhor as características de qualidade da população, tendo como base a frequência das espécies. Isto pode ser comprovado, observando-se a menor variação obtida na posição das espécies na tabela de frequência em relação ao censo.

As porcentagens da população representadas nas amostras por ambos os procedimentos de amostragem foram bastante semelhantes. No procedimento aleatório, 16,03% dos indivíduos da população estavam contidos na amostra e no procedimento sistemático, 15,97%. Com percentuais tão próximos não se pode dizer que a intensidade de amostragem tenha favorecido a um ou a outro método, quanto à representatividade das características qualitativas. Assim, pode-se afirmar que o procedimento sistemático tem possibilidade de representar melhor as características qualitativas da população.

## 5. CONCLUSÕES

Com base na hipótese proposta, pôde-se concluir existe diferença quanto a eficiência do procedimento de amostragem aleatório e do sistemático, em representar a população arbórea que compõe a arborização urbana viária da RAL de Belo Horizonte.

Embora o procedimento de amostragem aleatório tenha apresentado uma maior eficiência relativa em representar dados quantitativos, o processo sistemático também pode ser utilizado com bons resultados.

A maior eficiência relativa apresentada pelo método aleatório pode ser atribuída basicamente à diferença nos valores de erro padrão da média, uma vez que os custos entre os dois tipos de procedimento foram bastante semelhantes.

A amostragem sistemática representou melhor a população em termos qualitativos, tendo como base a frequência das espécies. É provável que isso tenha ocorrido devido à melhor distribuição das unidades de amostra na área de estudo.

O custo de realização de cada um dos procedimentos amostrais foi aproximadamente três vezes menor do que o custo do inventário total. Isto quando se toma como base, a porcentagem da população que necessitou ser amostrada para se atingir o limite de erro predeterminado.

Mesmo havendo diferença entre os procedimentos, tanto um como o outro, podem ser utilizados com sucesso na amostragem da arborização viária, bastando atentar-se para os aspectos de representatividade da população.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIONDI, D. **Diagnóstico da arborização de ruas da cidade do Recife**. Curitiba, UFPR, 1985. 167p. (Dissertação de mestrado)
- BRASIL, H. M. S e BARROS, P. L .C. Processo de amostragem utilizado para a caracterização da arborização de Belém-PA. . In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, São Luiz, 1994. **Anais...** São Luiz: SBAU, 1994. p. 181-191.
- CENCIC, A. **Estudo da paisagem cultural – o Campus da Universidade Federal de Minas Gerais**. Belo Horizonte: UFMG/IGC, 1996. 356 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
- COCHRAN, W. G. **Técnicas de amostragem**. 1 ed. Rio de Janeiro, Ed. Fundo de Cultura, 1965. 555 p.
- COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. São Paulo, Edgard Blücher, 17º reimpressão, 1999. 264 p.
- COUTINHO, L. C. e LIMA, J. P. C. Métodos de amostragem para avaliação da arborização viária. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4, 1996, Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte. 1996. p. 295-298.
- COUTO, H. T. Z. Métodos de amostragem para avaliação de árvores de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, São Luiz, 1994. **Anais...** São Luiz: SBAU, 1994. p. 169-179.
- FONSECA, J. S. E MARTINS, G. A. **Curso de Estatística**. 6. ed. – São Paulo: Atlas, 1996. 320 p.

- GREY, G. W., DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York, John Wiley & Sons, 1986. 279 p.
- HUSCH, B. MILLER, C. E BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 2 ed. New York, The Ronald Press Company, 1972. 410p.
- HUSCH, B. MILLER, C. E BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 3 ed. New York, The Ronald Press Company, 1982. 402p.
- JAENSON, R. BASSUK, N. SCHWAGER, R. HEADLEY, D. A. Statitical method for the accurate and rapid sampling of urban street populations. **Journal of Arboriculture**. 18(4): 171-183, 1992.
- LOETSCH, F. e HALLER, K. E. **Forest inventory**. 2 ed., Munich. BLV Verlagsgesellschaft, 1973. 469 p. Vol.II.
- MILANO, M. S. **Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba**. Curitiba, UFPR, 1984. 130p. (Dissertação de mestrado).
- MILANO, M. S. e SOARES, R.V. Aplicação de técnicas de amostragem aleatória para avaliação de ruas de Maringá (PR). In: ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Curitiba, 1990. **Anais...** Curitiba, FUPEF, 1990. p. 244-251.
- MILANO, M. S. Métodos de amostragem para avaliação de arborização de ruas. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, São Luiz, 1994. **Anais...** São Luiz: SBAU, 1994. p. 163-
- MILANO, M.S. **Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá**. Curitiba: UFPR, 1988. 120 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1988.
- NUNES, M. L. Metodologias de avaliação da arborização. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1, Vitória, ES, 1992. **Anais...** Vitória: SBAU, 1992. p. 133-145.
- PÉLLICO NETTO, S. e BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316 p.
- QUEIROZ, W. T. **Técnicas de amostragem em inventário florestal nos trópicos**. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1998. 147p.
- RIBEIRO JUNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa-MG: UFV, 2001. 301p.

- SANTOS, E. **Avaliação quali-quantitativa da arborização e comparação econômica entre a poda e a substituição da rede de distribuição de energia elétrica da Região Administrativa Centro-Sul de Belo Horizonte-MG.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 219 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- SILVA, J. A. A., CAMPOS, A. L., VEIGA, A. F. S. L., MOREIRA, A. F. C. E MARQUES, E. J. Estimativa da eficiência amostral para avaliar intensidade de infestação da *Diatraea* spp. em cana-de-açúcar. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira-PAB**, v. 32, n. 10, 1997.

## **APÊNDICES**



## APÊNDICE B

Tabela 1 – Relação dos indivíduos identificados na arborização viária dos bairros Horto e Sagrada Família, em Belo Horizonte, com o respectivo nome vulgar, nome científico, família botânica, número de indivíduos e freqüência relativa.

Nome vulgar	Nome científico	Família	Nº ind.	F.R.
Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	Magnoliaceae	119	16,4
Bauhinia	<i>Bauhinia variegata</i> L.	L. caesalpinioideae	90	12,4
Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Oleaceae	85	11,7
Murta	<i>Murraya exótica</i> L.	Rutaceae	78	10,7
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	L. caesalpinioideae	72	9,7
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Melastomaceae	38	5,2
Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	37	5,1
Flamboyant	<i>Delonix regia</i> Raf.	L. caesalpinioideae	27	3,7
Esculmilha africana	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	Lythraceae	26	3,6
Triplares	<i>Triplaris brasiliiana</i> Cham.	Polygonaceae	17	2,3
Esculmilha resedá	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Lythraceae	15	2,1
Sombreiro	<i>Clitoria fairschildiana</i> Howard	L. papilionoideae	11	1,5
Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	Moraceae	9	1,2
Leucena	<i>Leucena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	L. mimosoideae	9	1,2
Mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	Lythraceae	9	1,2
Oiti	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Chrysobalanaceae	9	1,2
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	Bombacaceae	8	1,1
Espatódea	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Bignoniaceae	5	0,7
Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich	L. caesalpinioideae	4	0,5
Hisbisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae	4	0,5
Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don	Bignoniaceae	4	0,5
Cassia imperial	<i>Cassia fistula</i> L.	L. caesalpinioideae	3	0,4
Cassia rosa	<i>Cassia grandis</i> L.f.	L. caesalpinioideae	3	0,4
Chefflera-macho	<i>Shefflera actinophylla</i> Harms	Araliaceae	3	0,4
Ipê amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nich.	Bignoniaceae	3	0,4
Palmeira cariota	<i>Caryota mitis</i> Lour.	Arecaceae	3	0,4
Abacateiro	<i>Persea americana</i> Mill	Lauraceae	2	0,3
Cassia sp.	<i>Cassia</i> sp.	L. caesalpinioideae	2	0,3
Chapéu de Napoleão	<i>Thevetia peruviana</i> Merr.	Apocynaceae	2	0,3
Flamboyant mirim	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Sw.	L. caesalpinioideae	2	0,3
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	2	0,3
Ipê roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart) Standl.	Bignoniaceae	2	0,3
Ipê roxo	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Tol.	Bignoniaceae	2	0,3
Ipê tabaco	<i>Tabebuia chysotricha</i> (Mart. Ex DC.) Standl.	Bignoniaceae	2	0,3
Munguba	<i>Paquira aquática</i> Aubl.	Bombacaceae	2	0,3
Romã	<i>Punica granatum</i> L.	Punicaceae	2	0,3
Álamo	<i>Salix viminalis</i> L.	Salicaceae	1	0,1
Ameixeira	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	Rasaceae	1	0,1
Arália	<i>Polyscias guilfoylei</i> L.H.Bailey	Araliaceae	1	0,1
Bauhinia forficata	<i>Bauhinia forficata</i> Link	L. caesalpinioideae	1	0,1
Calistémon	<i>Callistemon viminalis</i>	Myrtaceae	1	0,1
Cassia-pau-preto	<i>Albizia lebeck</i> Benth.	L. mimosoideae	1	0,1
Coleotéria	<i>Koelreuteria paniculata</i> Rcher et Wilson	Sapindaceae	1	0,1
Cutieira	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Euphorbiaceae	1	0,1
Duranta sp.	<i>Duranta</i> sp.	Verbenaceae	1	0,1
Ficus-microcarpa	<i>Ficus microcarpa</i> L.f.	Moraceae	1	0,1
Grevilha	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn.	Proteaceae	1	0,1
Ipê mirim	<i>Tecoma stans</i> (L.) H.B. & K.	Bignoniaceae	1	0,1
Palmeira imperial	<i>Roystonea oleraceae</i> (Jacq.) Cook	Arecaceae	1	0,1
Saponária	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	1	0,1
Urucum	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	1	0,1
Indeterminada 1	Euphorbiaceae	Euphorbiaceae	1	0,1
Indeterminada 2	Indeterminada 2	Indeterminada 2	1	0,1

## APÊNDICE C

Tabela 2 – Relação dos indivíduos identificados na arborização viária dos bairros Colégio Batista, Floresta, Horto, Sagrada Família e Santa Tereza, em Belo Horizonte, com o respectivo nome vulgar, nome científico, família botânica e número de indivíduos.

1

<b>NOME VULGAR</b>	<b>NOME CIENTÍFICO</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>N. IND.</b>
Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Oleaceae	874
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	L. Caesalpinioideae	733
Murta	<i>Murraya exotica</i> L.	Rutaceae	656
Bauhinéa	<i>Bauhinia variegata</i> L.	L. Caesalpinioideae	584
Castanheira	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	422
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Melastomataceae	374
Triplaris	<i>Triplaris brasiliensis</i> Cham.	Polygonaceae	356
Esculmilha resedá	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Lythraceae	356
Magnólia	<i>Michelia champaca</i> L.	Magnoliaceae	294
Munguba	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Bombacaceae	288
Esculmilha africana	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	Lythraceae	187
Alecrim de campinas	<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	L. Caesalpinioideae	151
Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L.	Moraceae	144
Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don	Bignoniaceae	124
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Malvaceae	110
Oiti	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Chrysobalanaceae	106
Espatódea	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Bignoniaceae	100
Flamboyant	<i>Delonix regia</i> Raf.	L. Caesalpinioideae	91
Mirindiba	<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	Lythraceae	79
Ipê mirim	<i>Tecoma stans</i> (L.) H.B. & K.	Bignoniaceae	67
Espirradeira	<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	67
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	L. Mimosoideae	61
Ipê rosado	<i>Tabebuia pentaphylla</i> (Hemsl.)	Bignoniaceae	53
Ipê roxo heptafila	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Bignoniaceae	49
Caliandra	<i>Calliandra tweediei</i> Benth.	L. Mimosoideae	41
Ipê amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	Bignoniaceae	39
Flamboyant mirim	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> Sw.	L. Caesalpinioideae	34
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	31
Álamo	<i>Salix viminalis</i> L.	Salicaceae	31
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i> (Benth) O. Kuntze	L. Caesalpinioideae	30
Cutieira	<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Euphorbiaceae	29
Mulungu	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	L. Papilionoideae	28
Sombreiro	<i>Clitoria fairschildiana</i> Howard	L. Papilionoideae	26
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	Bombacaceae	25
Marinheiro	<i>Trichilia cathartica</i> Mart.	Meliaceae	24
Cheflera macho	<i>Schefflera actinophylla</i> Harms	Araliaceae	24
Ipê tabaco	<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. Ex BD.) Standl.	Bignoniaceae	23
Cinamomo	<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae	21
Cássia imperial	<i>Cassia fistula</i> L.	L. Caesalpinioideae	19
Indeterminada	Indeterminada	Indeterminada	18
Cássia rosa	<i>Cassia grandis</i> L. f.	L. Caesalpinioideae	17
Aroeirinha	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	16
Palmeira licuri	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Palmaceae	14
Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	14

Continua...

Continuação

Leguminosae 1	Leguminosae 1	L. Caesalpinioideae	14
Palmeira imperial	<i>Roystonea oleraceae</i> (Jacq.) Cook	Arecaceae	13
Bougainville	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Nyctaginaceae	13
Astrapéia	<i>Dombeya wallichii</i> (Lindl.) K. Schum.	Sterculiaceae	13
Pau ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. Ex Tul.	L. Caesalpinioideae	12
Duranta	<i>Duranta repens</i> L.	Verbenaceae	12
Ipê roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Satndl.	Bignoniaceae	11
Jalão	<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	Myrtaceae	9
Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> St. Hil.	Lythraceae	9
Bananeira	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Musaceae	9
Ameixeira	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.	Rosaceae	9
Manacá da serra	<i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn.	Melastomataceae	7
Grevilha robusta	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn.	Proteaceae	7
Cássia pau preto	<i>Albizzia lebeck</i> Benth.	L. Mimosoideae	7
Cássia amendoim	<i>Senna bicapsularis</i> Roxb.	L. Caesalpinioideae	7
Areca	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	Arecaceae	7
Abacateiro	<i>Persea americana</i> Mill	Lauraceae	7
Pau doce	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Rhamnaceae	6
Chapéu de napoleão	<i>Thevetia peruviana</i> Merr.	Apocynaceae	6
Cássia sp	<i>Cassia</i> sp.	L. Caesalpinioideae	6
Arália	<i>Polyscias guilfoylei</i> L. H. Bailey	Araliaceae	6
Romã	<i>Punica granatum</i> L.	Punicaceae	5
Pau brasil	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	L. Caesalpinioideae	5
Faveiro	<i>Peltophorum dibium</i> (Spreng.) Taub.	L. Caesalpinioideae	5
Coleotéria	<i>Koelreuteria paniculata</i> Rchder et Wilson	Sapindaceae	5
Urucum	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	4
Saponária	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	4
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	4
Ficus elástica	<i>Ficus elastica</i> Roxb. Ex Hornem.	Moraceae	4
Escova de garrafa	<i>Callistemon viminalis</i> (Sol. Ex Gaertn.) G. Don	Myrtaceae	4
Dracena	<i>Draceana arborea</i> (Willd.) Link	Liliaceae	4
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Oxalidaceae	4
Bico de papagaio	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Wild. Ex Klotzsch	Euphorbiaceae	4
Assapeixe	<i>Vernonia polyanthes</i> Less.	Asteraceae	4
Árvore da felicidade	<i>Polyscias fruticosa</i> (L.) Harms	Araliaceae	4
Amoreira	<i>Morus nigra</i> L.	Moraceae	4
Jurubeba	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Solanaceae	3
Ficus microcarpa	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	Moraceae	3
Eucalipito grandis	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden	Myrtaceae	3
Dama da noite	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Solanaceae	3
Casuarina	<i>Casuarina euquisetifolia</i> L.	Casuarinaceae	3
Cássia ferruginea	<i>Cassia feruginea</i> (Schrad.) Schrad. Ex DC.	L. Caesalpinioideae	3
Tucaneiro	<i>Cytherexylum myrianthum</i> (Ruiz et Pav) A.L. Juss	Verbenaceae	2
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	L. Mimosoideae	2
Palmeira cariota mitis	<i>Caryota mitis</i> Lour.	Arecaceae	2
Macauba	<i>Acroconia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. Ex Mart.	Arecaceae	2
Lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	Solanaceae	2
Lantana	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	2
Jacaré	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	L. Mimosoideae	2
Ipê roxo de bola	<i>Tabebuia avelanedae</i> Lorentz ex Griseb.	Bignoniaceae	2
Fruta conde	<i>Annona squamosa</i> L.	Annonaceae	2

Continua...

Continuação

Eucalipito camaldulense	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	Myrtaceae	2
Chorão	<i>Salix babilonica</i> L.	Salicaceae	2
Copaiba	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	L. Caesalpinioideae	2
Cipreste	<i>Cupressus</i> sp.	Cupressaceae	2
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	2
Cassia silvestres	<i>Cassia silvestris</i> Vell.	L. Caesalpinioideae	2
Caja-mirim	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	2
Cajá	<i>Spondias lutea</i> L.	Anacardiaceae	2
Bombacaceae	Bombacaceae sp	Bombacaceae	2
Aroeira salsa	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	2
Angico vermelho	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	L. Mimosoideae	2
Tuia	<i>Thuja</i> sp.	Cupressaceae	1
Tento carolina	<i>Adenanthera pavonina</i> L.	L. Mimosoideae	1
Tamarino	<i>Tamarindus indicus</i> L.	L. Caesalpinioideae	1
Sôbrasil	<i>Colubrina rufa</i> (Vell.) Reissek	Rhamnaceae	1
Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Camb.	Lecythidaceae	1
Roxinha	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Euphorbiaceae	1
Piper sp	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae	1
Pinheiro	<i>Araucaria excelsa</i> (Lamb.) R. Br.	Araucariaceae	1
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i> St. Hil.	Caryocaraceae	1
Pau rei	<i>Pterygota brasiliensis</i> Fr. All. M.	Sterculiaceae	1
Pau d'água	<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	Vochysiaceae	1
Palmeira fênix	<i>Phoenix roebelinii</i> O' Brien	Arecaceae	1
Palmeira real	<i>Archontophoenix alexandrae</i> (F. Muell.) H.Wendl. & Drude	Arecaceae	1
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Meleiaceae	1
Manacá	<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don.	Solanaceae	1
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	1
Ligustrinho	<i>Ligustrum sinense</i> Lour	Oleaceae	1
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	L. Caesalpinioideae	1
Jasmim manga	<i>Plumeria rubra</i> L.	Apocynaceae	1
Jambo vermelho	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	Myrtaceae	1
Jambo amarelo	<i>Syzygium jambos</i> L. Aslton	Myrtaceae	1
Ingá sp.1	<i>Inga</i> sp.1	L. Mimosoideae	1
Ingá sp.2	<i>Inga</i> sp.2	L. Mimosoideae	1
Ingá	<i>Inga edulus</i> Mart.	L. Mimosoideae	1
Imbiruçu	<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Bombacaceae	1
Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	1
Ficus mexiaie	<i>Ficus mexiaie</i> Standl.	Moraceae	1
Estíftia	<i>Stifftia grazieli</i> Leitao	Asteraceae	1
Cróton	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Euphorbiaceae	1
Cássia mimosa	<i>Cassia mimosa</i> Noronha	L. Mimosoideae	1
Cássia javânica	<i>Cassia javanica</i> L.	L. Caesalpinioideae	1
Candelabro	<i>Senna alata</i> (L.)Roxb	L. Caesalpinioideae	1
Azaléia	<i>Rhododendron indicum</i> (L.) Sweet	Ericaceae	1
Araribá	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. Ex Benth	L. Papilionoideae	1
Aleluia	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) Irwin & Barney	L. Caesalpinioideae	1
Alamanda	<i>Allamanda laevis</i> Markgr.	Apocynaceae	1
Abriçó	<i>Calophyllum</i> sp.	Clusiaceae	1