



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

RAFAELLA DE ANGELI CURTO

**AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE ALTURA E DE
ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL EM UMA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES
FEVEREIRO – 2011

RAFAELLA DE ANGELI CURTO

**AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE ALTURA E DE
ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL EM UMA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais e Linha de Pesquisa Manejo Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva
Coorientador: Prof. Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane

JERÔNIMO MONTEIRO - ES
FEVEREIRO – 2011

Dissertação 0017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

C978a Curto, Rafaella De Angeli, 1986-
Avaliação de métodos de estimação de altura e de estratificação vertical em uma floresta estacional semidecidual / Rafaella De Angeli Curto. – 2011. 123 f. : il.

Orientador: Gilson Fernandes da Silva.

Coorientador: José Eduardo Macedo Pezzopane.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Levantamentos florestais. 2. Comunidades vegetais. 3. Florestas – Medição. 4. Mata Atlântica. 5. Tempo – Medição. I. Silva, Gilson Fernandes da. II. Pezzopane, José Eduardo Macedo. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 630

**AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE ALTURA E DE
ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL EM UMA FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL**

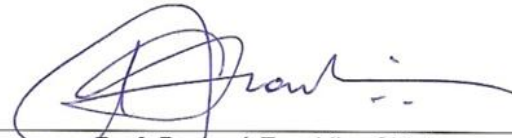
Rafaella De Angeli Curto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais na área de concentração Ciências Florestais.

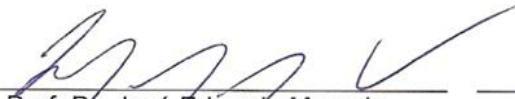
Aprovada em 04 de Fevereiro de 2011.



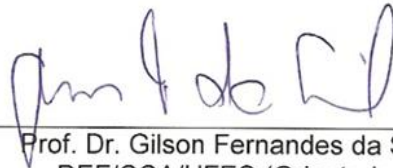
Prof. Dr. Carlos Pedro Boechat Soares
DEF/CCA/UFV



Prof. Dr. José Franklim Chichorro
DEF/CCA/UFES



Prof. Dr. José Eduardo Macedo
Pezzopane
DEF/CCA/UFES



Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva
DEF/CCA/UFES (Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, causa primária de todas as coisas, pela oportunidade de mais uma conquista. Agradeço a Você que levantou meu ânimo nas inúmeras vezes que me deixei abater.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva, pela oportunidade de crescimento, aprendizado, realização profissional e pela confiança em mim depositada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - (CAPES) e ao Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), pela concessão de bolsa e aos meus orientadores do REUNI, Prof.^a Dr. Maristela de Oliveira Bauer e Prof. Dr. Carlos Augusto Cardoso Passos.

Ao Programa de Pós - Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade.

À CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), pela disponibilidade da área do estudo e ao engenheiro Valdemiro Xavier, intermediador, pelos esforços dispendidos e confiança para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, pela educação. Em especial ao meu pai, por acreditar e valorizar meus sonhos. As minhas irmãs, Gisella e Gabriella, que sempre me deram apoio. Aos demais familiares, pela força.

Meus sinceros agradecimentos aos amigos e companheiros de campo: Hugo Casagrande, Jeferson Leal Silva, Pompeu Paes Guimarães, Rômulo Môra, Saulo Boldrini, Ticiane Viana, Valéria Hollunder Klippel, e em especial a Hassan Camil David e Leandro Tose Martins, que muitas vezes abriram mão de momentos de diversão para contribuir na coleta dos dados no campo, além das inúmeras ajudas no processamento dos dados e paciência nos momentos difíceis. Ao senhor Ademar, pelos serviços de campo prestados e constante aprendizado, e aos funcionários do Parque da Floresta do Rosal, Romário e Fabrício, pela significativa contribuição. Sem vocês eu não teria conseguido. Muito obrigada.

Agradeço a contribuição de Domingos Folli nos trabalhos de identificação de campo, e a Geovane Siqueira, pela identificação do material coletado e

auxílio em consulta ao herbário. Agradeço ainda a disponibilização do herbário da Reserva Natural da Vale – Linhares-ES.

Pelos momentos de convivência, agradeço aos meus amigos de laboratório: Elter Martins, Felipe Rodrigues Santos, Hassan Camil David, Jeferson Leal Silva, Leandro Tose Martins, Ludmila Piassi, Onair Mendes, Raphael Hoffman, Rômulo Môra, Ronielly Lemos e Ticiane Viana.

Agradeço também àqueles que contribuíram de alguma forma, mesmo que indiretamente, para a realização deste trabalho, pelos momentos de incentivo e pela amizade: Amoriana Silveira, Carolina Goulart, Daniel Pereira, Daniele Rodrigues, Franciene Bortolini, Javan Mota, João Vitor Toledo, Leonardo Peroni, Luanna Sangali, Paulo André Trazzi, Pompeu Guimarães, Samira Murelli, Talita Miranda e Alex Lima, Valéria Klippel e Luciano Pimenta.

Ao Prof. Dr. Nilton Cesar Fiedler, pela disponibilidade e empréstimo de materiais. Ao Prof. Alexandre Rosa dos Santos, pela contribuição na confecção de mapas.

Aos funcionários do NEDTEC: Alvacir, Calebe, Elecir, Eliane, Elizângela, Emília, Kleriston, Marise, Toninho, Valquíria, e as tias do “RU” Eliane e Solange, pela assistência e dedicação. Aos servidores Paulo e Acácio. Aos professores Carlos (*in memorian*), Elzimar, Graziela, Marina e Marcos Vinícius, pela convivência e aos professores Henrique e Sustanis, pelas contribuições. Aos demais mestres pelos ensinamentos.

Agradeço aos Professores Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane, Dr. Carlos Pedro Boechat Soares e Dr. José Franklim Chichorro, membros da banca examinadora, pela disponibilidade e contribuição para o enriquecimento deste trabalho.

A todos os meus amigos e amigas que sempre estiveram presentes me aconselhando e incentivando com carinho e dedicação, mesmo que aqui não estejam citados. Agradeço pelos momentos felizes e pelos não tão felizes, mas que foram preciosas lições de vida, de perseverança, de compreensão, tolerância e paciência e que fizeram parte do meu crescimento.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, me ajudaram neste desafio, que acreditaram em mim e que se sentem felizes com mais esta conquista em minha vida.

"Não fiz o melhor, mas fiz tudo para que o melhor fosse feito.

Não sou o que deveria ser, mas não sou o que era antes."

Martin Luther King

BIOGRAFIA

RAFAELLA DE ANGELI CURTO, filha de Orildo José Curto e Léa De Angeli, nasceu na cidade de João Neiva, ES, em 04 de agosto de 1986.

Cursou as séries iniciais de Ensino fundamental na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “João Neiva”.

Concluiu o Ensino fundamental e médio no Centro Educacional Casa do Estudante, no município de Aracruz-ES.

Graduou-se em Engenharia Florestal, em fevereiro de 2009, pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Em março de 2009, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais, em nível de Mestrado, na Linha de Pesquisa de Manejo Florestal, na Universidade Federal do Espírito Santo.

Em abril de 2009, iniciou Pós-Graduação “Lato-Sensu” em Educação, Governança e Direito Ambiental: A Gestão de Espaços Antropizados, pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Alegre – FAFIA, sendo concluído em novembro do mesmo ano.

Em fevereiro de 2011, defendeu dissertação, requisito indispensável para obtenção do título de Mestre na Universidade Federal do Espírito Santo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Análise tridimensional da Floresta do Rosal localizada a Nordeste do reservatório da Usina Hidrelétrica do Rosal – CEMIG, Guaçuí, ES.	31
Figura 1.2. Esquema de localização das parcelas alocadas na Floresta do Rosal, Guaçuí, ES.....	32
Figura 1.3. Distribuição dos resíduos de altura em percentagem, em terreno plano, para cinco métodos avaliados nas classes de altura 1 (15-17,9 m), 2 (18-20,9 m) e 3 (>21 m), Floresta do Rosal, Guaçuí, ES.	48
Figura 1.4. Distribuição dos resíduos de altura em percentagem, em terreno inclinado, para cinco métodos avaliados nas classes de altura 1 (15-17,9 m), 2 (18-20,9 m) e 3 (>21 m), Floresta do Rosal, Guaçuí, ES.	49
Figura 2.1. Relação das quinze espécies de maior <i>IVI</i> (%) (índice de valor de importância relativo) encontradas no fragmento florestal da Floresta do Rosal, Guaçuí, ES, com suas respectivas densidades relativas (<i>DR</i> (%)), frequências relativas (<i>FR</i> (%)) e dominâncias relativas (<i>DoR</i> (%)).....	99
Figura 2.2. Densidade absoluta de indivíduos por hectare (<i>DA</i>) por classe de diâmetro para o fragmento da Floresta do Rosal, Guaçuí, ES....	101
Figura 2.3. Dendrograma de agrupamento das classes de altura, em que as variáveis são as frequências de todas as espécies encontradas na amostragem nas suas respectivas classes de altura.	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Tratamentos avaliados na estimação de altura total, considerando cinco métodos em três classes de altura	35
Tabela 1.2. Distribuição do número de árvores por classe de altura e tipos de terreno.....	35
Tabela 1.3. Análise descritiva de dados de altura total	40
Tabela 1.4. Comparação da precisão entre os tratamentos avaliados nas diferentes classes de altura, tal como definido na Tabela 1.1, em terreno plano e inclinado, considerando-se as variáveis altura média e erro relativo	43
Tabela 1.5. Médias de cada tratamento com a respectiva média da altura real observada em cada uma das classes, para terrenos planos e inclinados.....	46
Tabela 1.6. Estatísticas <i>Viés (V)</i> , Média das Diferenças Absolutas (<i>MD</i>) e Desvio Padrão das Diferenças (<i>DPD</i>) para as estimativas de altura, em terreno plano e inclinado, referentes aos cinco métodos avaliados nas classes de altura 1, 2 e 3 com as respectivas notas atribuídas com base nas estatísticas	50
Tabela 1.7. Comparação do tempo médio entre os tratamentos avaliados nas diferentes classes, tal como definido na Tabela 1.1, em terreno plano e inclinado	54
Tabela 1.8. Escala de notas atribuídas aos cinco métodos de estimação de altura avaliados, para os fatores precisão, média de tempo para execução, número de operadores, custo inicial e de manutenção, robustez, facilidade de observação e compacidade, em terreno plano (TP) e terreno inclinado (TI)	64
Tabela 2.1. Lista das espécies arbóreas encontradas na amostra do fragmento florestal da Floresta do Rosal, Guaçuí – ES; apresentadas em ordem alfabética de famílias com suas respectivas espécies, em que: NI = espécies não identificadas, GE = grupo ecológico, P = pioneira; NP = não-pioneira e; SC = sem classificação	83
Tabela 2.2. Espécies encontradas na amostragem do fragmento florestal da Floresta do Rosal, Guaçuí - ES e seus respectivos parâmetros fitossociológicos, em que <i>N</i> = número de indivíduos; <i>U</i> = número total de unidades amostrais; <i>DA</i> = densidade absoluta; <i>DR</i> = densidade relativa; <i>FA</i> = frequência absoluta; <i>FR</i> = frequência relativa; <i>DoA</i> = dominância absoluta; <i>DoR</i> = dominância relativa; <i>IVC</i> = índice de valor de cobertura e <i>IVC</i> (%) = índice de valor de cobertura relativo; <i>IVI</i> = índice de valor de importância e <i>IVI</i> (%) = índice de valor de importância relativo.....	92
Tabela 2.3. Divisão de estratos verticais, de acordo com o método proposto por Souza (1990), em que: <i>N</i> = número de indivíduos amostrados; <i>S</i> = número de espécies amostradas; <i>F</i> = número de famílias amostradas; e <i>G</i> (m ² /ha) = área basal/ha	102
Tabela 2.4. Divisão de estratos verticais, de acordo com o método proposto por Souza et al. (2003), em que: <i>N</i> = número de indivíduos amostrados; <i>S</i> = número de espécies amostradas; <i>F</i> = número de famílias amostradas; e <i>G</i> (m ² /ha) = área basal/ha	106

Tabela 2.5. Número de estratos de altura total e porcentagens de classificação usando a análise discriminante	106
Tabela 2.6. Divisão de estratos verticais, de acordo com o método proposto pela IUFRO (LAMPRECHT, 1990), em que: N = número de indivíduos amostrados; S = número de espécies amostradas; F = número de famílias amostradas; e G (m ² /ha) = área basal/ha	109
Tabela 2.7. Divisão de estratos verticais, de acordo com o método proposto por Calegário et al. (1994), em que: N = número de indivíduos amostrados; S = número de espécies amostradas; F = número de famílias amostradas; e G (m ² /ha) = área basal/ha	112

SUMÁRIO

RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1. OBJETIVO GERAL	3
1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. MATA ATLÂNTICA	4
2.1.1. Aspectos Gerais	4
2.1.2. Mata Atlântica no Espírito Santo	6
2.2. FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA	8
2.3. CLASSIFICAÇÃO SUCESSIONAL.....	10
2.4. ESTRUTURA VERTICAL	11
2.5. MEDIÇÃO E ESTIMAÇÃO DE ALTURA.....	14
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
CAPÍTULO I - MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE ALTURA DE ÁRVORES EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL	24
RESUMO	25
ABSTRACT	26
1. INTRODUÇÃO	27
1.1. OBJETIVOS.....	28
2. METODOLOGIA	30
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
2.2. COLETA DE DADOS	31
2.3. CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO FLORESTAL.....	32
2.4. AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE ALTURA.....	33
2.4.1. Análise da precisão dos métodos aplicados	35
2.4.2. Análise do tempo médio para os métodos aplicados	37
2.4.3. Avaliação de outros fatores no desempenho dos métodos	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO FLORESTAL.....	40
3.2. ANÁLISE DA PRECISÃO DOS MÉTODOS APLICADOS	42
3.2.1. Teste de média para as alturas estimadas em cada método e para o erro cometido	42
3.2.2. Análise gráfica dos resíduos	46
3.2.3. Testes complementares de precisão dos métodos	50
3.3. ANÁLISE DO TEMPO MÉDIO PARA OS MÉTODOS APLICADOS.....	53
3.4. AVALIAÇÃO DE OUTROS FATORES NO DESEMPENHO DOS MÉTODOS.....	56
3.4.1. Número de operadores	56
3.4.2. Custo inicial para o desenvolvimento do método	57
3.4.3. Custo para manutenção do método	58
3.4.4. Robustez	59
3.4.5. Facilidade de observação	60
3.4.6. Compacidade	61

3.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE TODOS OS FATORES QUE AFETAM A ESCOLHA DO MÉTODO.....	62
4. CONCLUSÕES.....	65
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
CAPÍTULO II - MÉTODOS DE ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL.....	69
RESUMO	70
ABSTRACT	71
1. INTRODUÇÃO.....	72
1.1. OBJETIVOS.....	73
2. METODOLOGIA.....	74
2.1. OBTENÇÃO DOS DADOS	74
2.2. CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA DAS ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS.....	75
2.3. DIVERSIDADE.....	76
2.4. ESTRUTURA HORIZONTAL.....	77
2.5. ESTRUTURA DIAMÉTRICA.....	79
2.6. ESTRUTURA VERTICAL	79
2.6.1. Método 1 - Souza (1990).....	79
2.6.2. Método 2 - Souza et al. (2003).....	80
2.6.3. Método 3 - IUFRO (LAMPRECHT, 1990).....	81
2.6.4. Método 4 - Calegário et al. (1994).....	81
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
3.1. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E DIVERSIDADE.....	83
3.2. ESTRUTURA HORIZONTAL.....	91
3.3. ESTRUTURA DIAMÉTRICA.....	100
3.4. ESTRUTURA VERTICAL	102
3.4.1. Método 1 - Souza (1990).....	102
3.4.2. Método 2 - Souza et al. (2003).....	104
3.4.3. Método 3 - IUFRO (LAMPRECHT, 1990).....	109
3.4.4. Método 4 - Calegário et al. (1994).....	111
3.4.5. Considerações sobre a estratificação	113
4. CONCLUSÕES.....	115
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123

RESUMO

CURTO, Rafaella De Angeli. **Avaliação de métodos de estimação de altura e de estratificação vertical em uma Floresta Estacional Semidecidual**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Orientador: Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva. Coorientador: Prof. Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane.

Este estudo teve como objetivo avaliar métodos de estimação de altura total de árvores e métodos de estratificação vertical em uma floresta nativa. O presente estudo foi realizado em um fragmento de 52 ha de Floresta Estacional Semidecidual, conhecido como Floresta do Rosal, localizado no município de Guaçuí-ES. Para tanto, empregou-se o método de amostragem de área fixa, sendo distribuído um total de 16 parcelas de 600 m² de forma sistemática no campo, totalizando uma área amostrada de 0,96 ha. Foi realizada uma análise descritiva dos dados de altura total de árvores e para avaliar a precisão na obtenção dessa variável foram propostos cinco métodos de estimação: Hipsômetro Vertex; Clinômetro digital; estimação com auxílio de uma régua de 15 metros; e estimacões visuais com e sem treinamento; em três classes de altura: Classe 1 (15,00-17,99 m); Classe 2 (18,00-20,99 m) e; Classe 3 (>21,00 m), totalizando 15 tratamentos. Para comparar os tratamentos, foram mensurados 211 indivíduos, 124 em terreno plano e 87 em terreno inclinado, sendo a altura total desses, obtida por meio de escalada. Os dados de altura total foram comparados pelo teste *t*, a 5% de probabilidade, sendo realizadas também análises gráficas de resíduos e estatísticas complementares. Foram avaliados também a velocidade de execução dos métodos, além dos fatores: número de operadores, custo, robustez, facilidade de observação e compacidade. Para a avaliação da estratificação vertical, foram utilizados quatro diferentes métodos, sendo eles: Método 1 - Souza (1990); Método 2 - Souza et al. (2003); Método 3 - IUFRO; e Método 4 - Calegário et al. (1994). Além disso, foram avaliadas a composição florística, diversidade, estrutura horizontal e diamétrica da floresta em estudo. Com relação aos métodos de estimação de altura, o método de estimativa sem treinamento apresentou o pior desempenho quanto à precisão, para as duas condições de terreno avaliadas e o melhor desempenho foi para a estimativa com treinamento, sendo que a declividade afetou a estimativa da altura. Houve tendência em subestimar a altura com o aumento das classes, já o método de estimativa sem treinamento subestimou em todas as classes. Houve diferença quanto ao tempo médio para a estimação da altura entre os métodos e quanto ao efeito da classe, ressaltando algumas exceções. Foram amostrados 1596 indivíduos com *DAP* maior ou igual a 5 cm, totalizando 246 espécies. As famílias mais representativas em número de espécies foram: Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae e Rubiaceae. O índice de diversidade de Shannon-Weaver (*H'*) encontrado na amostragem alcança um valor expressivo. As espécies mais importantes da comunidade, tomando-se como base o *IVI%*, são: *Mabea fistulifera*, *Siparuna guianensis*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Apuleia leiocarpa* e *Myrcia fallax*. A estrutura diamétrica do fragmento florestal estudado apresenta uma distribuição em "J" invertido, comum às florestas inequianes. Dentre os métodos de estratificação vertical, o método 1 não permitiu análise detalhada

sobre o comportamento das espécies no estrato II, por apresentar tendências fortes em concentrar um maior número de indivíduos no referido estrato, já o método 2, permitiu um maior detalhamento dos estratos. O método 3, minimizou o problema encontrado no método 1, porém a mudança da altura dominante da amostragem pode mudar toda a discussão, demonstrando fragilidade no método. O método 4 não trouxe bons resultados para a estratificação da floresta em estudo, pois dividiu a floresta em apenas dois estratos de altura.

Palavras-chave: floresta estacional semidecidual, estimacão de altura, estratificacão vertical.

ABSTRACT

CURTO, Rafaella De Angeli. **Evaluation of methods for estimating height and vertical stratification in a Semideciduous Seasonal forest.** 2011. Dissertation (Masters in Forest Science) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Adviser: Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva. Co-adviser: Prof. José Eduardo Macedo Pezzopane.

This study aimed to evaluate methods for estimating the total height of trees and methods for vertical stratification in a native forest. This study was conducted in a fragment of 52 ha of Semideciduous Seasonal Forest, known as Rosal Forest, located in the municipality of Guaçuí-ES. For this, it was used the method of sampling a fixed area, distributing systematically a total of 16 parcels of 600 m² in the field, totalizing a sampled area of 0.96 ha. It was performed a descriptive analysis of the trees total height and to assess the accuracy in obtaining this variable, five estimation methods were proposed: Hypsometer Vertex; digital Clinometer; estimation with aid of a 15 meters ruler; and visual estimation with and without training; in three height classes: Class 1 (15,00 to 17,99 m), Class 2 (18,00 to 20,99 m) and, Class 3 (> 21,00 m), totaling 15 treatments. To compare treatments, 211 individuals were measured, 124 in flat ground and 87 in sloping ground, and the total height of these was obtained by means of climbing. The height data were compared by *t* test, at a 5% probability, and also performed graphical analysis of waste and additional statistics. It was also evaluated the methods execution speed, and the factors: number of operators, cost, ruggedness, easiness of observation and compactness. For the evaluation of vertical stratification, four different methods were used, as follows: Method 1 - Souza (1990), Method 2 - Souza et al. (2003), Method 3 - IUFRO, and Method 4 - Calegário et al. (1994). In addition, the species composition, diversity, structure and horizontal diameter of the forest under study were assessed. About the methods for height estimation, the estimation method without training showed the worst performance in terms of accuracy, for both ground conditions and the best performance was observed in the estimation method with training, since the slope affected the height estimation. There was a tendency to underestimate their height as the classes were increasing, since the estimation method without training underestimated in all classes. There were differences over the mean time for estimating the height between the two methods and over the effect of the class, excluding a few exceptions. It was sampled 1596 individuals with DAP greater than or equal to 5 cm, totaling 246 species. The most representative families in numbers of species were: Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae and Rubiaceae. The Shannon-Weaver diversity index (*H'*) found in the sample reaches a significant value. The most important species in the community, taking the IVI% as basis, are *Mabea fistulifera*, *Siparuna guianensis*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Apuleia leiocarpa* and *Myrcia fallax*. The diameter structure of the studied forest fragment distribution has a reversed-J-shape, common in native forests. Among the vertical stratification methods, the method 1 did not allow a detailed analysis of the behavior of the species in stratum II, because of its strong tendencies to concentrate a greater number of individuals in that stratum, yet the method 2 has allowed a more detailed strata. The method 3, played down the issue found

in method 1, but the change of the dominant height of the sample can change the whole discussion, showing weakness in the method. The method 4 did not bring good results for the stratification of the forest in the study, since it divided the forest in only two layers high.

Keywords: Semideciduous Seasonal Forest, estimating height, vertical stratification.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O termo “Mata Atlântica” engloba, no Brasil, um mosaico de comunidades vegetais que se desenvolve ao longo da cadeia montanhosa e de terras baixas que ladeiam o Oceano Atlântico, desde o Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte. Sua área principal situa-se nos limites das serras do Mar e da Mantiqueira, na região sudeste (SIQUEIRA-FILHO e LEME, 2006), sendo um dos ecossistemas mais ricos e ameaçados do planeta.

No Espírito Santo, a Mata Atlântica cobria em média 90% do território, sendo o restante ocupado por ecossistemas associados (IPEMA-INSTITUTO DE PESQUISAS DA MATA ATLÂNTICA, 2004). De acordo com dados publicados pela Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2010), existem apenas 11% de remanescentes do bioma Mata Atlântica no Estado, sendo que em sua região sul, a Floresta Estacional Semidecidual é um exemplo claro do processo de fragmentação, pois atualmente esse ecossistema está representado por pequenos fragmentos isolados.

Esses remanescentes foram formados a partir da exploração predatória dos recursos florestais, caracterizados pelo desmatamento das áreas para implantação principalmente da cafeicultura, pastagem e silvicultura.

Apesar da devastação acentuada, muitos fragmentos de Floresta Atlântica encontram-se em fase de recomposição natural por meio do processo de sucessão, o que aumenta a necessidade de compreender a dinâmica dessa recomposição, para se estabelecerem planos de manejo adequados de modo a possibilitar a conservação de sua biodiversidade.

Um exemplo de fragmento preservado é a Floresta do Rosal, pertencente à Usina Hidrelétrica Rosal, que se localiza no Sul do Estado do Espírito Santo, no município de Guaçuí (ES). A usina possui uma área de reservatório de 170 hectares (espelho de água) e uma Área de Preservação Permanente (APP) de 100 metros de largura ao redor de todo o reservatório, com aproximadamente 200 hectares e é nessa faixa que se encontra a Floresta do Rosal, com uma área de 52,04 hectares. Essa floresta é a mais preservada, contida na faixa da APP, e entende-se que quanto mais informações se

produzir acerca dessa comunidade, maiores as bases e as chances para uma revegetação de sucesso nas áreas do entorno.

Assim, a realização de estudos sobre os fragmentos do sul do Espírito Santo é de fundamental importância, pois a falta de informações sobre a florística, a estrutura e a dinâmica das florestas podem comprometer a sustentabilidade desses fragmentos, uma vez que estas pesquisas são essenciais para manutenção, recuperação e preservação (ARCHANJO, 2008).

Os estudos florísticos e fitossociológicos são de grande importância para o estabelecimento de ações prioritárias, uma vez que qualquer intervenção só será bem sucedida se for pautada em informações coerentes com a realidade de cada fragmento.

A altura total das árvores pode ter importante significado ecológico e para fins de manejo, à medida que ajuda a compreender a estrutura vertical da comunidade, podendo-se estimar por meio desta variável as espécies que apresentam maior importância ecológica, considerando-se esse tipo de estrutura, tal como discutido por Souza e Souza (2004). Assim, a subdivisão em estratos de altura dos indivíduos vegetais de determinada área é o passo inicial para se conhecer a estrutura vertical, apesar da sua complexidade.

Além da dificuldade de se reconhecerem estratos bem definidos, a estimação da altura total das árvores em florestas naturais é muitas vezes difícil e pouco precisa. Os equipamentos utilizados para a estimação da altura de árvores pressupõem a visualização, da base e do topo da árvore a partir de um mesmo ponto, o que é geralmente, inviável no interior das florestas tropicais. Tendo em vista as dificuldades encontradas para obtenção dessa variável, diversos métodos e alternativas podem ser empregados.

Considerando o exposto, a dissertação e sua metodologia foram divididas em dois capítulos para melhor compreensão, sendo eles:

Capítulo I: Métodos de estimação de altura de árvores em floresta estacional semidecidual;

Capítulo II: Avaliação de diferentes metodologias de estratificação vertical em uma floresta estacional semidecidual.

1.1.OBJETIVO GERAL

Avaliar métodos de estimação de altura total de árvores e métodos de estratificação vertical em uma floresta estacional semidecidual.

1.2.OBJETIVO ESPECÍFICO

- a) Caracterizar e avaliar a distribuição das árvores em diferentes classes de altura, considerando-se um inventário florestal realizado em uma floresta estacional semidecidual;
- b) Avaliar a precisão de diferentes métodos de estimação de altura, em diferentes condições de terreno;
- c) Avaliar o desempenho dos métodos em termos de tempo de execução e a influência de outros fatores, em diferentes condições de terreno;
- d) Indicar um método mais adequado à realização de inventários em condições semelhantes às estabelecidas neste estudo; e
- e) Revisar e testar metodologias de estratificação da estrutura vertical de uma floresta estacional semidecidual, avaliando a adequação dessas metodologias com relação à classificação quanto ao grupo ecológico pertencente.
- f) Avaliar a composição florística, a diversidade e as estruturas horizontal e diamétrica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. MATA ATLÂNTICA

2.1.1. Aspectos Gerais

A Mata Atlântica é considerada a maior reserva da biosfera em área de floresta do mundo, com 35 milhões de hectares. No Brasil, a cobertura original era representada por cerca de 15% do território nacional, englobando 17 estados brasileiros, atingindo o Paraguai e a Argentina. Atualmente, esse bioma é representado por 7% da área original, 93% do que havia já foi devastado, restando uma área equivalente a 1% do território brasileiro (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2010).

Esse bioma é detentor de uma das formações florestais mais importantes do planeta, principalmente pela quantidade de espécies endêmicas existentes, o que indica que este ecossistema é um centro de evolução (DÁRIO e ALMEIDA, 2000).

A Mata Atlântica brasileira, um mosaico de biodiversidade, é composta de vários tipos de vegetação, distribuídos ao longo de 27 graus de latitude sul, de 3° S a 30° S. Em altitude, varia do nível do mar até elevações maiores que 2.700 m, nas serras da Mantiqueira e do Caparaó, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Os climas, variam de regimes sub-úmidos com estações secas, no Nordeste, até ambientes de pluviosidade extrema, em alguns locais da Serra do Mar (GALINDO-LEAL e CÂMARA, 2005).

O Decreto Federal Nº 750/93, que dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, em seu Art. 3º estabelece que: "... considera-se Mata Atlântica as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no domínio Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE, 1998: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Manguezais, Restingas, Campos

de Altitude, Brejos Interioranos e Encraves Florestais do Nordeste.” (BRASIL, 1993).

De acordo com Galindo-Leal e Câmara (2005), a Mata Atlântica é um dos 25 *hotspots* de biodiversidade reconhecidos no mundo, áreas que perderam pelo menos 70% de sua cobertura vegetal original, mas que, juntas, abrigam mais de 60% de todas as espécies terrestres do planeta. A riqueza pontual é tão significativa que o segundo maior recorde mundial de diversidade para plantas lenhosas foi nesse bioma com registro de 458 espécies em um único hectare do sul da Bahia (CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL et al., 2000).

Classificada como um conjunto de fisionomias e formações florestais, a Mata Atlântica se distribui em faixas litorâneas, florestas de baixada, matas interioranas e campos de altitude. São nessas regiões que vivem também 62% da população brasileira, cerca de 110 milhões de pessoas. Um contingente populacional enorme que depende da conservação dos remanescentes de Mata Atlântica para a garantia do abastecimento de água, a regulação do clima, a fertilidade do solo, entre outros serviços ambientais (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2010).

Porém, desde a colonização pelos portugueses e espanhóis, a Mata Atlântica passou por uma longa história de uso intensivo da terra para exportação de produtos, incluindo os ciclos de exploração do pau-brasil, da cana-de-açúcar, do café, do cacau e da pecuária. Todos eles transformaram completamente a paisagem. Os fragmentos remanescentes da Mata Atlântica original continuam a deteriorar-se devido à retirada de lenha, ao corte ilegal de madeira, à captura ilegal de plantas e animais e à introdução de espécies exóticas (GALINDO-LEAL e CÂMARA, 2005). As severas alterações a que foi submetido o Bioma, reduziram as grandes extensões de Mata Atlântica a um conjunto de pequenos fragmentos florestais. Depois de 500 anos de utilização contínua, restam menos de 4% de sua área original de matas primitivas e outros 4% em florestas secundárias (LINO, 2010).

Apesar de sua história de devastação, a Mata Atlântica ainda possui remanescentes florestais de extrema beleza e importância que contribuem para

que o Brasil seja considerado o país com a maior diversidade biológica do planeta (CONSÓRCIO MATA ATLÂNTICA, 1992).

As áreas de Mata Atlântica ainda hoje bem preservadas estão localizadas basicamente em escarpas muito íngremes ou em altitudes elevadas, onde a prática agrícola ou madeireira se torna inviável, além de outras poucas áreas de preservação ambiental (MORENO et al., 2003).

Ainda pouca informação comparável está disponível sobre a Floresta Atlântica (TABARELLI e MANTOVANI, 1999), porém, devido à importância desse ecossistema, muitos trabalhos já foram realizados com o intuito de estudá-la no Brasil, especialmente na região Sudeste (MEYER et al., 2004; GOMES et al., 2005; REDLING, 2007; ARCHANJO, 2008).

2.1.2. Mata Atlântica no Espírito Santo

O estado do Espírito Santo, cujo território abrange 45.597 km², possuía na época do descobrimento uma cobertura florestal original, correspondendo a aproximadamente 87% do seu território, sendo as demais áreas constituídas por brejos, restingas, mangues, campos de altitude e campos rupestres, totalizando 100% de bioma Mata Atlântica no estado (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS e INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL, 1993).

Praticamente todo o território capixaba está na área de ocorrência natural da Mata Atlântica. Alternam-se restingas e tabuleiros entremeados por diversas lagoas, ocorrendo alguns pequenos maciços ao redor da Baía de Vitória. Nos locais com condições de umidade e solo adequados para desenvolvimento florestal, a Mata Atlântica surge vigorosa e biodiversa, rica em endemismos. Essa riqueza, ao longo de sua ocupação, tem sido degradada e substituída por paisagens agropastoris e silviculturais, restando menos de 10% da cobertura florestal original (BACKES e IRGANG, 2004).

O relevo caracteriza-se como montanhoso, com altitudes que vão desde o nível do mar até 2.897 m, cujo ponto culminante é o Pico da Bandeira, na Serra do Caparaó. Os solos predominantes são classificados como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, cuja fertilidade varia de média a baixa

e o pH é em torno de 5,0. O clima predominante é o tropical, quente e úmido no litoral e temperado na região serrana (IMEES, 1993, apud IPEMA 2004).

A cobertura vegetal natural do estado do Espírito Santo se classifica como: Floresta Ombrófila Densa, que recobre 68,5% do território do estado, sendo subdividida em quatro formações, de acordo com as diferenças de topografia e fisionomias florestais; Floresta Ombrófila Aberta, ocupando 2,87% de extensão territorial com presença de arbustos e muitas palmeiras sendo encontrada em pequenas áreas localizadas a noroeste e a sudeste; e a Floresta Estacional Semidecidual, região fitoecológica que compreende aproximadamente 23% da superfície estadual, sendo subdividida em quatro formações, em que somente duas delas são encontradas no Espírito Santo (IBGE, 1987).

De acordo com o IPEMA (2004), a Floresta Estacional Semidecidual é uma fitofisionomia determinada por duas estações, uma chuvosa e outra seca, que condicionam a sazonalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes. A porcentagem de árvores caducifólias no conjunto situa-se entre 20 e 50%. No Estado do Espírito Santo, essa região fitoecológica compreende 1.047.900 ha ou aproximadamente 23% da superfície estadual. Dois tipos de formações de Floresta Estacional Semidecidual são encontrados no Estado: a Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas e a Floresta Estacional Semidecidual Submontana.

Dos remanescentes atuais, extremamente fragmentados, as unidades de conservação (UC) protegem menos de um terço do total e representam cerca de 3% do território estadual (IBAMA, 2004). Segundo estudos do Instituto Estadual de Pesquisas da Mata Atlântica (IPEMA, 2004), a Floresta Estacional Semidecidual, que cobre o Estado, está representada em parte do Parque Nacional do Caparaó, no Parque Estadual Cachoeira da Fumaça, com apenas 24,20 ha, no Parque Estadual de Mata das Flores, com 800 ha, na FLONA de Pacotuba com 450,59 ha e na RPPN da Fazenda Cafundó, com 517 ha.

A Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) lançaram os resultados da edição 2008/2010 do Atlas dos Remanescentes Florestais de Mata Atlântica, e de acordo com o que foi mapeado, a Mata Atlântica está reduzida a 11,00% de sua cobertura original.

Em 2008, esse índice era de 11,02%. Levando em conta três classes de mapeamento: florestas, restingas e mangue, o Estado do Espírito Santo devastou 0,02% da Mata Atlântica com relação ao mesmo período. Mesmo que esses números sejam aparentemente pequenos, a continuidade do processo de desmatamento pode levar a consequências irreversíveis, com a extinção de plantas e animais.

O Decreto Nº 1.499-R, que homologa a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção no Espírito Santo, foi publicado no Diário Oficial Estadual em 14 de junho de 2005 (ESPÍRITO SANTO, 2005). A lista vermelha capixaba relaciona 950 espécies de animais e plantas que estão correndo risco de extinção. Das 950 espécies da nossa fauna e da flora ameaçadas, 256 estão criticamente em perigo (85 fauna e 171 flora), 258 estão em perigo (36 fauna e 222 flora) e 436 são consideradas vulneráveis (76 fauna e 360 flora), o que demonstra que em um estado de pequena área geográfica, e quase completamente recoberto por Mata Atlântica no passado, serão necessários esforços para proteger e desenvolver ações que venham garantir a vida de tantas espécies ameaçadas (IEMA, 2010).

2.2. FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA

Qualquer estratégia para conservar a diversidade biológica exige uma quantificação das espécies existentes e como elas estão distribuídas (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

Os índices ou indicadores utilizados para caracterizar a estrutura de uma comunidade vegetal denominam-se parâmetros fitossociológicos (MEUNIER et al., 2001).

O estudo fitossociológico fornece informações sobre a estrutura da comunidade de uma determinada área, além de possíveis afinidades entre espécies ou grupos de espécies, acrescentando dados quantitativos a respeito da estrutura da vegetação (SILVA et al., 2002). Refere-se, portanto, ao estudo quantitativo da composição, estrutura, funcionamento, dinâmica, história, distribuição e relações ambientais da comunidade vegetal (MARTINS, 1989).

De acordo com Alencar (1988), o estudo da composição florística é de fundamental importância para o conhecimento da estrutura da vegetação, possibilitando informações qualitativas e quantitativas sobre a área em estudo e a tomada de decisões para o melhor manejo de cada tipo de vegetação.

Através do estudo da composição florística e fitossociológica de uma floresta, pode-se construir uma base teórica para subsidiar projetos de conservação de recursos genéticos, conservação de áreas similares e a recuperação ambiental de áreas ou fragmentos florestais degradados que utilizam espécies nativas, contribuindo para seu manejo, sendo um passo inicial para o seu conhecimento (VILELA et al., 1993; CUSTÓDIO FILHO et al., 1994; GILHUIS, 1986, apud DRUMOND et al., 1996).

A Floresta Estacional Semidecidual está severamente degradada em toda a área de ocorrência natural, principalmente em função de práticas agropecuárias (DURIGAN et al., 2000). No sul do Espírito Santo, essa tipologia foi pouco estudada, tanto florística como fitossociologicamente, sendo poucas as referências encontradas a seu respeito, podendo-se citar Archanjo (2008) e Moreira (2009).

A demanda de informações sobre a vegetação pode variar desde a simples identificação da formação vegetal, podendo se estender para a identificação das plantas que fazem parte da dieta dos animais e da disponibilidade desses alimentos ao longo do ano (DURIGAN, 2003).

De acordo com Schneider e Finger (2000), inúmeras metodologias foram desenvolvidas com o objetivo de analisar a diversidade, composição e estrutura em ecossistemas florestais.

Segundo Finol (1971) apud Vaccaro (1997), a caracterização fitossociológica das florestas, permite fazer uma avaliação momentânea da estrutura vegetal, podendo ser feita mediante análise da estrutura horizontal, obtida por parâmetros como densidade, frequência e dominância das espécies. No entanto, a utilização da estrutura horizontal de forma isolada não permite a caracterização completa da importância ecológica das espécies.

Assim, para um diagnóstico mais preciso sobre o dinamismo e o estado de desenvolvimento da floresta, Finol (1971) propôs na análise estrutural das florestas, a inclusão da estrutura vertical, considerando para isso, dois

parâmetros: posição sociológica e regeneração natural. Dessa forma, a metodologia fitossociológica é uma ferramenta que, se usada adequadamente, permite fazer várias inferências da comunidade analisada (RODRIGUES, 1989).

2.3. CLASSIFICAÇÃO SUCESSIONAL

Odum (1988) definiu sucessão ecológica como um processo ordenado de desenvolvimento da comunidade razoavelmente direcional e previsível, resultante da modificação do ambiente pela comunidade e culminando em um ecossistema estabilizado.

A dinâmica da floresta, segundo Carvalho (1997), pode iniciar-se com a formação de clareiras, que provocam mudanças nas características pedológicas e microclimáticas, ocasionando assim, o processo de sucessão ecológica florestal.

A classificação de espécies arbóreas em grupos ecológicos, chamados também de grupos sucessionais, tem sido estudada na tentativa de explicar as respostas ecológicas diferenciais das espécies quanto à abertura de clareiras, ou seja, quanto às exigências de luz.

As diversas classificações (BUDOWSKI, 1965; BAZZAZ, 1979; SWAINE e WHITMORE, 1988; LAMPRECHT, 1990; LEITÃO FILHO, 1993; JARDIM et al., 1996) se diferenciam quanto às denominações e às variáveis utilizadas. No entanto, tais classificações se baseiam na divisão das espécies florestais entre aquelas de estádios iniciais e tardios da sucessão.

Budowski (1965) agrupou as espécies em pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias, e clímax, obedecendo a um gradiente de tolerância ao sombreamento do dossel das florestas. De um lado estão as espécies que não toleram sombreamento e possuem baixa longevidade, sendo encontradas em clareiras naturais, margens de rios e em clareiras antrópicas, denominadas de pioneiras e secundárias iniciais, e no extremo oposto, situam-se espécies que não suportam as condições de plena exposição a altas intensidades luminosas, necessitando germinarem e desenvolverem-se à sombra de outras árvores, as secundárias tardias são tolerantes ao sombreamento apenas na fase jovem e

as espécies clímax, são tolerantes à sombra em todas as fases do ciclo de vida.

Whitmore (1989) sugeriu uma simplificação das classificações, considerando, para espécies tropicais somente a existência de dois grandes grupos ecológicos, sendo um grupo formado pelas espécies intolerantes à sombra (pioneiras) e outro formado pelas espécies tolerantes à sombra (clímax). As demais variações, que eventualmente se observam, estariam abrangidas por toda essa dicotomia.

A grande variedade de termos utilizados para distinguir grupos ecológicos de espécies em florestas é confusa e, algumas vezes, dificulta a comparação de estudos sobre a sucessão em diferentes florestas. Além disso, autores usam características distintas e, subjetivamente, montam seus sistemas de classificação. Porém, a divisão do processo de sucessão em fases ou estágios sucessionais distintos, mesmo arbitrários, é um artifício utilizado na busca do entendimento sobre a dinâmica funcional das florestas (KAGEYAMA et al., 1986).

2.4. ESTRUTURA VERTICAL

Observando-se diversos povoamentos florestais, nota-se com frequência a existência de diferenciação vertical ou estratificação (WHITTAKER, 1975 apud SANQUETTA, 1995). As florestas inequidâneas que se encontram bem estratificadas suportam maior diversidade de biota, por apresentarem maior diferenciação de nichos, assim, nos estratos verticais de uma floresta natural inequidânea existem diferentes grupos de plantas e animais que ocupam diferentes nichos ecológicos (HUNTER Jr., 1990).

Essa diferenciação é determinada, sobretudo, pela resposta ao decréscimo da disponibilidade de luz ao longo do perfil vertical da floresta (WHITTAKER, 1975 apud SANQUETTA, 1995). A penetração de luz na floresta é uma função da disposição e da altura dos indivíduos ao longo do perfil vertical (KOHYAMA, 1989).

O estudo da estrutura vertical de determinada comunidade vegetal se torna importante, quando consideramos que tal estudo gera informações relativas à dominância que determinadas espécies exercem sobre outras, em

termos de competição por luz. Tal informação se torna imprescindível, dentre outras coisas, para definições de tratamentos silviculturais em áreas que serão manejadas ou que já estão sob plano de manejo de rendimento sustentado (CALEGÁRIO et al, 1994).

Brown (1919) apud Durigan et al. (2000), constatou que a estratificação vertical é complexa, com indivíduos jovens do estrato superior ocorrendo nos estratos inferiores e entre os estratos. Assim, a identificação de estratos verticais na floresta é sempre controversa e, em florestas tropicais, nem sempre a separação entre eles é perceptível.

Apesar disso, a avaliação da estrutura vertical em florestas inequidistantes é importante, uma vez que pode ser de grande valor para a sustentabilidade do manejo. Assim, a tarefa de reconhecer estratos de árvores na floresta é um dos principais elementos do estudo da estrutura vertical (SANQUETTA, 1995).

Dependendo da região fitoecológica, do estágio de sucessão e do estado de conservação, a estrutura florestal pode apresentar, por exemplo, sub-bosque, estrato inferior, estrato médio e estrato superior, ou pode, às vezes, não se apresentar estratificada dessa forma (SOUZA et al., 2003). Assim, o número de estratos é uma peculiaridade de cada floresta relacionada às diferenças em composição de espécies, relações competitivas, restrições ambientais, perturbações antrópicas ou naturais (LATHAM et al., 1998), sendo também função do método de classificação.

Os estudos sobre sucessão ecológica e regeneração natural, de maneira geral, utilizam o tempo decorrido desde o distúrbio ou abandono da terra como principal indicativo do estágio sucessional da vegetação de uma dada área (ARROYO-MORA et al., 2005). Porém, a composição e estrutura de florestas variam muito, até dentro da mesma localidade, dependendo do tipo de solo, topografia e disponibilidade de propágulos (DENSLOW, 1996; ARROYO-MORA et al., 2005). Assim, a determinação da estrutura vertical (número de estratos) e horizontal (densidade) das árvores em uma área é considerada uma boa forma de diferenciação entre estágios sucessionais de uma dada fitofisionomia.

A estratificação vertical das classes de florestas permite analisar a composição florística e a estrutura em termos de riqueza, diversidade,

densidade, dominância e, sobretudo, de estoques de volumes total e comercial. Isso indica que áreas de florestas naturais com diferente capacidade de estoques de volume potencialmente comercial apresentam estruturas verticais distintas (SOUZA e SOUZA, 2004).

Vários métodos para estratificar florestas inequiduais, em termos de altura total, têm sido propostos e empregados. Esses métodos são citados por diversos autores, dentre eles:

- a) Classificação da IUFRO - International Union of Forest Research Organizations (LAMPRECHT, 1990) - Essa classificação proposta por Leibundgut em 1958, parte da altura dominante (h_{dom}) da floresta para distinguir os estratos.
- b) Vega (1966) apud Souza et al. (2003) - Esse método de estratificação consiste em verificar a amplitude de variação em altura dos indivíduos amostrados, e dividi-la em três partes iguais, para definir as alturas dos estratos inferior, médio e superior da floresta.
- c) Longhi (1980) - Realiza a estratificação, que divide em três partes iguais a frequência relativa das alturas encontradas na floresta.
- d) Souza (1990), utilizado por Mariscal-Flores (1993) - estratifica a floresta em três estratos de altura total com base na média e no desvio padrão.
- e) Calegário et al. (1994) - em que a estratificação é feita com base no teste de qui-quadrado;
- f) Sanquetta (1995) - propõe a estratificação denominada de diagrama h-M;
- g) Souza et al. (2003) - que empregou análise multivariada para estratificação.

Além da estratificação da floresta como um todo, ainda é possível fazer a análise da estratificação vertical de cada espécie, ou grupo de espécies, isto é, a estrutura dimensional dentro das populações. Através da avaliação da estrutura vertical em populações pode-se identificar o comportamento ecológico e o hábito de cada população, essa análise prevê informações importantes para a compreensão das características de cada espécie, dando embasamento para entendimento das estratégias de regeneração natural, crescimento e sobrevivência (SANQUETTA, 1995).

2.5. MEDIÇÃO E ESTIMAÇÃO DE ALTURA

A mensuração florestal é um importante elemento no manejo florestal, possibilitando o melhor planejamento de suas atividades e permitindo a tomada de decisões adequadas na realização deste. As duas variáveis mais utilizadas para a realização de inventários florestais são a altura e o diâmetro, que são usadas para o cálculo da área basal e do volume de madeira existentes em uma floresta (FREITAS e WICHERT, 1998).

De acordo com Machado e Figueiredo Filho (2003), a altura total de uma árvore pode ser definida como a distância do nível do solo até o topo da árvore, ao longo de seu eixo principal.

A altura constitui-se em uma importante característica da árvore e pode ser medida ou estimada. Sua medição ou estimativa é muito importante para o cálculo do volume, de incrementos em altura e, em determinadas situações, pode servir como indicadora da qualidade produtiva de um local (SOARES et al., 2006). A medição dessa variável no campo demanda envolvimento de muitos recursos, como pessoal, veículo, equipamento e tempo. Todos esses elementos com implicações e custos diversos e, especialmente, o tempo, que neste mundo globalizado é um recurso escasso e crítico (PIRES, 2005).

Lingnau et al. (2008) comentam que a obtenção de variáveis dendrométricas é realizada em campo através de amostragens, sendo que as medições referentes às alturas das árvores em muitos casos são realizadas em apenas algumas árvores, por se tratar de uma obtenção muito difícil em campo.

Em florestas tropicais nativas, o levantamento de dados de campo é uma atividade ainda mais complexa, devido às adversidades inerentes ao ambiente e à demanda pela qualidade dos dados a serem coletados. Assim, a densidade e a diversidade de uma floresta tropical tornam complexa a coleta dos dados de altura das árvores (GONÇALVES et al., 2009). Como consequência dessas dificuldades, essas alturas importantes nem sempre são consideradas nos inventários florestais (GRAAF, 1986; ALDER e SYNNOTT, 1992). Porém, em florestas nativas, a altura total das árvores pode ter importante significado ecológico e para fins de manejo, à medida que ajuda a compreender a estrutura vertical da comunidade, podendo-se estimar por meio

dessa variável as espécies que apresentam maior importância ecológica considerando-se este tipo de estrutura (SOUZA e SOUZA, 2004).

A posição sociológica das espécies pode ser calculada, tomando-se em conta as alturas das árvores amostradas na comunidade, de acordo, por exemplo, com metodologias apresentadas por Finol (1971), Longhi (1980) e Souza e Leite (1993). Esses autores destacam a importância em se estimar a altura das árvores em estudos fitossociológicos.

Para estimações de altura das árvores, existem tipos variados de equipamentos que são usados internacionalmente (BRACK, 1997, apud GONÇALVES et al, 2009). Os aparelhos utilizados para realizar a estimação da altura de árvores são denominados de Hipsômetros e são classificados em duas categorias, de acordo com o seu princípio de construção: Princípio Geométrico, baseado na relação entre triângulos, como o Hipsômetro de Christen e o Princípio Trigonométrico, que se baseia na relação entre ângulos e distâncias. Entre os hipsômetros que utilizam esse princípio de construção, têm-se o Nível de Abney, Blume-Leiss, Haga, Suunto Clinômetro e o Vertex, que já apresenta uma tecnologia digital (SOARES et al., 2006).

Os instrumentos mais utilizados na área florestal para estimação de altura de árvores em pé são os hipsômetros baseados em princípios trigonométricos, porém existem hipsômetros que têm seu funcionamento baseado em outros sistemas (GONÇALVES et al., 2009).

Para estimar a altura total de uma árvore, o topo e a base da árvore devem ser visíveis simultaneamente após o posicionamento do observador à árvore, a uma distância que seja no mínimo igual à altura da árvore a ser medida, conforme recomendado (COUTO e BASTOS, 1988). Porém, muitas vezes, o ápice da copa e a base da árvore não podem ser visualizados com nitidez ou certeza, podendo haver erros nas estimações, causando super ou subestimativas, principalmente em florestas nativas (LINGNAU et al., 2008). Sendo assim, a densidade do povoamento pode prejudicar a descoberta de um ponto ótimo de visão, dificultando o encontro do topo da árvore (COUTO e BASTOS, 1988).

Dessa forma, o desenvolvimento de novos métodos, buscando-se a obtenção das variáveis dendrométricas, visando uma menor demanda de

tempo, mantendo uma boa precisão e eliminando os possíveis erros causados pelo homem, é de grande interesse na área florestal (LINGNAU et al., 2008).

O Vertex Forestor é um tipo de hipsômetro eletrônico que tem o funcionamento baseado em ondas sonoras, e além da altura também mede a distância da árvore até o aparelho (GONÇALVES et al., 2009). O Vertex propicia leituras em vegetação densa e ambientes difíceis e realiza até seis registros de altura por objeto (HAGLÖF SWEDEN, 2010).

Os diferentes hipsômetros têm aspectos positivos e negativos. A significância de cada aspecto vai depender das circunstâncias relacionadas ao propósito e uso de cada instrumento (FORESTRY RESEARCH WORKING GROUP 2, 1999).

Segundo Bechtold et al. (1998) e Brack (1999) apud Gonçalves et al. (2009), pode-se esperar um aumento no nível de precisão da estimativa ocular, desde que as pessoas responsáveis pelas estimativas sejam treinadas de forma mais intensiva, e realizem uma “calibração” em cada parcela a ser inventariada, por meio da medição prévia de algumas árvores com aparelhos de estimação de altura. Torna-se evidente que, apesar da utilização de instrumentos óticos de alta precisão, como é o caso do Vertex, é necessário dispor de pessoas que possam estimar visualmente a altura das árvores com razoável precisão.

Em florestas nativas, o número de árvores de maior porte é bem reduzido em relação ao número das árvores de pequeno porte. Como existem no mercado réguas telescópicas com até 15 metros de altura, a grande maioria das árvores pode ser medida de forma direta com grande precisão, considerando que através de um inventário realizado numa floresta estacional semidecidual do Sul do Espírito Santo (ARCHANJO, 2008) pôde-se observar que as árvores apresentam altura total média próxima a 10 metros.

Tendo em vista que estudos de crescimento e produção em florestas tropicais necessitam de precisão nos dados coletados, torna-se imprescindível a identificação de metodologias e instrumentação que, apesar das dificuldades inerentes, possam gerar dados de boa qualidade (GONÇALVES et al., 2009), reduzindo o tempo e a quantidade de recursos para sua obtenção (PIRES, 2005).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDER, D.; SYNNOT, T. J. **Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest**. Oxford: Oxford Forestry Institute. 124 p. (Tropical Forestry Papers, n. 25), 1992.

ALENCAR, J. C. Metodologia para análise de vegetação. In: ENCONTRO SOBRE INVENTÁRIOS NA AMAZÔNIA, 1988, Manaus, AM. **Anais...** Manaus: 1988. 19 p.

ARCHANJO, K. M. P. A. **Análise florística e fitossociológica de fragmentos florestais de Mata Atlântica no sul do estado do Espírito Santo**. 2008. 136 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.

ARROYO-MORA, J. P. et al. Secondary forest detection in a Neotropical dry forest landscape using Landsat 7 ETM+ and IKONOS imagery. **Biotropica**, v. 37, n. 4, p. 498-507, 2005.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Mata Atlântica: as árvores e a paisagem**. Porto Alegre: Ed. Paisagem do Sul. 396 p., 2004.

BAZZAZ, F.A. The physiological ecology of plant succession. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 10, p. 351-371, 1979.

BECHTOLD, W.A.; ZARNOCH, S.J.; BURKMAN, W.G. **Comparisons of modeled height predictions to ocular height estimates**. 1998. Disponível em: < <http://www.srs.fs.fed.us/pubs/viewpub.jsp.index=439>>. Acesso em: 24 nov. 2007.

BRASIL. Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 de fev. 1993.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CALEGÁRIO, N.; SCOLFORO, J. R. S.; SOUZA, A. L. Estratificação em alturas para floresta natural heterogênea: uma proposta metodológica. **Cerne**, v. 1, n. 1, p. 58-63, 1994.

CARVALHO, J. O. P. **Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal**. Colombo: Embrapa. 250 p., 1997.

CONSÓRCIO MATA ATLÂNTICA – Unicamp. **Reserva da biosfera da Mata Atlântica: plano de ação**. Campinas, SP, v.1, 19 p., 1992.

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL, FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, SEMAD/ INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - MG. 2000. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos.** Brasília: MMA/SBF, 40 p., 2000.

COUTO, H.T.Z., BASTOS, N.L.M. Erros de medição de altura em povoamentos de Eucalyptus em região plana. **IPEF**, n.39, p.21-31, 1988.

CUSTÓDIO FILHO, A.; FRANCO, G. A. D. C.; DIAS, A. C. Composição florística de um trecho de floresta pluvial atlântica, em regeneração natural após desmatamento diferenciado em Pariqüera-açu, SP, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 6, p. 87-98, 1994.

DÁRIO, F.R.; ALMEIDA, A.F. Influência de corredor florestal sobre a avifauna da Mata Atlântica. **Scientia Forestalis**, n.58, p. 99 -109, 2000.

DENSLOW, J. S. Functional group diversity and responses to disturbance. In: Orians, G. & Dirzo, R. (Org.). **Biodiversity and ecosystem processes in tropical forests.** New York: Springer-Verlag, p. 127-152, 1996.

DRUMOND, M. A.; BARROS, N. F. de; SOUZA, A. L. de; SILVA, A. F. da; MEIRA NETO, J. A. A. Alterações fitossociológicas e edáficas na Mata Atlântica em função das modificações da cobertura vegetal. **Revista Árvore.** Viçosa, MG, v. 20, n. 4, p. 451-466, 1996.

DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SAITO, M.; BAITELLO, J. B. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 371-383, 2000.

DURIGAN, G. Métodos para análise da vegetação arbórea. In: CULLEN JR., L.; VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R. (Org). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre.** Curitiba: UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, p. 455-480, 2003.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Decreto nº 1.499-R, de 14 de junho de 2005. Lista de das espécies da fauna e flora silvestres ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo**, Vitória, 14 de jun. 2005.

FINOL, U. H. Nuevos parametros a considerarse en el analisis estrutural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana.** Mérida, v. 18, n. 12, p. 29-42, 1971.

FORESTRY RESEARCH WORKING GROUP 2. **Code of Forest Mensuration Practice: a guide to good tree measurement practice in Australia and New Zealand.** Wood, Turner and Brack (eds). 1999. Disponível em:

<<http://www.anu.edu.au/Forestry/mensuration/rwg2/code> >. Acesso em: 23 maio 2010.

FREITAS, A. G. DE; WICHERT, M.C.P. Comparação entre instrumentos tradicionais de medição de diâmetro e altura com o criterion 400. **IPEF**, n. 188, 1998.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS; INSTITUTO SÓCIO-AMBIENTAL. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período de 1985-1990**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 27 p., 1993.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Especiais. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período 2008-2010**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 60 p., 2010.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Informações: Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br/index.php>>. Acesso em: 24 mar. 2010.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. *Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese*. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. (Eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica, Conservação Internacional e Centro de Ciências Aplicadas à Biodiversidade. Cap. 1, p. 3-11; p. 34-35, 2005.

GRAAF, N. R. de. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rainforest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University, 250 p., 1986.

GOMES, E.P.C.; FISCH, S.T.V.; MANTOVANI, W. Estrutura e composição do componente arbóreo na Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba, SP, Brasil. **Acta Bot. Bras**, v. 19, n. 3, p. 451-464, 2005.

GONÇALVES, D. A.; ELDIK, T. V.; POKORNY, B. O uso de dendrômetro a laser em florestas tropicais: aplicações para o manejo florestal na Amazônia. **Revista Floresta**. Curitiba, PR, v. 39, n. 1, p. 175-187, jan./mar. 2009.

HAGLÖF SWEDEN. **Instrumentos Profissionais para Inventário Florestal - Tradição e Inovação**. Disponível em: <http://www.haglofsweden.com/products/VertexIII/haglofsweden_por.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2010.

HUNTER Jr, M. L. **Wildlife forests, and forestry: principles of managing forests for biological diversity**. New Jersey: Prentice-Hall, 370 p., 1990.

IEMA-INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 05 abr. 2010.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeto RADAM**. V. 34. Folha SE 24 Rio Doce. Rio de Janeiro, 540 p., 1987.

IPEMA-INSTITUTO DE PESQUISAS DA MATA ATLÂNTICA. **Conservação da Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo: Cobertura florestal e unidades de conservação e fauna ameaçada** (Programa Centros para a Conservação da Biodiversidade – Conservação Internacional do Brasil)/ IPEMA. Vitória, ES: IPEMA. 112p., 2004.

IBAMA-INSTITUTO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS E NÃO-RENOVÁVEIS. **Atlas de conservação da natureza brasileira: Unidades Federais**. São Paulo: Metalivros, 335p., 2004.

JARDIM, F.C.S.; SOUZA, A.L.; SILVA, A. F. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP maior ou igual a 5,0 cm: comparação entre grupos funcionais e ecofisiológicos na estação experimental de silvicultura tropical do INPA, Manaus - AM. **Revista Árvore**, v. 20, n. 3, p. 267-278, 1996.

KAGEYAMA, P. Y., BRITO, M. A., BAPTISTON, I. C. Estudo do mecanismo de reprodução de espécies da mata natural. In: KAGEYAMA, P. Y. (Coord.). **Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco, Piracicaba, SP**. Piracicaba: DAEE/USP/FEALQ, 236p., 1986.

KOHYAMA, T. Simulation of the structural development of warm-temperate rain forest stands. **Annals of Botany**, v. 63, p.625-634, 1989.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas, possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Instituto de Silvicultura da Universidade de Göttingen, GTZ, 343 p., 1990.

LATHAM, P. A.; ZUURING, H. R.; COBLE, D. W. A method for quantifying vertical forest structure. **Forest Ecology and Management**, v. 104, p. 157-170, 1998.

LEITÃO FILHO, H.F. **Ecologia da mata atlântica em Cubatão**. São Paulo: UNESP/ UNICAMP, 184 p., 1993.

LINGNAU, C., SILVA, M.N., SANTOS, D.S, MACHADO, A., LIMA, J.G.S. Mensuração de alturas de árvores individuais a partir de dados *laser* terrestre. **Ambiência**, Guarapuava, PR: Edição Especial, v.4, p. 85-96, 2008.

LINO, C.F. **Texto síntese – A Mata Atlântica.** Disponível em: <http://www.rbma.org.br/anuario/mata_01_sintese.asp>. Acesso em: 04 maio 2010.

LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil.** 1980. 198 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria.** Curitiba: UFPR, 309 p., 2003.

MARISCAL-FLORES, E. J. **Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de Mata Atlântica secundária, Município de Viçosa, Minas Gerais.** 1993. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1993.

MARTINS, F. R. **Fitossociologia de florestas do Brasil: um histórico bibliográfico.** Pesquisas. São Leopoldo 40: 103-164. (Série Botânica). 1989.

MEUNIER, I.M.J; SILVA, J.A.A.; FERREIRA, R.L.C. **Inventário florestal: programas de estudo.** Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2001.

MEYER, S.T.; SILVA, A.F.; MARCO JÚNIOR, P.; MEIRA NETO, J.A.A. Composição florística da vegetação arbórea de um trecho de floresta de galeria do Parque Estadual do Rola-Moça na Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG, Brasil. **Acta Bot. Bras.** v.18, n. 4, p. 701-709, 2004.

MOREIRA, L.N. **Fitossociologia em ambiente de borda de fragmento de floresta Estacional Semidecidual.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2009.

MORENO, M.R.; NASCIMENTO, M. T.; KURTZ, B.C. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais na mata atlântica de encosta da região do Imbé, RJ. **Acta Botânica Brasílica**, v. 17, n. 3, p. 371-386, 2003.

ODUM, E. P. **Fundamentos da ecologia.** 4. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 927p. 1988.

PIRES, J. M. **Uso do Lidar (Light Detection and Ranging) para estimação da altura de árvores em povoamentos de eucalipto.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação.** Londrina: E. Rodrigues. 327 p., 2001.

- REDLING, J.S.H. **Comparação de amostragens em uma floresta estacional semidecidual no entorno do Parque Nacional do Caparaó - MG.** 2007. 104 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2007.
- RODRIGUES, R.R. Análise estrutural das formações florestais ripárias. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 99-119.
- SANQUETTA, C. R. Análise da estrutura vertical de florestas através do diagrama h-M. **Ciência Florestal**, v. 5, n. 1, p. 55-68, 1995.
- SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. **Manejo sustentado de florestas inequidêneas heterogêneas.** Santa Maria: UFSM. 195p. 2000.
- SILVA, L.O.; COSTA, D.A.; SANTO FILHO, K. E.; FERREIRA, H.D.; BRANDÃO, D. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado sensu stricto no parque estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. **Acta Bot. Bras.** v. 16, n. 1, p. 43-53, 2002.
- SIQUEIRA-FILHO, J. A.; LEME, E.M.C. **Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste** – Biodiversidade, Conservação e suas Bromélias. Rio de Janeiro: Andréa Jakobsson Estúdio, 415 p. 2006.
- SOARES, C. P. B; PAULA NETO, F. DE, SOUZA, A. L. DE. **Dendrometria e Inventário Florestal.** Viçosa, MG: UFV, 45 p., 2006.
- SOUZA, A.L., LEITE, H.G. **Regulação da produção em florestas inequidêneas.** Viçosa, MG: UFV, 147 p., 1993.
- SOUZA, D. R., SOUZA, A.L., GAMA, J.R.V., LEITE, H. G. Emprego da análise multivariada para estratificação vertical de florestas inequidêneas. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 59-63, 2003.
- SOUZA, A.L.; SOUZA D.R. Estratificação vertical em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 28, n. 5, p. 691-698, 2004.
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, p. 81-86, 1988.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta no estado de São Paulo (Brasil). **Rev. Bras. de Botânica**, v. 22, p. 217-223, 1999.
- VACCARO, S. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual, no município de Santa Tereza – RS.** Santa Maria, 1997. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) –

Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

VILELA, E. de A., OLIVEIRA FILHO, A. T. de GAVINALES, M. L.; CARVALHO, D. A. de. Espécies de matas ciliares com potencial para estudos de revegetação no alto Rio Grande, Sul de Minas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 17, n. 2, p. 117-128, 1993.

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and two major groups of forest trees. **Ecology**, v. 70, n. 3, p. 536-538, 1989.

CAPÍTULO I

MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE ALTURA DE ÁRVORES EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

Métodos de estimação de altura de árvores em floresta estacional semidecidual

RESUMO

O presente estudo foi realizado em uma floresta estacional semidecidual, conhecida como Floresta do Rosal, município de Guaçuí-ES, onde se alocou parcelas por meio do método de amostragem de área fixa, distribuídas de forma sistemática no campo. Este trabalho caracteriza e avalia a distribuição das árvores em diferentes classes de altura, a precisão de diferentes métodos de estimação de altura, em diferentes condições do terreno, a fim de se indicar um método mais adequado à realização de inventários e avaliar o desempenho dos métodos em termos de tempo de execução e a influência de outros fatores, em diferentes condições do terreno. Foi realizada uma análise descritiva dos dados de altura total de árvores com até 10, 15 e >15 m. Para avaliar a precisão, foram propostos cinco métodos de estimação: Hipsômetro Vertex; Clinômetro digital; estimação com auxílio de uma régua de 15 metros; e estimativas visuais com e sem treinamento, em três classes de altura: Classe 1 (15,00 - 17,99 m); Classe 2 (18,00 - 20,99 m) e; Classe 3 (> 21,00 m), totalizando 15 tratamentos. Para comparar os tratamentos, foram mensurados 211 indivíduos, 124 em terreno plano e 87 em terreno inclinado. Os dados de altura foram comparados pelo teste t , a 5% de probabilidade, foram realizadas análises gráficas de resíduos e estatísticas complementares. Para avaliar a velocidade de execução dos métodos, o tempo necessário para executar a estimação em cada tratamento, foi comparado pelo teste t , a 5% de probabilidade. Foram avaliados também os fatores: número de operadores, custo, robustez, facilidade de observação e compacidade. As árvores nas maiores classes de altura possuem baixa frequência, apesar de representar considerável área basal do povoamento. O método de estimativa da altura da árvore sem treinamento apresentou o pior desempenho quanto à precisão, para as duas condições de terreno avaliadas e o melhor desempenho foi para a estimativa com treinamento. A declividade afetou negativamente o desempenho dos equipamentos digitais e favoreceu o método com auxílio da régua. Houve tendência em subestimar a altura com o aumento das classes, já o método de estimativa sem treinamento subestimou em todas as classes. Os métodos de estimativa visual consumiram menos tempo e o que empregou a régua consumiu o maior tempo médio. O Hipsômetro Vertex apresentou melhor desempenho que o Clinômetro digital. O efeito da classe no tempo médio para estimar a altura em terreno plano foi igual em todas as classes para todos os métodos, a exceção do método de estimação com clinômetro. Já em terreno inclinado, os métodos com treinamento e que empregou a régua não tiveram seus desempenhos alterados ao longo das classes. Dentre os cinco métodos avaliados, nenhum foi melhor em todos os critérios, de modo que cada método demonstrou possuir fatores favoráveis e desfavoráveis para sua escolha, sendo esta dependente das circunstâncias em torno da finalidade e utilização de cada método.

Palavras-chave: floresta estacional semidecidual, altura total e precisão.

Methods of estimation of height of trees in semideciduous seasonal forest

ABSTRACT

This study was conducted in a semideciduous seasonal forest, known as Rosal Forest, municipality of Guaçuí-ES, which has allocated plots by the method of sampling a fixed area, systematically distributed in the field. This study aimed to characterize and assess the distribution of trees in different height classes, the accuracy of different methods for estimating height in different soil conditions, in order to indicate a more appropriate method for conducting inventories and assessing the performance of the methods in terms of execution time and the influence of other factors at different terrain conditions. It was performed a descriptive analysis of the total height of trees with up to 10, 15 and >15 m. To evaluate the accuracy, five estimation methods were proposed: Hypsometer Vertex; Digital Clinometer; estimation with aid of a 15 meters ruler, and visual estimation with and without training in three height classes: Class 1 (15,00 to 17,99 m), Class 2 (18,00 to 20,99 m) and, Class 3 (> 21,00 m), totaling 15 treatments. In order to compare treatments 211 individuals were measured, 124 in flat ground and 87 in sloping ground. Height data were compared by *t* test, at 5% probability, it was performed a graphical analysis of waste and also additional statistics. To assess the methods execution speed, the time required to perform the estimation in each treatment was compared by *t* test at 5% probability. The following factors were also assessed: number of operators, cost, ruggedness, easiness of observation and compactness. The trees in the upper height classes have low frequency, although they represent a considerable basal area of the stand. The method for estimating the height of the tree without training showed the worst performance in terms of accuracy, for both ground conditions and the best performance was observed in the estimation method with training. The slope of the soil negatively affected the digital equipment performance and favored the method aided by the rule. There was a tendency to underestimate the height as the classes were increasing, since the estimation method without training underestimated in all classes. The methods of visual estimation consumed less time and the one aided by the rule consumed the highest mean time. The Vertex hypsometer performed better than the Digital Clinometer. The effect of class on the average time to estimate the height on flat terrain was the same in all classes for all methods, except the method of estimation with clinometers. Meanwhile, in the slope, the methods with training and aided by the rule had not changed his performances over the classes. Among the five methods evaluated, none were better on all criteria, in a way that each method has shown favorable and unfavorable factors for your choice, which is dependent on the circumstances surrounding the purpose and use of each method.

Keywords: semideciduous seasonal forest, height and accuracy

1. INTRODUÇÃO

Para a realização do manejo florestal, visando à produção sustentável, é de fundamental importância conhecer as características da floresta, as quais podem ser obtidas pelo inventário florestal, executado por meio da avaliação de parte da população, através de amostragem.

De acordo com Husch et al. (1993), os inventários florestais são procedimentos para obter informações sobre quantidades e qualidades dos recursos florestais e de muitas características das áreas sobre as quais estão crescendo. E para a realização de inventários florestais, as duas variáveis mais utilizadas são a altura e o diâmetro, porém, o levantamento de dados em uma floresta nativa é uma atividade complexa e sujeita a erros.

Estimar com precisão a altura das árvores em florestas nativas em princípio é uma operação mais difícil do que em povoamentos plantados, especialmente para as árvores mais altas. Isso ocorre porque os aparelhos para a estimação da altura mais utilizados se baseiam em princípios trigonométricos, sendo necessário que o mensurador se localize a uma distância conhecida da árvore.

Em alguns aparelhos a distância é predeterminada, como é o caso dos hipsômetros Haga, Blume Leiss e Suunto. Outros aparelhos, como é o caso dos hipsômetros a laser ou de ondas de ultrassom, por exemplo, o Hipsômetro Vertex, contém dispositivos eletrônicos que agilizam as leituras, dispensando o uso de trena, permitindo que o mensurador fique a cada leitura em diferentes distâncias, o que dá mais flexibilidade na realização da estimação (CAMPOS e LEITE, 2009).

Por outro lado, em florestas nativas, mesmo que o mensurador possa ficar a qualquer distância da árvore, às vezes, ele é obrigado a ficar bem próximo dela, pois caso ele se afaste, provavelmente perderá a visão da copa, o que impediria a leitura. Sendo assim, ao ficar próximo da árvore para estimar a altura, o mensurador se vê obrigado a realizar uma inclinação maior do aparelho o que aumenta as chances de leituras equivocadas.

Para utilizar o Vertex, o operador deve estar a uma distância aproximadamente igual à altura da árvore (CAMPOS e LEITE, 2009), se estiver a uma distância menor ou muito superior a esta, poderá gerar erros.

Segundo Machado e Figueiredo Filho (2003), para realizar a estimação da altura das árvores foram inventados vários tipos de instrumentos ao longo dos anos. Porém, somente alguns têm aceitação dos engenheiros florestais, por motivos de praticidade de aplicação e da precisão alcançada.

Entretanto, em florestas nativas, o número de árvores de maior porte é bem reduzido em relação ao número das árvores de pequeno porte. Considerando as florestas estacionais semidecíduais, inventários realizados no Espírito Santo e Minas Gerais (ARCHANJO, 2008; REDLING, 2007; ANDRADE e RODAL, 2004; PAULA et al., 2004) mostram que as árvores apresentam altura total média próxima a 10 metros. Como existem no mercado régua telescópicas com até 15 metros de altura, a grande maioria das árvores poderia ser medida de forma direta com grande precisão. Por outro lado, há pouca informação sobre o rendimento dessa operação. O restante das árvores poderia ser medido com hipsômetros ou mesmo com estimação visual com auxílio de régua telescópica.

Existem vários tipos de instrumentos para a estimação de altura, porém, somente alguns têm aceitação, por motivos de praticidade, precisão e custo, sendo difícil escolher um método para a realização dessa atividade.

1.1. OBJETIVOS

Diante da importância e dificuldades apresentadas para a estimação de altura de árvores em florestas nativas, foram definidos os seguintes objetivos para este capítulo, a saber:

- a) Caracterizar e avaliar a distribuição das árvores em diferentes classes de altura, considerando-se um inventário florestal realizado em uma floresta estacional semidecidual;
- b) Avaliar a precisão de diferentes métodos de estimação de altura, em diferentes condições do terreno;

- c) Avaliar o desempenho dos métodos em termos de tempo de execução, em diferentes condições do terreno;
- d) Avaliar a influência de outros fatores que interferem na escolha de métodos para estimativa da altura de árvores, como o número de operadores, preço, robustez, compacidade e facilidade de observação;
- e) Indicar um método mais adequado à realização de inventários em condições semelhantes às estabelecidas neste estudo.

2. METODOLOGIA

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido em um fragmento florestal que pertence à Usina Hidrelétrica Rosal e está localizado no Parque Natural Municipal de Guaçuí – ES, sendo esse fragmento coberto por Floresta Estacional Semidecidual (REZENDE et al., 2009).

O relevo da região é acidentado. A ocorrência maior de chuvas é durante os meses de novembro a fevereiro, e o período mais seco estende-se de julho a setembro. A temperatura média nos meses mais quentes aproxima-se de 24°C, e nos meses mais frios é em torno de 18°C. A umidade relativa mantém-se próxima de 80% durante todo o ano (COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO RIO DE JANEIRO, 1992; FEITOZA, 1986; HIJMANS et al. 2005, apud REZENDE et al., 2009).

A temperatura média da região é de 20°C e a precipitação anual de 1.200 mm. O solo predominante na região é o Latossolo Vermelho Amarelo Úmido (LANI, 1987, apud SANSEVERO et al., 2006).

A região geomorfológica local pertence a Serra da Mantiqueira Setentrional, que forma o segundo e mais elevado degrau do Planalto Brasileiro, sendo recortado por vales profundos, de perfis escalonados, mostrando quase sempre lombadas e patamares de meia encosta. A morfologia dos terrenos apresenta linhas de falhas extensas, blocos deslocados, escarpas e relevos alinhados coincidentes com os dobramentos e falhamentos mais recentes (ROSAL ENERGIA S.A, 2007).

A usina possui uma área de reservatório de 170 hectares (espelho de água) e uma Área de Preservação Permanente (APP) de 100 metros de largura ao redor de todo o reservatório, com aproximadamente 200 hectares. Essa área apresenta-se em grande parte degradada, mas está em andamento um projeto de recuperação da mesma, que prevê a revegetação de toda a faixa de 100 metros. Nessa faixa está contido um fragmento bem preservado, conhecido como Floresta do Rosal (Figura 1.1).



Figura 1.1. Análise tridimensional da Floresta do Rosal localizada a Nordeste do reservatório da Usina Hidrelétrica do Rosal – CEMIG, Guaçuí, ES.

A Floresta do Rosal é o maior fragmento florestal do Parque e possui uma área de 52,04 hectares. As coordenadas geográficas de acesso à entrada são 20°53' latitude Sul e 41°42' de longitude Oeste, (SANSEVERO et al., 2006) e distante do centro urbano do município de Guaçuí cerca de 19,4 km, sendo 18 km de estrada asfaltada (Rodovia Prefeito Norival Couzi/ES-185) e aproximadamente 1,4 km de acesso não pavimentado, que faz ligação entre o asfalto e a entrada do parque. A floresta está inserida na Bacia Hidrográfica do Itabapoana.

Assim, essa floresta foi escolhida para realização do estudo, pois se entende que quanto mais informações se produzir acerca dessa comunidade, maiores as bases e as chances para uma revegetação de sucesso.

2.2. COLETA DE DADOS

Foi proposto um inventário florestal da Floresta do Rosal por meio do método de amostragem de área fixa, sendo as mesmas distribuídas de forma sistemática no campo (Figura 1.2).

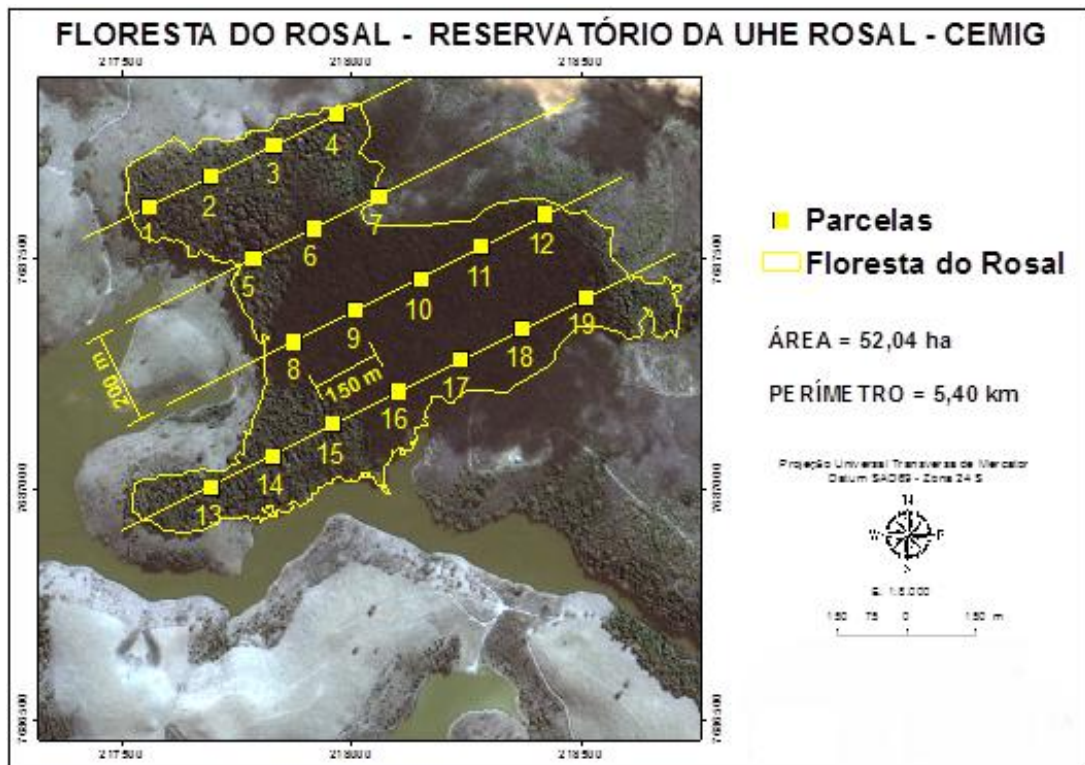


Figura 1.2. Esquema de localização das parcelas alocadas na Floresta do Rosal, Guaçuí, ES.

Foram distribuídas 16 parcelas de 20 X 30m (600 m²), em toda a extensão da Floresta, totalizando uma área amostrada de 0,96 hectares. As parcelas 1, 7 e 19 foram excluídas do inventário por serem inacessíveis (presença de abelhas) ou por apresentarem área além da borda da floresta.

2.3. CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO FLORESTAL

Com base no inventário descrito no item 2.2, para atender ao primeiro objetivo, uma análise descritiva dos dados de altura total foi realizada no sentido de se entender melhor como as árvores se distribuem nas diferentes classes de altura. Assim, para árvores com até 10 metros de altura, árvores com até 15 metros de altura e para todas as árvores, foram calculadas: a altura média, o diâmetro médio aritmético e diâmetro médio quadrático, a percentagem de área basal em cada intervalo, percentagem de árvores bifurcadas, além do levantamento de informações como número de indivíduos

amostrados, a percentagem de indivíduos em cada um dos intervalos e a média do número de indivíduos presentes por parcela de 600 m².

2.4. AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ESTIMAÇÃO DE ALTURA

Para atender ao segundo objetivo, foram propostos os seguintes métodos de estimação de altura normalmente empregados em florestas nativas:

Método 1: Estimação com Hipsômetro Vertex;

Método 2: Estimação com Clinômetro digital;

Método 3: Estimação visual com o auxílio de uma régua graduada de 15 metros;

Método 4: Estimação visual com treinamento;

Método 5: Estimação visual sem treinamento.

Para a estimação da altura total pelo método 1, foi utilizado o Hipsômetro Vertex III (Código VertexIII-360, incluindo o instrumento de medição, *transponder*, adaptador e suporte), o qual antes de iniciar as atividades foi devidamente calibrado.

Para efetuar as estimações, o *transponder* era fixado a uma altura pré-definida da árvore (1,30 metros do solo). A partir daí, era possível obter a distância do mensurador até a árvore de forma automática (podendo o mensurador se posicionar a diferentes distâncias da mesma), além da obtenção de até seis leituras consecutivas de altura total em cada árvore, em que a média dessas leituras foi considerada como a altura total.

Um sensor de inclinação embutido possibilita a medição de árvores em inclinações com resultados exatos (ELOFORTE, 2010), porém, sucessivos testes mostraram que o equipamento usado neste trabalho não efetua essa correção. Assim, para terrenos inclinados foi realizada a medição do ângulo em cada situação com um nível de Abney, a fim de efetuar as devidas correções aplicando-se uma relação de cosseno conforme apresentado por Soares et al. (2006).

Para a estimação com o método 2, Clinômetro digital (Clinômetro eletrônico Haglof), as estimativas também puderam ser feitas a qualquer distância da árvore, porém esta distância foi obtida com o uso de uma trena. Uma vez conhecida a que distância o mensurador estava posicionado, foi possível realizar a estimativa da altura total de forma automática. Para terrenos inclinados, houve necessidade de medição do ângulo de declividade do terreno, para a correção da declividade. Essa correção foi obtida aplicando-se uma relação de cosseno, ficando o operador localizado a uma distância reduzida, conforme apresentado por Soares et al. (2006).

Os métodos 1 e 2 foram aplicados simultaneamente para que no caso de terrenos inclinados, fosse obtida a medida da declividade do terreno apenas uma vez para cada situação, a fim de tornar possível a comparação da precisão desses dois equipamentos.

Para a execução dos métodos 4 e 5, a estimação da altura total da primeira árvore foi realizada por dois operadores por meio de avaliação visual. Na sequência, para a estimação da altura total das próximas árvores, um dos operadores passou a receber treinamento, ou seja, ele era informado sobre a medida real da árvore anterior, obtida por escalada, de modo que pudesse balizar a sua estimativa para as árvores seguintes (Método 4) e o outro operador continuou a estimar a altura sem qualquer balizamento (Método 5).

Em um segundo momento, o operador que realizou o método 4, realizou também a estimação visual com o auxílio de uma régua graduada de 15 metros (Método 3), em que a régua era apoiada à árvore, visando criar uma referência para o operador. Esses dois métodos foram aplicados pelo mesmo operador, visando avaliar se com o passar do tempo as referências obtidas pelo operador com a execução do método 4 foram perdidas.

Admitindo que os métodos de estimação de altura possam perder precisão com o aumento da altura das árvores e com base na análise descritiva do inventário relativa ao primeiro objetivo, foram definidas três classes de altura, tal como se segue:

Classe 1 - árvores de 15,00-17,99 metros;

Classe 2 - árvores de 18,00-20,99 metros;

Classe 3 - árvores maiores que 21,00 metros.

Assim, tendo em vista os cinco métodos de estimação propostos e as três classes de altura, foram definidos os tratamentos apresentados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1. Tratamentos avaliados na estimação de altura total, considerando cinco métodos em três classes de altura

Tratamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Método	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5
Classe	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Para comparar os tratamentos definidos na Tabela 1.1, foram selecionados e mensurados um total de 211 indivíduos. Alguns indivíduos selecionados encontram-se localizados em terreno com declividade superior a 5 graus, considerado neste estudo como terreno inclinado, e outros em terreno com declividade abaixo desta, considerado como terreno plano, distribuídos nas três diferentes classes de altura (1, 2 e 3), conforme Tabela 1.2.

Tabela 1.2. Distribuição do número de árvores por classe de altura e tipos de terreno

Classe de altura	Terreno plano	Terreno inclinado	TOTAL
1	51	40	91
2	36	21	57
3	37	26	63
TOTAL	124	87	211

Os 15 tratamentos foram aplicados nos 211 indivíduos selecionados, 124 em terreno plano e 87 em terreno inclinado, admitindo-se também que a declividade pode ter influência no desempenho dos métodos.

2.4.1. Análise da precisão dos métodos aplicados

Uma vez obtidas as alturas totais por meio de escalada, e pelos cinco métodos propostos, foram aplicados testes de médias, no caso o teste t para amostras independentes, a 5% de probabilidade, para comparar as alturas médias obtidas pelos cinco métodos e os erros médios cometidos para cada método de estimação. Foram realizadas também análises gráficas de resíduos

com o intuito de se verificar eventuais tendências na obtenção das alturas. Os valores residuais utilizados na construção dos gráficos foram calculados pela seguinte expressão:

$$Erro(\%) = \frac{Y - \hat{Y}}{Y} 100$$

em que:

\hat{Y} = alturas estimadas pelos cinco métodos propostos; e
 Y = alturas observadas obtidas pela escalada.

Foram realizados também testes complementares à análise gráfica dos resíduos, por meio das seguintes estatísticas: *Viés (V)*; *Média das Diferenças Absolutas (MD)*; e *Desvio Padrão das Diferenças (DPD)*.

O *viés* indica a existência ou não de tendências entre os resíduos, porém não mede o quão afastado do eixo zero estão os valores residuais. Já a *média das diferenças* fornece justamente a ideia da amplitude dos erros, e o *desvio padrão das diferenças* mostra a homogeneidade entre os resíduos (SOUZA, 2009).

A partir da análise das estatísticas *V*, *MD*, *DPD*, procedeu-se a ordenação das funções segundo o maior ou menor grau de precisão, sendo atribuídos pesos de 1 a 5, de acordo com os resultados das estatísticas. Foi considerado o método (tratamento) mais preciso aquele que resultou em menor somatório nas notas, conforme utilizado por Mendonça (2006) e Souza (2009).

Os critérios e respectivos estimadores para avaliação dos métodos de estimação de altura total (tratamentos) são representados pelas seguintes expressões:

Viés (V):

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - \sum_{i=1}^n \hat{Y}_i}{n}$$

Média das diferenças absolutas (*MD*):

$$MD = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n}$$

Desvio padrão das diferenças (*DPD*):

$$DPD = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n di^2}{n} - \left(\frac{\sum_{i=1}^n di}{n} \right)^2 \right) / (n-1)}$$

em que:

Y_i = altura observada;

\hat{Y}_i = altura estimada;

n = número de observações; e

$$di = \left(Y_i - \hat{Y}_i \right).$$

Com base nas estatísticas propostas, foi elaborada uma tabela em que foram atribuídas notas variando de 1 a 5, para os métodos propostos, nas duas condições de terreno consideradas para este trabalho. A nota foi atribuída de acordo com a precisão do método, em que o melhor método em termos de precisão recebeu a menor nota (1) e o método menos preciso recebeu a maior nota (5).

2.4.2. Análise do tempo médio para os métodos aplicados

Para avaliar a velocidade de execução dos métodos, visando atender o terceiro objetivo, efetuou-se a marcação do tempo necessário para estimar a altura total de cada indivíduo, utilizando-se um cronômetro.

Para avaliar o tempo de execução do método 1 (Estimação com Hipsômetro Vertex), foi considerado o ato de colocar o *transponder* na base da árvore, afastar-se dela escolhendo um ponto de possível visualização da copa da árvore e *transponder* e realizar a estimativa da altura.

Para o método 2 (Estimação com Clinômetro digital) avaliou-se o tempo necessário para se afastar da árvore escolhendo um ponto de possível visualização da copa e base da mesma, esticar a trena e realizar a estimativa de altura. Para terrenos inclinados, tanto para os métodos 1 e 2, acrescentou-se o tempo para a medição do ângulo de declividade do terreno, necessário para a correção da estimativa de altura.

Para o método 3 (Estimação visual com o auxílio de uma régua graduada de 15 metros), levou-se em conta o tempo necessário para abrir toda a régua, visualizar a copa, realizar a estimativa de altura e fechar a régua.

E, finalmente, para a execução dos métodos 4 e 5 (Estimação visual com treinamento e sem treinamento) foi cronometrado o tempo necessário para visualizar a copa e realizar a estimativa de altura, lembrando-se que para o método 4, o mensurador recebe informação da altura total do último indivíduo avaliado, podendo usar esta informação como referência para a estimativa da altura.

Uma vez realizada a medição do tempo para os cinco métodos propostos, foram aplicados testes de médias, no caso o teste *t* para amostras independentes, a 5% de probabilidade, para comparar o tempo médio obtido pelos cinco métodos.

2.4.3. Avaliação de outros fatores no desempenho dos métodos

Visando atender ao quarto objetivo, foi realizada a avaliação de outros fatores como o número de operadores, o preço, robustez, facilidade de observação e compacidade.

Com relação à mão de obra, admitindo-se que um maior número de operadores eleva o custo de uma atividade, para a estimação da altura de árvores foi verificado o número de operadores necessários para o

desenvolvimento de cada método conforme observado no campo, levando-se em conta as diferentes condições do terreno.

Para avaliação do custo de aplicação dos métodos, foi levado em consideração o custo inicial para o desenvolvimento da metodologia, ou seja, o investimento para a aquisição dos equipamentos e treinamento inicial. Foram levados em conta também os custos envolvidos na manutenção de equipamentos e metodologias propostas.

Com relação à robustez, foram considerados mais robustos os equipamentos que apresentam menor possibilidade de serem danificados quando em situação de queda, quando expostos a condições adversas de umidade e temperatura, e em condições de trabalho, ou seja, são considerados robustos, os equipamentos que continuam funcionando em todas as condições de trabalho expostas.

Para avaliar o fator facilidade de observação, foi considerada a possibilidade ou não de erros decorrentes da forma de observação da altura estimada de acordo com determinado método, em que, equipamentos que produzem leituras automáticas facilitam a leitura e diminuem os possíveis erros de cálculo, sendo considerados melhores do ponto de vista desse fator.

E, finalmente, para avaliar a compactidade dos equipamentos, admitiu-se que o método com equipamento mais compacto está relacionado a menores dimensões e menor peso.

Para a avaliação desses fatores, além da precisão e do tempo médio para a execução no desempenho dos métodos propostos, foi elaborada uma tabela resumo em que foram atribuídas notas podendo variar de 1 a 5, procedendo-se a ordenação de acordo com resultados favoráveis ou não para a escolha do método.

Quando houve empate entre métodos, a nota foi repetida. Para prosseguir a atribuição de notas, os próximos métodos receberam a nota sequencial, assim, se a nota atribuída a dois métodos empatados foi 1, a nota do próximo método foi 2, e assim sucessivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO INVENTÁRIO FLORESTAL

No sentido de se entender melhor como as árvores se dividem nas diferentes classes de altura, foi feita uma análise descritiva dos dados para intervalos de altura até 10 e até 15 metros, conforme apresentado na Tabela 1.3. Nessa Tabela, nota-se que o número médio de indivíduos presentes nas parcelas do inventário (600 m²) foi de 99,75. Para o referido inventário foram medidas 16 parcelas, assim, o número total de indivíduos presentes na amostragem foi de 1.596. Porém, foi identificado e estimado um total de 1.656 fustes, de forma que 3,07% dos indivíduos presentes no inventário possuem bifurcações. Essa informação é considerada importante, já que a estimativa de altura de indivíduos bifurcados é mais onerosa, porém necessária. Para a realização de inventários para volumetria, por exemplo, há a necessidade de se estimar a altura dos fustes isoladamente.

Tabela 1.3. Análise descritiva de dados de altura total

	Até 10 metros	Até 15 metros	Total
Número de indivíduos (%)	51,94	81,95	-
Área Basal (%)	14,29	37,82	-
Número de indivíduos amostrados	829	1308	1596
Número de fustes medidos	853	1332	1656
Árvores bifurcadas (%)	1,38	2,51	3,07
Número médio de indivíduos/parcela (600 m ²)	51,81	81,75	99,75
Altura média	7,57	9,29	11,03
Diâmetro médio aritmético	7,23	8,99	11,74
Diâmetro médio quadrático	7,58	9,82	14,45

Ainda avaliando a Tabela 1.3, observa-se que mais de 50% das árvores apresentaram altura total menor que 10 metros e aproximadamente 82% delas possuem altura menor que 15 metros. Por outro lado, é possível notar que as árvores com até 15 metros de altura representam apenas 37,82% da área basal do povoamento.

Como o número de indivíduos abaixo de 15 metros é alto, para a estimação de altura, as árvores podem ser medidas de forma direta, através do uso de régua telescópica, obtendo estimativas com boa precisão.

Porém, apesar do reduzido número de indivíduos presentes nas classes superiores a 15 metros (18% para este caso), a área basal associada a eles representa mais da metade da área basal do povoamento (62,18%). Assim, como a área basal possui forte correlação com o volume, a obtenção de dados confiáveis de altura para árvores mais altas ganham especial importância, pois estimativas equivocadas dessa variável podem, por exemplo, gerar erros consideráveis na obtenção do volume da floresta. Esse resultado reforça a necessidade de se avaliar melhor a precisão dos cinco métodos propostos para estimar a altura de árvores com mais de 15 metros, tal como é apresentado no item seguinte.

Considerando-se todos os indivíduos amostrados, verificou-se ainda (informação complementar à Tabela 1.3) que a altura total para a área do estudo variou de 2,00 m a 29,20 m, com média de 11,03 m, lembrando-se que a altura total foi obtida de forma direta. Já em estudos realizados em florestas estacionais semidecíduais no sul do Estado do Espírito Santo, de acordo com Archanjo (2008), a altura total dos indivíduos variou de 2,10 a 54,00 metros, e a média foi de 10,04 m. De acordo com Moreira (2009), a altura total dos indivíduos variou de 2,00 a 55,00 metros, sendo a altura média 12,90 metros, porém para ambos os casos, a altura total foi obtida de forma indireta.

Nota-se ainda que, assim como observado por Redling (2007) em floresta estacional semidecidual no estado de Minas Gerais, Archanjo (2008) e Moreira (2009) em florestas estacionais semidecíduais no sul do Estado do Espírito Santo, a altura média se situou em torno de 11 metros, sendo que a maioria dos indivíduos ocorreu nas menores classes de altura. Esse comportamento era esperado, uma vez que, similarmente à distribuição diamétrica em J - invertido, que é característica de floresta inequiana, as classes inferiores de altura total possuem maiores números de indivíduos (SOUZA et al., 2003).

3.2. ANÁLISE DA PRECISÃO DOS MÉTODOS APLICADOS

De acordo com o proposto na metodologia, os métodos foram avaliados em termos de precisão pelo teste t , pela análise gráfica de resíduos e pelas estatísticas *Viés* (V); *Média das Diferenças Absolutas* (MD); e *Desvio Padrão das Diferenças* (DPD).

3.2.1. Teste de média para as alturas estimadas em cada método e para o erro cometido

A Tabela 1.4 apresenta os testes de médias para os tratamentos avaliados, para situação de terreno plano e inclinado, considerando-se a estatística t para amostras independentes, a 5% de probabilidade.

Para orientar o leitor na interpretação da referida tabela, é útil lembrar que foram avaliados cinco métodos de se estimar a altura em três classes de altura, o que definiu 15 tratamentos. Admitindo que a hipótese estatística é de que os cinco métodos avaliados tem o mesmo desempenho, em termos de precisão, nas diferentes classes, não deveria haver diferença estatística entre os seguintes tratamentos:

Hipótese para classe 1) $T_1 = T_4 = T_7 = T_{10} = T_{13}$

Hipótese para classe 2) $T_2 = T_5 = T_8 = T_{11} = T_{14}$

Hipótese para classe 3) $T_3 = T_6 = T_9 = T_{12} = T_{15}$

Entretanto, com base na Tabela 1.4, para terreno plano e levando-se em conta a altura média, os tratamentos T7 e T13 (estimação com auxílio da régua de 15 metros e estimação sem treinamento ou auxílio) diferiram dos tratamentos T1 e T4 na classe 1, porém nas classes 2 e 3, apenas os tratamentos T14 e T15 (método sem treinamento ou auxílio), respectivamente, diferiram dos demais. O mesmo resultado foi encontrado quando se avaliou a variável erro médio, dando indicações iniciais de que o método de estimar a altura da árvore sem qualquer treinamento ou auxílio teve o pior desempenho, como se esperava. Por outro lado, não se esperava que o método em que

empregou a régua como auxílio fosse diferente dos demais, sobretudo na primeira classe, por se tratar de árvores mais baixas.

Para o terreno inclinado, ainda com base na Tabela 1.4, avaliando a altura média, foram encontrados resultados semelhantes aos obtidos no terreno plano, com ressalva para a classe 1, em que o método que empregou o aparelho Vertex (T1) passou, em geral, a diferir dos demais. Quando se avalia o erro médio, nota-se que na classe 1, a declividade afetou negativamente o desempenho dos equipamentos digitais, especialmente do Vertex (T1). Para as classes 2 e 3, manteve-se a tendência de mesmo desempenho dos métodos, com a exceção do método em que não empregou qualquer treinamento ou referência, o qual manteve o pior desempenho em terreno inclinado, para todas as classes.

Tabela 1.4. Comparação da precisão entre os tratamentos avaliados nas diferentes classes de altura, tal como definido na Tabela 1.1, em terreno plano e inclinado, considerando-se as variáveis altura média e erro relativo

Estimativa da altura da árvore - Terrenos planos						Estimativa da altura da árvore - Terrenos inclinados					
T ₁ =16,62	(A) a	T ₂ =18,38	(A) b	T ₃ =21,93	(A) c	T ₁ =15,15	(A) a	T ₂ =18,53	(A) b	T ₃ =21,77	(A) c
T ₄ =16,65	(A) a	T ₅ =18,79	(A) b	T ₆ =22,00	(A) c	T ₄ =15,34	(AB) a	T ₅ =19,01	(A) b	T ₆ =21,91	(A) c
T ₇ =15,91	(B) a	T ₈ =18,55	(A) b	T ₉ =21,06	(A) c	T ₇ =15,85	(B) a	T ₈ =18,74	(A) b	T ₉ =21,88	(A) c
T ₁₀ =16,23	(AB) a	T ₁₁ =19,11	(A) b	T ₁₂ =21,67	(A) c	T ₁₀ =16,02	(B) a	T ₁₁ =19,24	(A) b	T ₁₂ =22,40	(A) c
T ₁₃ =13,23	(C) a	T ₁₄ =14,16	(B) a	T ₁₅ =18,61	(B) b	T ₁₃ =13,31	(C) a	T ₁₄ =17,43	(A) b	T ₁₅ =19,48	(B) b
Erro relativo - Terrenos planos						Erro relativo - Terrenos inclinados					
T ₁ =-1,88	(A) a	T ₂ =6,22	(A) b	T ₃ =5,15	(A) b	T ₁ =5,63	(A) a	T ₂ =5,05	(A) a	T ₃ =7,92	(A) a
T ₄ =-2,23	(A) a	T ₅ =4,26	(A) b	T ₆ =4,74	(A) b	T ₄ =4,55	(AB) a	T ₅ =2,38	(A) a	T ₆ =7,31	(A) a
T ₇ =2,27	(B) a	T ₈ =5,48	(A) b	T ₉ =8,92	(A) c	T ₇ =1,24	(BC) a	T ₈ =4,11	(A) ab	T ₉ =7,39	(A) b
T ₁₀ =0,35	(AB) a	T ₁₁ =2,55	(A) a	T ₁₂ =6,19	(A) b	T ₁₀ =0,26	(C) a	T ₁₁ =1,64	(A) ab	T ₁₂ =5,32	(A) b
T ₁₃ =18,71	(C) a	T ₁₄ =27,82	(B) b	T ₁₅ =19,33	(B) b	T ₁₃ =16,80	(D) a	T ₁₄ =11,12	(A) a	T ₁₅ =17,81	(B) a

Nota: Para as comparações foi empregada a estatística *t* para amostras independentes, a 5% de probabilidade. As letras maiúsculas entre parênteses na vertical indicam a diferença entre métodos e as letras minúsculas na horizontal indicam a diferença entre as classes em um mesmo método. Tratamentos com letras iguais não diferem entre si.

Quando se avalia o efeito da classe no desempenho dos métodos em terreno plano, pela observação da Tabela 1.4, nota-se que a altura média

diferiu em todas as classes para todos os métodos, a exceção do método sem treinamento. Esse resultado era esperado na medida em que as classes foram previamente definidas para diferirem em altura e os métodos captaram essa diferenciação, com exceção do método sem treinamento que mais uma vez oferece indicações do seu pior desempenho. Mas, o resultado mais importante diz respeito à variável erro médio. Nesse caso, nota-se que houve uma tendência de melhor desempenho dos métodos na classe 1, não havendo, em geral, diferenciação entre as classes 2 e 3 (Tabela 1.4).

No terreno inclinado, foram obtidos resultados semelhantes aos encontrados para o terreno plano, considerando-se a variável altura média. Por outro lado, quando se avalia o erro médio, observa-se que os equipamentos digitais passaram a ter o mesmo desempenho entre as classes. Isso ocorreu porque o desempenho desses foi reduzido na classe 1, tornando-o igual às demais classes, reforçando o efeito negativo da declividade sobre esse tipo de aparelho.

É interessante ponderar também que a magnitude dos erros médios cometidos pelos diferentes métodos nas diferentes classes de altura (Tabela 1.4) manteve-se em patamares aceitáveis (excetuando-se o método sem treinamento), alcançando valores menores que 1% nas melhores situações e de no máximo 8,92% na situação mais desfavorável. De acordo com Gobbo et al. (2007), os hipsômetros em suas melhores condições de funcionamento geram erros da ordem de 1 a 2%, não sendo possível garantir resultados exatos em medições de árvores em pé, quer pela natureza do aparelho, quer pela condição do povoamento, em que muitas vezes, não é possível visualizar o ápice ou a base da árvore com nitidez, a partir de um mesmo ponto. Por outro lado, admitindo que o processo de aplicação dos métodos possa passar por treinamentos mais intensos e novos aperfeiçoamentos, pode-se inferir que as estimações de altura total possam ser feitas com precisão consideravelmente elevada.

Avaliando os resultados encontrados na Tabela 1.5, ao comparar as alturas médias obtidas em cada método em cada classe com as alturas médias observadas correspondentes, podem-se corroborar alguns resultados encontrados na Tabela 1.4. A primeira confirmação é a de que o método de

estimação visual sem treinamento de fato apresenta o pior desempenho, ressaltando-se o fato de que esse método subestima de forma significativa a altura média em todas as classes, especialmente em terreno plano. Essa tendência em subestimar é em princípio algo difícil de explicar, mas pode estar associada ao receio do mensurador em estar exagerando na estimativa. Por outro lado, isso é algo muito subjetivo e pode variar de pessoa para pessoa, sendo um dos grandes inconvenientes desse método.

Outro resultado que confirma resultados anteriores é o pior desempenho dos aparelhos digitais no terreno inclinado, especialmente do Vertex. Para o modelo Vertex III utilizado para este trabalho, após sucessivos testes, foi constatado que ele não possibilita a correção da distância em terrenos com declividade, apesar de constar no manual que possui sensores para efetuar tal correção, porém, uma nova versão desse equipamento encontra-se disponível, podendo prover resultados melhores. Por outro lado, o método que emprega a régua como referência na estimação da altura parece ter sido favorecido no terreno inclinado. Essa melhora se deve à melhor possibilidade de visualização, pois ao se deslocar para uma parte mais alta no terreno, em relação à árvore a ser estimada, é possível obter uma melhor estimação, visto que a copa da árvore estará mais visível ao mensurador. Já o método de estimação visual com treinamento parece não ter sido afetado pela inclinação do terreno.

Ainda com base na Tabela 1.5, quando se avalia o efeito das classes na estimação da altura, nota-se que os aparelhos digitais parecem ser menos influenciados pelo aumento da altura, especialmente no terreno plano. Os métodos de estimação visual diferiram em todas as situações da altura real observada para a classe 3, tanto para o terreno plano quanto para inclinado, mostrando a dificuldade em se fazer estimação visual para as árvores mais altas, mesmo com treinamento ou tendo uma referência como auxílio.

Tabela 1.5. Médias de cada tratamento com a respectiva média da altura real observada em cada uma das classes, para terrenos planos e inclinados

Tratamento	Terreno plano			Terreno inclinado		
	Média	Desvio Padrão	Nível de significância	Média	Desvio Padrão	Nível de significância
1	16,62	1,8351	ns	15,15	1,6979	*
2	18,38	2,2662	*	18,53	1,8835	*
3	21,93	3,2412	ns	21,77	2,8420	*
4	16,65	2,0688	ns	15,34	2,0266	*
5	18,79	2,7011	ns	19,01	3,1855	ns
6	22,00	3,1286	ns	21,91	3,0219	*
7	15,91	0,9937	*	15,85	0,8984	ns
8	18,55	1,5718	*	18,74	1,8492	ns
9	21,06	2,1075	*	21,88	2,0070	*
10	16,23	1,0369	ns	16,02	0,9797	ns
11	19,11	1,4282	ns	19,24	1,8702	ns
12	21,67	1,9955	*	22,40	1,9217	*
13	13,23	2,9194	*	13,31	1,9004	*
14	14,16	3,8951	*	17,43	4,6105	ns
15	18,61	5,8815	*	19,48	4,2860	*
Classe 1 Real	16,30	-	-	16,07	-	-
Classe 2 Real	19,62	-	-	19,55	-	-
Classe 3 Real	23,13	-	-	23,70	-	-

Nota: Considerando-se a estatística t para amostras independentes, a 5% de probabilidade;

* significativo a de 5% de probabilidade pelo teste t , e ns significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

3.2.2. Análise gráfica dos resíduos

Complementando as análises de precisão apresentadas no item anterior, na sequência é apresentada uma análise gráfica dos resíduos levando-se em conta os métodos avaliados nas diferentes classes de altura. De acordo com a Figura 1.3, para a classe 1 de altura, em terrenos planos, nota-se que os métodos de estimativa com Hipsômetro Vertex, Clinômetro digital, estimativa visual com auxílio da régua de 15 metros e estimativa visual com treinamento apresentaram distribuição residual não tendenciosa.

Para terrenos inclinados, de acordo com a Figura 1.4, os métodos de estimativa com Hipsômetro Vertex e Clinômetro digital possuíram uma leve tendência em subestimar a altura, já os métodos de estimativa visual com auxílio da régua e com treinamento apresentaram distribuição residual não tendenciosa.

Para as duas condições de terreno consideradas, para o método de estimativa visual sem treinamento, observou-se uma tendência clara em subestimar a altura, sendo essa tendência, além da classe 1, observada em todas as classes de altura avaliadas, como já discutido anteriormente.

Para a classe 2 de altura, em terrenos planos, nota-se uma pequena tendência de subestimativa da altura pelos métodos de estimativa com Hipsômetro Vertex e Clinômetro digital. O método de estimativa visual com auxílio da régua graduada de 15 metros mostrou uma tendência evidente em subestimar, e o método de estimativa visual com treinamento apresentou distribuição residual com pequena tendência de subestimação para as árvores com alturas maiores dentro da referida classe. Em terrenos inclinados, todos os métodos apresentaram uma leve tendência em subestimar a altura, sendo essa tendência bem mais evidente no método sem treinamento.

Ao considerar a classe 3, observou-se uma tendência mais clara de subestimativa das alturas estimadas para os cinco métodos avaliados nas duas condições de terreno.

Sendo assim, pode-se deduzir, com base nos resultados encontrados, que ao avaliar as análises gráficas para as diferentes condições de terreno, a tendência em subestimar aumenta, à medida que se aumenta as classes de altura, ou seja, os métodos de estimação de altura total avaliados apresentaram estimativas mais confiáveis para a menor classe de altura (Classe 1) e menos confiáveis para a maior classe de altura (Classe 3), com exceção para o método 5, que subestimou a altura das árvores em todas as classes.

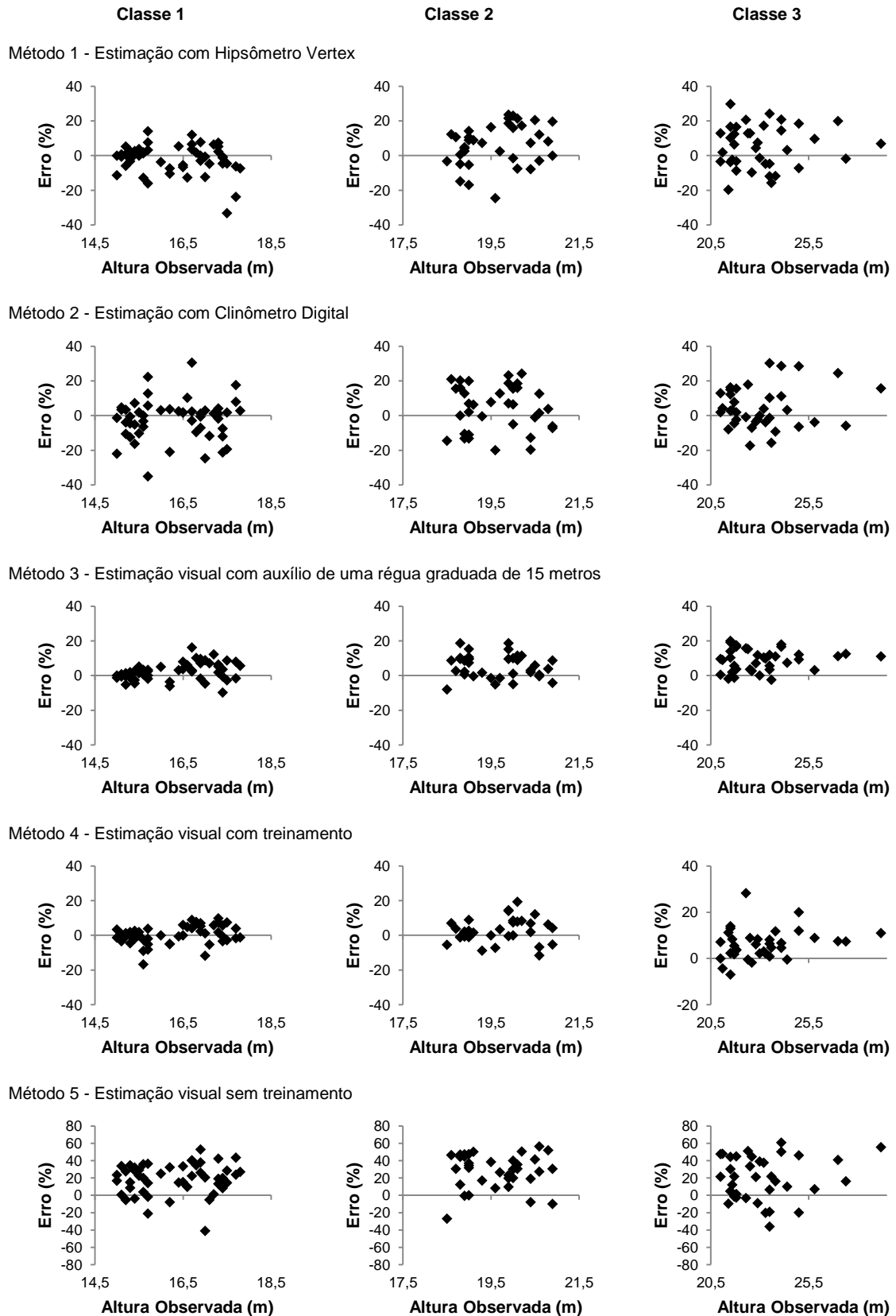


Figura 1.3. Distribuição dos resíduos de altura em percentagem, em terreno plano, para cinco métodos avaliados nas classes de altura 1 (15-17,9 m), 2 (18-20,9 m) e 3 (>21 m), Floresta do Rosal, Guaçuí, ES.

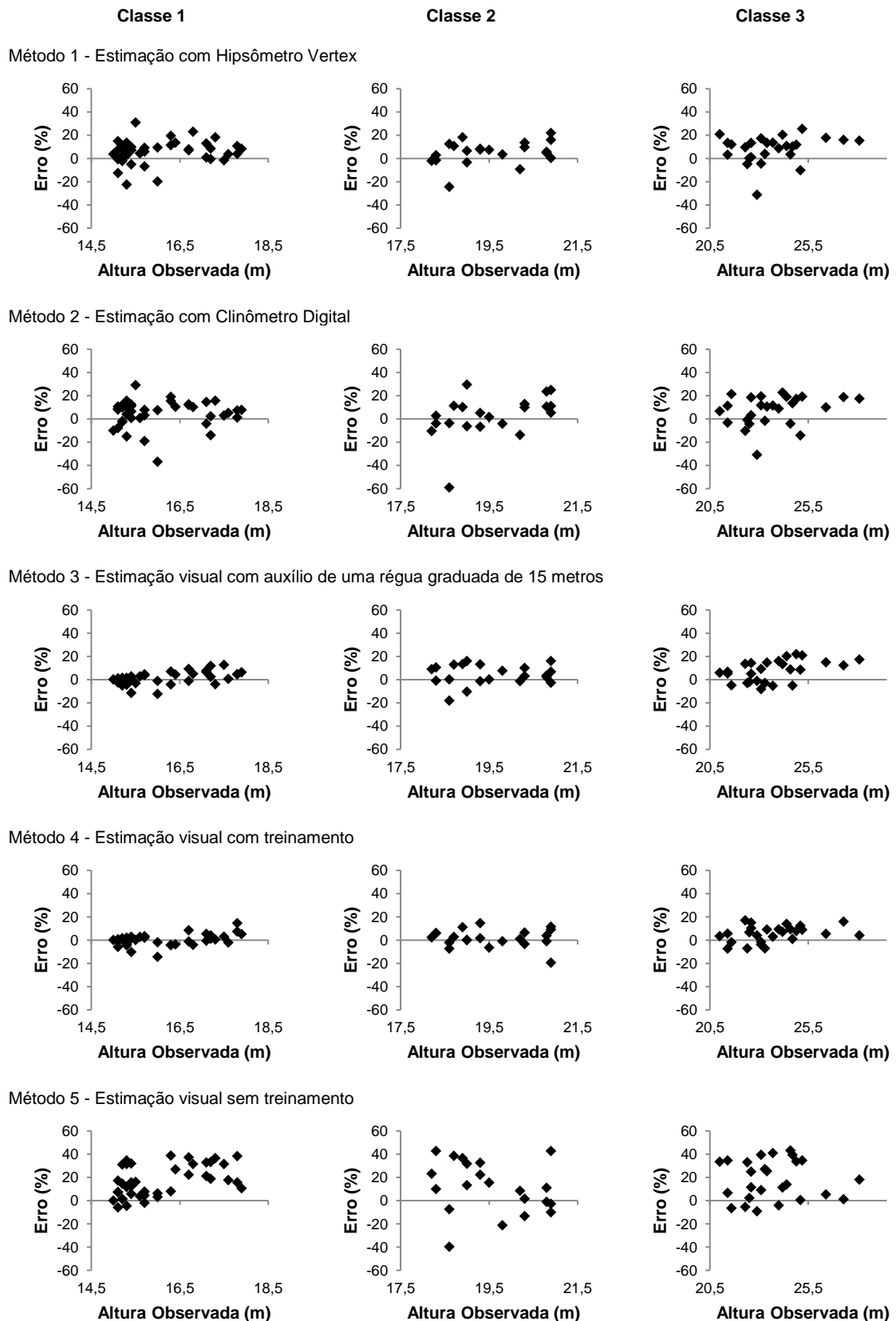


Figura 1.4. Distribuição dos resíduos de altura em porcentagem, em terreno inclinado, para cinco métodos avaliados nas classes de altura 1 (15-17,9 m), 2 (18-20,9 m) e 3 (>21 m), Floresta do Rosal, Guaçuí, ES.

3.2.3. Testes complementares de precisão dos métodos

Na Tabela 1.6, estão apresentadas as estatísticas *Viés (V)*, Média das Diferenças Absolutas (*MD*) e Desvio Padrão das Diferenças (*DPD*) para as estimativas de altura, em terreno plano e inclinado, pelos diferentes métodos nas classes 1, 2 e 3. Os valores positivos e negativos da estatística *V* indicam subestimativa e superestimativa, respectivamente. Os menores valores das três estatísticas testadas indicam que o método de estimação de altura apresenta maior precisão.

A Tabela 1.6 contém também as notas atribuídas para as estimativas de altura referentes às classes 1, 2 e 3, baseadas nas estatísticas da mesma. No caso da estatística *Viés*, a menor nota foi atribuída para a classe que apresentou resultado mais próximo de zero (0), independente de ser positivo ou negativo.

Tomando como exemplo o método 3 para a classe 1, ou seja, o tratamento 7, que apresentou para a estatística Desvio Padrão das Diferenças (*DPD*) o valor de 0,11881, sendo o menor valor, comparado com o *DPD* dos outros métodos de estimação de altura. A nota atribuída a esse método nessa classe de altura foi de 1. Esse valor significa que, considerando o *DPD*, o método 3 obteve a melhor estimativa em relação às outras estimativas avaliadas, seguida, pela ordem, pelos métodos 4 (Nota 2), 1 (Nota 3), 2 (Nota 4) e 5 (Nota 5).

Tabela 1.6. Estatísticas *Viés (V)*, Média das Diferenças Absolutas (*MD*) e Desvio Padrão das Diferenças (*DPD*) para as estimativas de altura, em terreno plano e inclinado, referentes aos cinco métodos avaliados nas classes de altura 1, 2 e 3 com as respectivas notas atribuídas com base nas estatísticas

Terrenos planos									
MÉTODOS	Classe	Tratamento	<i>V</i>	<i>MD</i>	<i>DPD</i>	<i>V</i>	<i>MD</i>	<i>DPD</i>	Total
1 - Hipsômetro Vertex	1	1	-0,32157	0,98824	0,20104	2	3	3	8
	2	2	1,24444	2,20556	0,39956	4	3	3	10
	3	3	1,20270	2,55946	0,47063	2	4	3	9
	Total	-				8	10	9	27

Continua...

Tabela 1.6. Continuação:

2 - Clinômetro digital	1	4	-0,35686	1,37255	0,27088	3	4	4	11
	2	5	0,83056	2,29722	0,43229	2	4	4	10
	3	6	1,12703	2,28919	0,47953	1	3	4	8
	Total	-				6	11	12	29
3 - Auxílio da Régua de 15 m	1	7	0,38431	0,70196	0,11881	4	2	1	7
	2	8	1,06944	1,35833	0,22072	3	2	1	6
	3	9	2,07297	2,14324	0,23914	4	2	1	7
	Total	-				11	6	3	20
4 - Com treinamento	1	10	0,07059	0,65490	0,12271	1	1	2	4
	2	11	0,50833	1,06944	0,22980	1	2	2	5
	3	12	1,45946	1,62162	0,25275	3	1	2	6
	Total	-				5	4	6	15
5 - Sem treinamento	1	13	3,07059	3,65882	0,41837	5	5	5	15
	2	14	5,45833	5,94722	0,65342	5	5	5	15
	3	15	4,52432	6,06486	0,99690	5	5	5	15
	Total	-				15	15	15	45

Terrenos inclinados

MÉTODOS	Classe	Tratamento	V	MD	DPD	V	MD	DPD	Total
1 - Hipsômetro Vertex	1	1	0,92063	1,49023	0,25901	4	3	3	10
	2	2	1,01766	1,76702	0,44270	4	3	3	10
	3	3	1,93446	2,85598	0,56069	4	3	3	10
	Total	-				12	9	9	30
2 - Clinômetro digital	1	4	0,73750	1,62250	0,29989	3	4	4	11
	2	5	0,53810	2,48095	0,78261	2	4	4	10
	3	6	1,79231	3,04615	0,62089	2	4	4	10
	Total	-				7	12	12	31
3 - Auxílio da Régua de 15 m	1	7	0,22250	0,65750	0,13772	2	2	2	6
	2	8	0,80952	1,45714	0,37389	3	2	2	7
	3	9	1,82308	2,42308	0,45075	3	2	2	7
	Total	-				8	6	6	20
4 - Com treinamento	1	10	0,05750	0,55750	0,12968	1	1	1	3
	2	11	0,31429	1,10476	0,33921	1	1	1	3
	3	12	1,30000	1,80769	0,33638	1	1	1	3
	Total	-				3	3	3	9

Continua...

Tabela 1.6. Continuação:

5 - Sem treinamento	1	13	2,76000	2,85500	0,35941	5	5	5	15
	2	14	2,12381	3,89524	0,96153	5	5	5	15
	3	15	4,21923	4,65769	0,80024	5	5	5	15
	Total	-				15	15	15	45

Seguindo o raciocínio apresentado e analisando-se os resultados mostrados na Tabela 1.6, para as duas situações de terreno, verifica-se que para a classe 1 de altura, o método 4 apresentou o melhor resultado seguido pelos métodos 3, 1, 2 e 5, respectivamente.

O pior desempenho dos métodos 1 e 2, quando comparados aos métodos 3 e 4, pode estar relacionado à falta de habilidade do operador, cansaço em detrimento da monotonia da atividade, calibração do instrumento, tempo de coleta e boa visibilidade do topo e da base da árvore, conforme discutido por Scolforo e Figueiredo Filho (1998).

Para a avaliação da altura pelos métodos 3 e 4, os mensuradores conseguiam visualizar melhor a copa das árvores, pois no caso de dificuldade em vê-la a certa distância, o mensurador podia se aproximar conseguindo ainda assim realizar a estimativa. Já no caso dos métodos 1 e 2, ao se posicionar a pequenas distâncias da árvore, o ângulo de inclinação dos equipamentos (Vertex e Clinômetro digital) em relação à copa era aumentado, fazendo com que pequenas oscilações no momento da leitura correspondessem a erros mais significativos.

O método 5, apesar de estar associado à estimativa visual, permitindo flexibilidade no momento da visualização da copa, se mostrou pouco eficiente para estimativa de altura em todas as classes avaliadas, o que era esperado, visto que a aplicação desse método não possui um fundamento científico para o seu desenvolvimento. Nas classes 2 e 3, que correspondem às árvores de maior altura, os resultados foram ainda menos precisos.

Para as três classes de altura, o método 4 apresentou melhor desempenho que o método 3 na estimativa de altura. Lembrando-se que o mesmo operador realizou as duas atividades, primeiro para o método 4 e após

um período de tempo para o método 3, foi possível verificar que o treinamento obtido com a escalada foi perdido com o passar do tempo. Isso não quer dizer que o treinamento não funcione, mas que ele precisa ser intensificado, lembrando que as estimativas de altura total obtidas neste trabalho foram realizadas por mensuradores pouco experientes.

Ainda considerando a classe 2, entre os métodos 1 e 2 houve um empate em termos de precisão, tendo em vista as estatísticas consideradas, para as duas condições de terreno, ocorrendo o mesmo na classe 3. Já para terrenos planos, houve uma melhora na precisão do método 2 com relação ao método 1. Assim, o método 1 não perdeu a precisão tão rapidamente com o aumento das classes de altura das árvores em terrenos inclinados, já em terrenos planos a precisão do método 1 caiu de maneira mais evidente.

De qualquer forma, ao avaliar todas as classes de altura conjuntamente, o método 1, em geral, apresentou melhor precisão quando comparado ao método 2, para as duas condições de terreno.

É evidente que, apesar da utilização de instrumentos óticos de alta precisão, como é o caso do Vertex, torna-se necessário dispor de pessoas que possam estimar visualmente a altura das árvores com razoável precisão (BECHTOLD et al., 1998; BRACK (1999) apud GONÇALVES et al. (2009); FORSTREUTER e WAKOLO, 2000). Segundo Bechtold et al. (1998) e Brack (1999) apud Gonçalves et al. (2009), pode-se esperar um aumento no nível de precisão da estimativa ocular, desde que as pessoas responsáveis pelas estimativas sejam treinadas de forma mais intensiva, e realizem uma “calibração” em cada parcela a ser inventariada, por meio da medição prévia de algumas árvores com aparelhos de estimação de altura.

3.3. ANÁLISE DO TEMPO MÉDIO PARA OS MÉTODOS APLICADOS

A Tabela 1.7 apresenta os testes de médias para o tempo demandado pelos tratamentos avaliados, em terreno plano e inclinado, considerando-se a estatística t para amostras independentes, a 5% de probabilidade.

Como no item 3.2.1., as seguintes hipóteses estatísticas foram avaliadas:

Hipótese para classe 1) $T_1 = T_4 = T_7 = T_{10} = T_{13}$

Hipótese para classe 2) $T_2 = T_5 = T_8 = T_{11} = T_{14}$

Hipótese para classe 3) $T_3 = T_6 = T_9 = T_{12} = T_{15}$

Com base na Tabela 1.7, tanto para o terreno plano quanto para o inclinado, nota-se uma tendência geral dos métodos de estimação visual de consumirem menos tempo, com exceção do método que empregou o uso da régua. Esse resultado era esperado, uma vez que a operação consiste apenas em localizar a melhor posição e estimar a altura sem o uso de qualquer aparelho.

Os aparelhos digitais apresentaram um maior consumo de tempo, como era de se esperar, ressaltando que o Vertex apresentou melhor desempenho que o clinômetro, em função de que para o Vertex não há necessidade de medidas de distância com trena. O método de estimativa com auxílio de uma régua foi o que apresentou o maior consumo de tempo, pois esse método exige alto esforço físico, que ao longo do dia acumula cansaço para o operador, diminuindo assim o rendimento da atividade. Exceções a essa tendência geral foram encontradas na classe 2 em terreno plano, em que o clinômetro e o Vertex tiveram desempenho igual. Isso pode ter tido uma causa aleatória, não sendo algo esperado. Outra exceção ocorreu na classe 3 em terreno inclinado, em que o clinômetro teve o mesmo desempenho de tempo que o método visual com auxílio da régua. Esse resultado provavelmente ocorreu pela dificuldade em corrigir o efeito da declividade para realizar a estimativa, combinado com a dificuldade de estimar árvores mais altas.

Tabela 1.7. Comparação do tempo médio entre os tratamentos avaliados nas diferentes classes, tal como definido na Tabela 1.1, em terreno plano e inclinado

Estimativa de tempo para estimação da altura das árvores - Terreno plano								
T1=91,45	(A) a	T2=100,11	(A) a	T3=103,97	(A) a			
T4=118,55	(B) a	T5=117,89	(A) ab	T6=133,54	(B) b			
T7=163,63	(C) a	T8=158,00	(B) a	T9=158,24	(C) a			
T10=33,53	(D) a	T11=33,50	(C) a	T12=34,97	(D) a			
T13=8,20	(E) a	T14=9,81	(D) a	T15=7,73	(E) a			

Continua...

Tabela 1.6. Continuação:

Estimativa de tempo para estimação da altura das árvores - Terreno inclinado					
T1=95,13	(A)a	T2=105,48	(A)b	T3=111,58	(A)b
T4=127,70	(B)a	T5=137,86	(B)ab	T6=152,38	(B)b
T7=151,28	(C)a	T8=165,95	(C)a	T9=162,92	(B)a
T10=33,68	(D)a	T11=25,71	(D)a	T12=36,96	(C)a
T13=6,38	(E)a	T14=12,86	(E)ab	T15=8,15	(D)b

Nota: Para as comparações foi empregada a estatística *t* para amostras independentes, a 5% de probabilidade. As letras maiúsculas entre parênteses na vertical indicam a diferença entre métodos e as letras minúsculas na horizontal indicam a diferença entre as classes em um mesmo método. Tratamentos com letras iguais não diferem entre si.

Quando se avalia o efeito da classe no tempo médio para estimar a altura total em terreno plano, pela observação da Tabela 1.7, nota-se que o tempo médio foi igual em todas as classes para todos os métodos, a exceção do método de estimação com Clinômetro digital, que com o aumento da classe demandou maior tempo para estimar a altura, podendo estar relacionado à necessidade da medida de distância com a trena, em que para classes mais altas há necessidade de um maior afastamento da árvore, a fim de se obter um melhor ponto de enquadramento.

No terreno inclinado, os métodos com treinamento e o que empregou a régua não tiveram seus desempenhos alterados ao longo das classes, isto é, não houve efeito de classe no terreno inclinado assim como ocorreu no terreno plano. Por outro lado, com o aparelho Vertex, no terreno inclinado, diferente do que ocorreu no terreno plano, consumiu-se mais tempo nas classes maiores, denotando que a declividade afetou o desempenho desse aparelho. Já o clinômetro manteve a tendência de consumir mais tempo para classes maiores no terreno inclinado. O resultado inesperado foi o maior consumo de tempo para o método sem treinamento na segunda classe no terreno inclinado, o que também pode ter ocorrido por um efeito aleatório.

3.4. AVALIAÇÃO DE OUTROS FATORES NO DESEMPENHO DOS MÉTODOS

A fim de complementar a informação sobre da possibilidade de uso de diferentes métodos na obtenção da altura total em uma floresta estacional semidecidual, outros fatores além da precisão e do tempo foram considerados, os quais são discutidos a seguir.

3.4.1. Número de operadores

Em terrenos planos, para a estimação da altura com Hipsômetro Vertex houve necessidade de apenas um operador para manipular o equipamento. Já para a estimação com Clinômetro digital dois operadores foram necessários, sendo um responsável para efetuar a estimativa e outro para realizar a medição da distância com trena. Já em terrenos inclinados, como foi necessário realizar a medição do ângulo do terreno para as devidas correções de altura, houve necessidade de mais um operador para o desenvolvimento de cada um desses dois métodos. Para os demais métodos, o número de operadores não muda com a mudança das condições de terreno.

Para a execução da estimação com o auxílio da régua, foi necessário dispor de dois operadores. Um para manuseá-la e outro para realizar a estimação.

Para a estimação visual com treinamento (método 4), considerando que o operador já esteja treinado para essa atividade, pelo acúmulo de experiência na estimativa visual de alturas, há necessidade de apenas um operador. Porém, inicialmente, para a realização de treinamento, há a necessidade da escalada de alguns indivíduos, aumentando a necessidade de operadores. Um para efetuar a escalada e o outro para auxiliar a medida da altura com a trena. O número de operadores necessários para a estimação da altura de árvores para o método 5 (Estimação visual sem treinamento) foi apenas um.

Para a atribuição de notas, em terrenos planos, como os métodos 1, 4 e 5 necessitaram de apenas um operador, estes receberam nota 1. Já os métodos 2 e 3 receberam nota 2, por necessitarem de dois operadores cada.

Seguindo a lógica, para terrenos inclinados, os métodos 4 e 5, obtiveram nota 1. Os métodos 1 e 3 receberam nota 2, por demandarem dois operadores cada, e o método 2 recebeu nota 3 por ser o método que demanda o maior número de operadores para a execução. O resumo das notas é apresentado na Tabela 1.8.

3.4.2. Custo inicial para o desenvolvimento do método

O custo para a aquisição do Hipsômetro Vertex IV (Código Vertex III-360, incluindo o instrumento de medição, *transponder*, adaptador e suporte – atualmente não existe o Hipsômetro Vertex III disponível a venda no mercado) é de R\$ 6.264,29 (ELOFORTE, 2010) e de um Clinômetro digital (Clinômetro eletrônico Haglof) é de R\$ 853,28 (ELOFORTE, 2010). Esses preços já incluem as taxas de importação.

O custo para o desenvolvimento do método 3, estimacão visual com o auxílio de uma régua graduada de 15 metros, é para a aquisição da régua retrátil de 15 metros que custa 655 dólares (FORESTRY SUPPLIERS, 2010), esse custo não inclui as taxas de importação, sendo o valor equivalente a R\$ 1.113,50 (cotação de 27/01/2011). No Brasil, não há empresas que realizem a venda desse produto. Porém, o valor para a aquisição da régua não ultrapassa o do Hipsômetro Vertex e não é menor que o valor do Clinômetro digital.

Para o método 4, de estimacão visual com treinamento, há um custo inicial para o seu desenvolvimento já que há necessidade de escalada de árvores, porém com o tempo, o operador passa a ser treinado o que diminui o custo da operação, dessa forma a nota atribuída a este método foi 2, para as duas situações de terreno.

O método 5 não requer custo com a aquisição e manutenção de equipamentos, pois seu desenvolvimento é feito a olho desarmado, requerendo apenas demanda de mão de obra, sem necessidade de qualificação. Assim a nota atribuída foi 1, para terrenos planos e inclinados.

Assim, finalmente as notas atribuídas aos métodos 3, 2 e 1 foram 4, 3 e 5, respectivamente (Tabela 1.8).

3.4.3. Custo para manutenção do método

O método 5 não requer custo para manutenção, por isso recebeu nota 1. Já para o desenvolvimento do método 4, referente à Estimação visual com treinamento, há necessidade de efetuar novos treinamentos com o passar do tempo, demandando então custo para escalada, portanto, para este método a nota atribuída foi 2.

Para o método 3, associado ao uso de régua, foi atribuída a nota 3, pois conforme citado por Silva (2003), o uso constante do equipamento requer manutenções periódicas, uma vez que se constatou o desgaste dos pinos utilizados para travar a régua entre um e outro estágio. Exceto a substituição periódica dos pinos travadores, acredita-se que o material apresente boa durabilidade. Assim, a manutenção pode ser feita facilmente. Para terrenos inclinados, as notas dadas foram iguais, pois as possíveis manutenções são as mesmas.

Equipamentos como o Clinômetro digital e o Hipsômetro Vertex são eletrônicos e importados, e apesar de possuírem assistência técnica autorizada no Brasil, suas manutenções requerem alto custo. Não sendo possível mensurar ao certo os custos envolvidos com a manutenção, para os métodos 1 e 2, relacionados a esses equipamentos, a nota atribuída foi a mais alta (4).

Com relação a terrenos inclinados, o custo adicional seria para a medição do ângulo para os métodos 1 e 2, porém o custo para a aquisição e manutenção do nível de Abney não foram considerados, por ser um equipamento simples e de fácil construção. Considerando o exposto, as notas atribuídas para terrenos inclinados foram as mesmas atribuídas para terrenos planos (Tabela 1.8).

3.4.4. Robustez

O critério robustez não exerce interferência na execução dos métodos 4 e 5, pois não necessitam de equipamentos para sua execução. Assim, a nota atribuída foi 1, para terrenos planos e inclinados.

A régua telescópica retrátil é feita de resistente e durável fibra de vidro (FORESTRY SUPPLIERS, 2010) é robusta, sendo detectado como problema apenas o desgaste dos pinos, como citado anteriormente. A escala da régua não apresentou nenhum tipo de desgaste após longo período de utilização, nem quando exposta a grandes variações de temperatura nem em condições de alta umidade e precipitação. A nota atribuída ao método que utiliza a régua telescópica foi 2, para as duas situações de terreno.

O Clinômetro digital e o Hipsômetro Vertex são considerados menos robustos que a régua, pois provavelmente quando expostos a condições adversas de umidade e temperatura apresentam menor durabilidade, apresentando-se, portanto, mais frágeis. De acordo com Barron (2001), apesar de o estudo ter sido realizado em condições de seca, a chuva pode afetar a capacidade do Vertex III para medir a distância horizontal para o *transponder*. O grau em que diferentes intensidades de chuva afeta o Vertex III deve ser investigado. A chuva provavelmente também deve afetar a estimativa com Clinômetro, já que é um equipamento eletrônico.

O Vertex determina a distância do observador à árvore por meio de pulsos ultrassônicos, que são sensíveis às variações de temperatura ambiente, implicando na necessidade de calibração diária do mesmo, sendo que requer boas condições climáticas para sua utilização. Assim, condições adversas de tempo podem prejudicar as estimativas de altura (CAMPOS e LEITE, 2009). O Clinômetro digital, não apresenta indícios de que a exposição a altas temperaturas exerça influência na obtenção da variável altura, apresentando vantagens quanto ao critério de robustez quando comparado ao Vertex.

O Vertex III apresenta invólucro selado de alumínio com sua parte eletrônica protegida (ELOFORTE, 2010), porém o visor pode ser atingido durante uma queda, resultando em sua danificação. Apesar dessa observação, o equipamento pode apresentar maior resistência à queda que o Clinômetro,

pois com o decorrer deste trabalho verificou-se um descolamento do visor do Clinômetro na ocasião de um pequeno impacto, talvez por sua estrutura consistir em um material mais frágil (plástico).

Diante do exposto, para o fator robustez, foi considerado que o Clinômetro digital e o Hipsômetro Vertex, cada um com sua particularidade, possuem o mesmo nível de robustez. Assim, as notas para esses dois métodos foram igual a 3. As notas atribuídas encontram-se na Tabela 1.8.

3.4.5. Facilidade de observação

O Hipsômetro Vertex III possui um mostrador alfanumérico grande e de fácil visualização (ELOFORTE, 2010), localizado na parte externa do aparelho, sendo de fácil visibilidade. Não há necessidade de cálculos para a obtenção da estimativa, a leitura é automática. Além disso, um display gráfico e mira luminosa permitem que o dispositivo possa ser usado em condições de escuro da floresta (BARRON, 2001).

O Clinômetro Eletrônico Haglöf apresenta os seus resultados de estimação diretamente em um mostrador, processado pelo instrumento, eliminando qualquer risco de erros de cálculo (ELOFORTE, 2010). O visor é pequeno e localiza-se no interior do equipamento, comparado ao Vertex, possibilita uma maior dificuldade de observação.

Além disso, para realizar a estimação da altura com o Clinômetro digital, há a necessidade de se medir a distância do mensurador a árvore, que ao contrário do Hipsômetro Vertex, deve ser feita manualmente por meio do uso de uma trena, podendo ocasionar erros na estimação da altura caso a medição com trena tenha sido realizada de forma errada. Pode haver, portanto, uma propagação de erro, sugerindo que o método que utiliza o Clinômetro digital é inferior ao método que utiliza o Hipsômetro Vertex, quando o critério avaliado é a facilidade de observação.

A régua retrátil telescópica permite medições diretamente, sem necessidade de cálculos (FORESTRY SUPPLIERS, 2010). Porém a leitura é interpretativa, o que dá ao método uma menor facilidade de observação quando comparado ao Hipsômetro Vertex III e ao Clinômetro Eletrônico Haglöf.

Para os métodos 4 e 5 (métodos de avaliação visual), a nota atribuída para ambos foi 1, por não requerer a utilização de equipamentos, não havendo possibilidade de realizar leituras e conseqüentemente serem métodos de fácil observação.

Os métodos 1 e 2, que utilizam o Hipsômetro Vertex e o Clinômetro digital para a estimativa de altura, receberam notas 2 e 3, respectivamente, de acordo com as razões já descritas. E finalmente o método 3, que utiliza a régua, recebeu nota 4, por ser o que apresenta menor facilidade de observação. Para terrenos inclinados, as notas se repetem (Tabela 1.8).

3.4.6. Compacidade

Não é possível realizar a análise do critério compacidade para os métodos 4 e 5, pois como já mencionado, sua execução não necessita de equipamentos, então a nota atribuída foi 1 para ambos, tanto para terrenos planos como inclinados.

O clinômetro eletrônico Haglof é pequeno, apresentando dimensões: 20 x 63 x 44 mm. Pesa menos de 50 gramas (com bateria), o que torna a estimação mais fácil (ELOFORTE, 2010). O método associado ao uso desse equipamento recebeu nota 2, pois dentre os demais equipamentos utilizados para este trabalho, esse foi considerado o mais compacto.

O Hipsômetro Vertex III apresenta dimensões: 80 x 50 x 30 mm e seu peso é de 160 g, incluindo bateria (ELOFORTE, 2010). Além disso, ele acompanha um suporte e um *transponder*. Visivelmente é possível notar que esse equipamento é menos compacto que o Clinômetro digital, assim o método associado ao uso do Hipsômetro Vertex recebeu nota 3.

Ao avaliar o método 3, que necessita de uma régua retrátil para sua execução, a nota atribuída para a compacidade foi 4. Quando retraída, a régua mede 1,76 metros de altura (FORESTRY SUPPLIERS, 2010), onde ficam armazenados seus estágios de forma que ao permanecer totalmente aberta, ela tenha 15 metros de altura. A régua é considerada relativamente pesada, o que torna difícil seu manuseio durante a execução da estimativa, além da

dificuldade em carregá-la no interior de uma mata nativa. Assim, a régua é menos compacta que o Clinômetro digital e o Hipsômetro Vertex.

As notas atribuídas para o terreno plano foram as mesmas para a situação de terreno inclinado, já que os equipamentos permanecem os mesmos nas duas situações.

Na Tabela 1.8, estão apresentadas as notas para os critérios avaliados por meio de levantamento de preços e pesquisa bibliográfica e avaliações dos cinco métodos considerados para a estimação de altura total, para as duas situações de terreno avaliadas.

3.5. CONSIDERAÇÕES SOBRE TODOS OS FATORES QUE AFETAM A ESCOLHA DO MÉTODO

A Tabela 1.8 contém o resumo de todas as notas atribuídas para cada método, tendo em vista os fatores que influenciam na escolha de um método para estimar altura. Cabe ressaltar que, para os fatores precisão e tempo, considerando-se as análises previamente realizadas, os métodos mais precisos e que demandaram menos tempo receberam notas menores, sendo o contrário verdadeiro.

Para auxiliar a escolha de métodos na estimação de altura, a ANU - The Australian National University (2010) recomenda levar em consideração fatores como preço, robustez, facilidade de observação e compacidade, além da velocidade de utilização e precisão, assim como realizado neste trabalho.

A interpretação da Tabela 1.8 deve ser realizada com cuidado. Pois considerar todos os fatores conjuntamente, com o mesmo peso, pode induzir à escolha precipitada de um método para estimar a altura de árvores.

Um método que reúna boas condições para a maioria dos fatores, não necessariamente pode ser dito como o melhor, já que de nada adianta se o objetivo principal, que é obter uma estimativa de precisão, não for alcançado. Assim, cada método possui pontos favoráveis e desfavoráveis para sua escolha. A importância desses pontos vai depender das circunstâncias em torno da finalidade e utilização de cada método.

Assim, para indicar um método dendrométrico a fim de estimar altura de árvores, deve-se avaliar a particularidade de cada um associado aos fatores que influenciam a estimação, pois a altura, muitas vezes obtida de modo indireto, por meio de instrumentos apropriados, fornece resultados acurados, porém não econômicos, devido ao tempo gasto e ao custo de aquisição destes.

Diante de toda a discussão realizada em função dos critérios, ainda é difícil escolher um método que seja o melhor em todos os quesitos. De acordo com Finger (1992), embora se tenha um grande número de aparelhos hipsométricos no mercado, muitos são semelhantes quanto ao princípio de funcionamento, porém, diferem quanto à forma. Nenhum aparelho reúne as características ideais, tais como: fácil e rápido manuseio, grande precisão, baixo custo e longa durabilidade.

De qualquer forma, é fundamental que todo operador que for realizar qualquer tipo de medição, tenha um treinamento prévio com o aparelho antes de utilizá-lo, para minimizar erros sistemáticos, originados de medidas tomadas erroneamente, instrumentos desajustados e má utilização do instrumento, ou seja, erros associados à falta de habilidade do operador.

Tabela 1.8. Escala de notas atribuídas aos cinco métodos de estimação de altura avaliados, para os fatores precisão, média de tempo para execução, número de operadores, custo inicial e de manutenção, robustez, facilidade de observação e compacidade, em terreno plano (TP) e terreno inclinado (TI)

MÉTODOS	Fatores															
	Precisão		Tempo		Número de operadores		Custo inicial		Custo manutenção		Robustez		Facilidade de observação		Compacidade	
	TP	TI	TP	TI	TP	TI	TP	TI	TP	TI	TP	TI	TP	TI	TI	TI
1 - Estimação com Hipsômetro Vertex	3	3	3	3	1	2	5	5	4	4	3	3	2	2	3	3
2 - Estimação com Clinômetro Digital	4	4	4	4	2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	2
3 - Estimação visual com auxílio de régua	2	2	5	5	2	2	4	4	3	3	2	2	4	4	4	4
4 - Estimação visual com treinamento	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
5 - Estimação visual sem treinamento	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

4. CONCLUSÕES

- Na floresta em estudo, as árvores nas maiores classes de altura possuem baixa frequência, porém representam a maior parte da área basal do povoamento.
- O método de estimar a altura da árvore sem treinamento apresentou o pior desempenho quanto à precisão, nas duas condições de terreno avaliadas, já o melhor desempenho foi para a estimativa com treinamento. A declividade afetou negativamente o desempenho dos equipamentos digitais, especialmente do Vertex, e o método com auxílio da régua favoreceu a estimação no terreno inclinado.
- A tendência em subestimar a altura das árvores aumenta à medida que se aumenta as classes, com exceção para o método de estimação visual sem treinamento, que subestimou a altura em todas as classes, mostrando a dificuldade em se fazer estimação visual para as árvores mais altas.
- Para as duas condições de terreno, nota-se uma tendência geral dos métodos de estimação visual consumir menos tempo, com exceção do método que empregou o uso da régua, que consumiu o maior tempo médio em relação aos outros quatro métodos. O Vertex teve melhor desempenho que o Clinômetro.
- Quando se avaliou o efeito da classe no tempo médio para estimar a altura em terreno plano, notou-se que este foi igual em todas as classes para todos os métodos, com exceção do método de estimação com Clinômetro digital. Já em terreno inclinado, foram os métodos com treinamento e que empregou a régua que não tiveram seus desempenhos alterados ao longo das classes.
- Dentre os cinco métodos avaliados, nenhum foi melhor em todos os critérios, de modo que cada método demonstrou possuir fatores favoráveis e desfavoráveis para sua escolha, sendo esta dependente das circunstâncias em torno da finalidade e utilização de cada método.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, K. V.S.A.; RODAL, M.J.N. Fisionomia e estrutura de um remanescente de floresta estacional semidecidual de terras baixas no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v.27, n.3, p.463-474, 2004.

ANU - The Australian National University. **Tools for measuring tree height**. Disponível em: <<http://fennerschool-associated.anu.edu.au/mensuration/toolshgt.htm#Top%20of%20Page>>. Acesso em: 21 dez. 2010.

ARCHANJO, K. M. P. A. **Análise florística e fitossociológica de fragmentos florestais de Mata Atlântica no sul do estado do Espírito Santo**. 2008. 136 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.

BARRON, R. J. Precision of three tree height measuring devices in forest conditions. **Forest Research Branch**, n. 01, July, 2001.

BECHTOLD, W.A.; ZARNOCH, S.J.; BURKMAN, W.G. Comparisons of modeled height predictions to ocular height estimates. **Southern Journal of Applied Forestry**, v.22, n.4, 1998.

CAMPOS, J. C. C., LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 548 p., 2009.

ELOFORTE. Disponível em: <<http://www.eloforte.com/httpdocs/novo/cathag.pdf>>. Acesso: 08 dez. 2010.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 269 p., 1992.

FORESTRY SUPPLIERS. Disponível em: <<http://www.forestry-suppliers.com/index1.asp>>. Acesso em: 09 dez. 2010.

FORSTREUTER, W.; WAKOLO, J. Remote sensing for tree measurements in Fiji. **South Pacific GIS e Remote Sensing News**, Fiji, p.1-2, 2000.

GOBBO, E.P.; GORENSTEIN, M.R.; GOMES, J.E. Inventário dos povoamentos florestais da Estação Experimental de Tupi – Instituto Florestal – SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Publicação Científica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/FAEF. Ano V, n. 09, 2007.

GONÇALVES, D.A.; ELDIK, T. V.; POKORNY, B. Uso de dendrômetro a *laser* em florestas tropicais: aplicações para o manejo florestal na Amazônia. **Floresta**, v. 39, n. 1, p.175-187, 2009.

HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 3 ed. Malabar: Krieger Publishing Company, 402 p., 1993.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: UFPR, 309 p., 2003.

MENDONÇA, A. R. **Avaliação de uma Metodologia para Otimização do Volume de Toras Comerciais de *Eucalyptus* sp. em Função da Qualidade do Fuste**. 2006. 91 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2006.

MOREIRA, L.N. **Fitossociologia em ambiente de borda de fragmento de floresta Estacional Semidecidual**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2009.

PAULA, A.; SILVA, A.F.; MARCO JÚNIOR, P.; SANTOS, F.A.M.; SOUZA, A.L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Revista Acta botânica brasileira**, v.18, n.3, p.407-423, 2004.

REDLING, J.S.H. **Comparação de amostragens em uma floresta estacional semidecidual no entorno do Parque Nacional do Caparaó - MG**. 2007. 104 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2007.

REZENDE, H. R.; SESSA, P. A.; FERREIRA, A. L.; SANTOS, C. B.; LEITE, G. R.; FALQUETO, A. Efeitos da implantação da Usina Hidrelétrica de Rosal, Rio Itabapoana, Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, sobre anofelinos, planorbídeos e flebotomíneos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 42, n. 2, p. 160-164, 2009.

ROSAL ENERGIA S.A. **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal de Guaçuí – ES**. 71p. 2007.

SANSEVERO, J.B.B.; PIRES, J.P.A.; PEZZOPANE, J.E.M. Caracterização ambiental e enriquecimento da vegetação de áreas em diferentes estágios sucessionais (pasto, borda, clareira e floresta). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. Publicação Científica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/FAEF. Ano IV, n. 07, 2006.

SCOLFORO, J. R. S. e FIGUEIREDO FILHO, A. **Biometria Florestal: medição e volumetria de árvores**. Lavras: UFLA/FAEPE, 310 p., 1998.

SILVA, A. G. **Inventário de Arborização Urbana Viária: Métodos de amostragem, tamanho e forma das parcelas**. 2003. 124 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

SOARES, C. P. B.; NETO, F.P.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa, MG: UFV, 276 p., 2006.

SOUZA, C. A. M. **Modelos de Afilamento para *Pinus taeda* L. ajustados segundo a forma do tronco e métodos de estratificação**. Santa Maria: UFSM, 2009. 120p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, 2009.

SOUZA, D. R., SOUZA, A.L., GAMA, J.R.V., LEITE, H. G. Emprego da análise multivariada para estratificação vertical de florestas inequidâneas. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 59-63, 2003.

CAPÍTULO II

MÉTODOS DE ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

Métodos de estratificação vertical em floresta estacional semidecidual

RESUMO

Neste trabalho teve-se como objetivo principal testar metodologias de estratificação da estrutura vertical, avaliando a adequação dessas metodologias baseada na classificação sucessional ecológica das espécies. O presente estudo foi realizado em um fragmento de 52 hectares de Floresta Estacional Semidecidual, conhecido como Floresta do Rosal, localizada no município de Guaçuí – ES. Para tanto, empregou-se o método de amostragem de área fixa, sendo distribuído um total de 16 parcelas de 600 m², de forma sistemática no campo, totalizando uma área amostrada de 0,96 ha. Todos os indivíduos com *DAP* igual ou superior a 5 cm foram medidos, sendo a altura total obtida de forma direta. As árvores passaram por um processo de identificação botânica e classificação quanto ao grupo ecológico. A análise da estrutura vertical de espécies arbóreas foi feita pela distribuição do número de árvores nos diferentes estratos, utilizando-se quatro diferentes métodos, sendo eles: Método 1 - Souza (1990), Método 2 - Souza et al. (2003), Método 3 - IUFRO, e Método 4 - Calegário et al. (1994). Os resultados das classificações obtidas para cada método foram comparados à classificação sucessional das espécies, de acordo com os grupos ecológicos a que pertencem. Além disso, foram avaliadas a composição florística, diversidade, estrutura horizontal e diamétrica da floresta em estudo. Foram amostrados 1.596 indivíduos com *DAP* maior ou igual a 5 cm, totalizando 246 espécies. As famílias mais representativas em número de espécies foram Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Annonaceae, Sapotaceae, Sapindaceae e Salicaceae. O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') para a área estudada foi de 4,4, sendo um valor expressivo, e a equabilidade 0,80. As espécies que mais se destacaram em ordem decrescente de *IVI*(%) foram *Mabea fistulifera*, *Siparuna guianensis*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Apuleia leiocarpa* e *Myrcia fallax*. A estrutura diamétrica do fragmento florestal estudado apresenta uma distribuição em “J” invertido, comum às florestas ineqüiâneas. Dentre os métodos de estratificação vertical avaliados, o método 1 não permitiu análise detalhada sobre o comportamento das espécies no estrato II por apresentar tendências fortes em concentrar um maior número de indivíduos no referido estrato, já o método 2 permitiu um maior detalhamento dos estratos. O método 3 por sua vez, minimizou o problema encontrado no método 1, porém a mudança da altura dominante da amostragem pode mudar toda a discussão, demonstrando fragilidade do método. E o método 4, não trouxe bons resultados para a estratificação da floresta em estudo, pois dividiu a floresta em apenas dois estratos de altura total.

Palavras-chave: floresta estacional semidecidual, composição florística, estratificação vertical.

Methods of vertical stratification in semideciduous seasonal forest

ABSTRACT

This work had as main objective testing stratification of the vertical structure methodologies, evaluating the appropriateness of these methodologies based on the successional and ecological classification of species. This study was conducted in a fragment of 52 hectares of semideciduous seasonal forest, known as Rosal Forest, located in the municipality of Guaçuí - ES. For this, it was used the method of sampling a fixed area, distributing systematically a total of 16 parcels of 600 m² in the field, totalizing a sampled area of 0.96 ha. All individuals with DAP greater than or equal to 5 cm were measured, and the total height obtained directly. The trees have gone through a process of identification and botanical classification of the environmental group. The vertical structure analysis of tree species was made by the distribution of the number of trees in different layers, using four different methods, as follows: Method 1 - Souza (1990), Method 2 - Souza et al. (2003), Method 3 - IUFRO, and Method 4 - Calegário et al. (1994). The results of the marks obtained for each method were compared to the successional classification of species, according to environmental groups that they belong. In addition, the species composition, diversity, structure and horizontal diameter of the forest under study were assessed. 1596 individuals were sampled with DAP greater than or equal to 5 cm, totaling 246 species. The most representative families in number of species are Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae and Rubiaceae, Annonaceae, Sapotaceae, Sapindaceae and Salicaceae. The Shannon-Weaver diversity index (H') for the studied area was 4,4, an expressive value, and the equability of 0,80. The species that stood out in descending IVI (%) order were *Mabea fistulifera*, *Siparuna guianensis*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Apuleia leiocarpa* and *Myrcia fallax*. The diameter structure of the studied forest fragment distribution has a reversed-J-shape, common in native forests. Among the evaluated vertical stratification methods, the method 1 did not allow a detailed analysis of the behavior of the species present in the stratum II, because of its strong tendencies to concentrate a greater number of individuals in that stratum, yet the method 2 has allowed a more detailed strata. The method 3 in turn, minimized the problem found in method 1, but the change of the dominant height of the sample can change the whole discussion, demonstrating weakness in the method. And the method 4, did not bring good results for the stratification of the forest under study, since it divided the forest in just two height strata.

Keywords: semideciduous seasonal forest, floristic composition, vertical stratification.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Durigan (2009), a maioria dos estudos que trata da caracterização de comunidades vegetais no Brasil compreende estudos fitossociológicos baseados em tabelas de Valor de Importância (VI) e Valor de Cobertura (VC) das espécies.

Porém, para uma caracterização real da ordem de importância ecológica das espécies arbóreas em uma floresta, somente indicadores da estrutura horizontal não são suficientes. Assim, a inclusão da estrutura vertical na análise estrutural das florestas, é de grande importância.

As estimativas dos parâmetros fitossociológicos da estrutura vertical, somadas às estimativas dos parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal, propiciam uma caracterização mais completa da importância ecológica das espécies no povoamento florestal, sendo que os parâmetros fitossociológicos da estrutura vertical englobam a posição sociológica, que fornece a composição florística dos diferentes estratos verticais do povoamento e a regeneração natural, que diz respeito somente às plantas jovens.

A avaliação de espécies nos diferentes estratos da floresta é de grande importância, pois cada espécie tem seu lugar assegurado na estrutura e composição, quando se encontra representada em todos os estratos, excetuando-se a essa regra àquelas que nunca chegam a passar do piso inferior, por características próprias, sendo pouco desenvolvidas e muito tolerantes à sombra (FINOL, 1975).

Através da avaliação da estrutura vertical em populações, pode-se identificar o comportamento ecológico e o hábito de cada população, essa análise prevê informações importantes para a compreensão das características de cada espécie, dando embasamento para entendimento das estratégias de regeneração natural, crescimento e sobrevivência (SANQUETTA, 1995).

Apesar da importância e de a estrutura horizontal ser bem caracterizada em estudos fitossociológicos, a estrutura vertical é pouco explorada, sobretudo pela dificuldade em analisá-la.

Para estratificar florestas inequidêneas, em termos de altura total, alguns métodos têm sido propostos e empregados. Esses métodos são citados por

autores como Longhi (1980), caracterizando a estratificação que divide em três partes iguais a frequência relativa das alturas encontradas na floresta; Classificação da IUFRO (LAMPRECHT, 1990) proposta por Leibundgut (1958), a qual parte da altura dominante (h_{dom}) da floresta para distinguir os estratos; Souza (1990), citado por Mariscal-Flores (1993), que estratifica a floresta em três estratos de altura total com base na média e no desvio padrão; Calegário et al. (1994), em que a estratificação é feita com base no teste de qui-quadrado; Sanquetta (1995), que propõe a estratificação denominada de diagrama h-M; e Souza et al. (2003), que empregou análise multivariada para estratificação.

Apesar da disponibilidade de vários métodos, ainda que importante para a compreensão da estrutura de uma floresta, a diferenciação segura dos estratos em uma comunidade florestal, com base estatística, é um desafio a ser vencido. De acordo com Durigan (2009), não há um método reconhecido para se determinar o número de estratos que compõem o dossel florestal, de modo que tentativas de estratificação em florestas tropicais, em geral, têm sido baseadas na divisão arbitrária das árvores em classes de altura.

1.1. OBJETIVOS

Considerando uma comunidade florestal localizada no sul do estado do Espírito Santo, têm-se como objetivos neste capítulo:

- a) Revisar e testar metodologias de estratificação da estrutura vertical, avaliando a adequação dessas metodologias com base na classificação sucessional em grupos ecológicos;
- b) Avaliar a composição florística e a diversidade; e
- c) Avaliar as estruturas horizontal e diamétrica.

2. METODOLOGIA

2.1. OBTENÇÃO DOS DADOS

Após distribuição das parcelas definidas no inventário florestal descrito no item 2.2. do Capítulo I, todos os indivíduos com *DAPs* (diâmetro a altura do peito, igual a 1,30 m de altura do solo) igual ou superior a 5 cm foram identificados com plaquetas numeradas e presas aos fustes com arame.

Nos casos de indivíduos perfilhados, as ramificações também foram consideradas, desde que estivessem vivas e enquadradas nos critérios de inclusão ($DAP \geq 5$ cm). Nesses casos, foram medidos todos os fustes. Em locais que apresentaram declividade de terreno, foram precedidas às devidas correções para que todas as parcelas tivessem áreas iguais.

Em todos os indivíduos identificados com plaquetas, foram medidos os *DAPs* e respectivas alturas. O *DAP* foi medido com fita diamétrica e a altura total das árvores foi medida com régua telescópica de 15 metros de altura. Para as árvores com alturas maiores que 15 metros, foi realizada a escalada de todos os indivíduos a fim de obter sua altura real.

Depois de medidas e identificadas com plaquetas, as árvores passaram por um processo de identificação botânica. As amostras botânicas, tanto em estado reprodutivo quanto vegetativo, foram coletadas com auxílio de tesoura de alta poda, acopladas à haste de coleta. Para árvores altas, onde não foi possível obter alcance com o podão, a coleta foi realizada manualmente por um técnico de campo com a escalada das árvores. Após a coleta, as amostras foram identificadas com fitas adesivas numeradas de acordo com a parcela a que pertenciam e seu número de identificação correspondente ao da placa recebida. As amostras foram acondicionadas em jornais, papelões e sacos plásticos. Posteriormente, o material foi prensado e seco em estufa.

Após a secagem, os materiais botânicos foram identificados em níveis de família, gênero e espécie com ajuda de bibliografia especializada e comparações com os materiais contidos na coleção do Herbário da Reserva Natural da Vale do Rio Doce, Linhares-ES – identificado entre os herbários do mundo como CVRD. Em alguns casos, as amostras botânicas foram enviadas

aos especialistas para identificação. Quando não foi possível a identificação, a amostra foi considerada como espécie não identificada.

Os exemplares coletados foram depositados no herbário do Departamento de Engenharia Florestal (DEF), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Jerônimo Monteiro-ES.

Foi utilizado o sistema Angiosperm Phylogeny Group III - APG III - para classificação das famílias (CHASE, 2009). Todos os nomes das espécies e suas respectivas autoridades foram confirmados e atualizados pelo *site* da Lista de Espécies da Flora do Brasil (2010).

2.2. CLASSIFICAÇÃO ECOLÓGICA DAS ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS

A classificação de espécies em grupos ecológicos possibilita o manuseio de forma simplificada de um grande número de espécies, sendo agrupadas de acordo com as suas exigências e funções semelhantes.

De acordo com Durigan (2009), a classificação sucessional das espécies tem forte componente subjetivo e, apesar dos esforços dos pesquisadores, muitas espécies não se enquadram nos moldes dos chamados grupos ecológicos ou grupos sucessionais. Porém, de acordo com o mesmo autor, a classificação sucessional, ainda que imprecisa, pode ser útil na compreensão da estrutura e dinâmica de comunidades florestais, desde que utilizada com precauções, nunca como se fosse um atributo intrínseco das espécies.

Rodrigues (1995) cita que espécies pioneiras têm função cicatrizadora de ambientes perturbados, e no outro extremo das pioneiras, têm-se as *clímax*, aqui denominadas de não pioneiras, que são as espécies finais na substituição sequencial de espécies na sucessão. Entre os dois extremos, existem um grande número de espécies com características ou adaptações ecológicas intermediárias, sendo que quando as características são mais parecidas com as pioneiras são chamadas de secundárias iniciais e quando apresentam características mais próximas das espécies não pioneiras, são denominadas secundárias tardias.

Assim, para a classificação ecológica das espécies amostradas, foram realizadas classificações em duas categorias sucessionais, sendo elas: pioneiras e não pioneiras, com base nos critérios adotados por Rolim et al. (1999); Silva et al. (2003); Rolim (2006); Carvalho et al. (2007); Archanjo (2008); Moreira (2009); Dias Neto et al. (2009) e Pereira et al. (2010). Esses trabalhos foram utilizados como base para a classificação ecológica das espécies, por terem sido realizados em florestas estacionais semidecíduais e em regiões próximas à área de estudo, nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, em que as espécies classificadas como secundárias iniciais foram determinadas como pioneiras, e as espécies classificadas como secundárias tardias, estabeleceu-se ser não pioneira.

2.3. DIVERSIDADE

Com o intuito de estimar a diversidade e a equabilidade de espécies na área selecionada para o estudo, foram calculados os índices de diversidade de Shannon Weaver (H') e de equabilidade de Pielou (J) (KENT e COKER, 1992), tal como se segue:

Índice de ShannonWeaver (H')

$$H' = \left[N \ln(N) - \sum_{i=1}^s n_i \ln(n_i) \right] / N$$

Índice de equabilidade de Pielou(J)

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

em que:

H' = Índice de diversidade de Shannon-Weaver;

n_i = Número de espécimes amostrados da i -ésima espécie;

N = Número total de espécimes amostrados;

s = Número total de espécimes amostradas;

\ln = Logaritmo neperiano;

J = Índice de equabilidade de Pielou; e

$H_{max} = \ln(s)$.

2.4. ESTRUTURA HORIZONTAL

A análise da estrutura horizontal englobou os parâmetros, descritos em Mueller-Dombois e Ellenberg (1974): densidade absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, índice de valor de cobertura absoluto e relativo e índice de valor de importância absoluto e relativo. As expressões de cálculo para esses parâmetros são apresentadas como se segue:

Densidade absoluta (DA_i) e relativa (DR_i)

$$DA_i = \frac{n_i}{A} \text{ e } DR_i = \frac{n_i}{N} 100$$

Dominância absoluta (DoA_i) e relativa (DoR_i)

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A} \text{ e } DoR_i = \frac{AB_i 100}{\sum ABT}$$

Frequência absoluta (FA_i) e relativa (FR_i)

$$FA_i = \frac{u_i}{u_t} 100 \text{ e } FR_i = \frac{FA_i}{\sum FA_i} 100$$

Índice de valor de cobertura absoluto (*IVC*) e relativo (*IVC %*)

$$IVC = DoR_i + DR_i \text{ e } IVC(\%) = \frac{(DR_i + DoR_i)}{2}$$

Índice de valor de importância absoluto (*IVI*) e relativo (*IVI%*)

$$IVI = DR_i + FR_i + DoR_i \text{ e } IVI(\%) = \frac{(DR_i + FR_i + DoR_i)}{3}$$

em que:

DA_i = Densidade absoluta que expressa o número de indivíduos (n) por unidade de área;

n_i = Número de indivíduos da i -ésima espécie;

A = Área amostrada total, em hectare (ha);

DR_i = Densidade relativa;

N = Número total de indivíduos;

DoA_i = Dominância absoluta;

AB_i = Área basal da i -ésima espécie, em m^2 ;

DoR_i = Dominância relativa;

ABT = Área basal total em m^2/ha ;

FA_i = Frequência absoluta;

u_i = Número de unidades amostrais em que ocorreu a i -ésima espécie;

u_t = Número total de unidades amostrais;

FR_i = Frequência relativa;

IVC = Índice de valor de cobertura absoluto;

$IVC(\%)$ = Índice de valor de cobertura relativo;

IVI = Índice de valor de importância absoluto; e

$IVI(\%)$ = Índice de valor de importância relativo.

2.5. ESTRUTURA DIAMÉTRICA

Na análise da estrutura diamétrica, para a elaboração da tabela de frequência das classes de diâmetros e do gráfico de distribuição diamétrica, o valor de cinco centímetros de *DAP* foi considerado como limite inferior da menor classe de diâmetro, tendo as classes de diâmetro uma amplitude de dez centímetros.

Todos os cálculos relativos aos itens 2.3, 2.4 e 2.5, foram realizados por meio do *software* Mata Nativa 3.0 (CIENTEC, 2010).

2.6. ESTRUTURA VERTICAL

A finalidade da análise da estrutura vertical é a indicação do estágio sucessional das espécies, dando uma ideia de sua importância dentro da floresta. Para estratificar florestas inequidâneas, em termos de altura total, vários métodos têm sido propostos e empregados.

A partir dos dados obtidos no inventário, a análise da estrutura vertical das espécies arbóreas foi feita pela distribuição do número de árvores nos diferentes estratos, por meio dos seguintes métodos:

2.6.1. Método 1 - Souza (1990)

Esse método estratifica a floresta em três estratos de altura total com base na média e no desvio padrão, conforme Souza et al. (1998):

Estrato inferior: árvores com $h_1 < (\bar{h} - s)$;

Estrato médio: árvores com $(\bar{h} - s) \leq h_1 < (\bar{h} + s)$; e

Estrato superior: árvores com $h_1 \geq (\bar{h} + s)$.

em que:

\bar{h} = Média das alturas totais (h_1) dos indivíduos amostrados; e

s = Desvio-padrão das alturas totais (h_1) dos indivíduos amostrados.

Os cálculos relativos a este método foram realizados por meio do *software* Mata Nativa 3.0 (CIENTEC, 2010).

2.6.2. Método 2 - Souza et al. (2003)

Essa metodologia emprega a análise multivariada para estratificação. Para analisar a estrutura vertical, foram selecionados os dados de alturas totais de árvores amostradas com DAP igual ou maior que 5,0 cm.

As árvores individuais foram organizadas em ordem crescente de altura total, classificadas em classes com amplitude de 1 m, e em seguida foi elaborada uma matriz X de dados de alturas totais, em que cada variável X_{ij} representou a frequência de indivíduos da i -ésima espécie na j -ésima classe de altura. Essa matriz X foi o *input* para as análises de agrupamento e discriminante.

Foi utilizada a distância euclidiana e o método de ligação completa, com o emprego das seguintes fórmulas:

$$d_{i,j} = \sqrt{\sum_{h=1}^p (X_{hi} - X_{hj})^2}, \quad h = 1, 2, \dots, P$$

$$d_{I,J} = \max d_{ij}$$

$$i \in I$$

$$j \in J$$

em que:

d_{ij} = distância euclidiana estimada entre as classes i e j ;

X_{hi} = número de árvores na classe i ;

X_{hj} = número de árvores na classe j ;

$d_{I,J}$ = distância entre as médias dos grupos I e J ,

h = espécies; e

P = número total de espécies amostradas.

Após a realização dos agrupamentos, foi realizada uma análise discriminante para confirmar a distinção e classificação dos estratos de altura total obtidos pela análise de agrupamento.

Os cálculos relativos a esse método foram realizados por meio do *software* Statistica®7.0.

2.6.3. Método 3 - IUFRO (LAMPRECHT, 1990)

A Classificação da IUFRO - International Union of Forest Research Organizations - (LAMPRECHT, 1990), proposta por Leibundgut em 1958, estratifica a floresta com base na altura dominante (h_{dom}). Assim, a distribuição do número de árvores por classe de altura em estratos é definida da seguinte forma:

Estrato Inferior: $h < \frac{h_{dom}}{3}$; compreende as árvores com altura total (h) menor que um terço da altura dominante.

Estrato Médio: $\frac{h_{dom}}{3} \leq h < \frac{2h_{dom}}{3}$; compreende as árvores com altura total (h) maior que um terço da altura dominante e menor que dois terços da altura dominante.

Estrato Superior: $h \geq \frac{2h_{dom}}{3}$; compreende as árvores com altura total (h) maior que dois terços da altura dominante.

2.6.4. Método 4 - Calegário et al. (1994)

Essa metodologia de estratificação é feita com base no teste de qui quadrado. O primeiro passo para se realizar a subdivisão dos indivíduos amostrados em estratos foi ordenar os mesmos crescentemente, tomando-se como base a variável altura. Após a ordenação, utilizando-se o teste qui-quadrado, a um nível α de significância, foi verificada a existência ou não de

grupos de dados de altura estatisticamente homogêneos, conforme expressão a seguir:

$$\chi^2_{cal.i} = \left(S^2_i / \bar{H} \right) (i-1) \quad (i = 2, 3, \dots, k, \dots, n)$$

em que:

$\chi^2_{cal.i}$ = Valor do qui-quadrado calculado para i-ésimo grupo de indivíduo;

S^2_i = Variância das alturas dos indivíduos dentro do i-ésimo grupo; e

\bar{H} = Média aritmética das alturas dos indivíduos dentro do i-ésimo grupo.

Com esse procedimento, foram obtidos valores de qui-quadrado calculados para diversos grupos de indivíduos. Quando se encontrou um valor que superasse o qui-quadrado tabelado, a α (5%) de significância e com $i-1$ graus de liberdade, concluiu-se que i-ésimo grupo de indivíduos é estatisticamente homogêneo e discriminado como estrato um ou estrato inferior. O limite inferior desse estrato foi o valor da primeira altura amostrada e o limite superior, o da i-ésima altura.

Após definidos os limites inferior e superior do estrato I, repetiu-se o mesmo procedimento para os indivíduos amostrados com valores de alturas acima do limite superior do primeiro estrato. Com sucessivas estimativas dos valores do qui-quadrado, é possível verificar a existência de outros grupos homogêneos. Haverá tantos estratos quantos forem os grupos homogêneos de indivíduos.

Os cálculos relativos aos métodos 3 e 4 foram realizados por meio do *software* Excel[®] 2010.

Os resultados das classificações obtidas para cada método foram comparados à classificação sucessional das espécies, de acordo com os grupos ecológicos a que pertencem, procurando-se definir qual ou quais dos métodos melhor representam a estratificação vertical das florestas estacionais semideciduais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E DIVERSIDADE

Foram amostrados 1.596 indivíduos com *DAP* maior ou igual a 5 cm, em 0,96 hectares, totalizando 246 espécies. Desse total de indivíduos, 85% foram identificados em nível de espécie, 12 % apenas em nível de gênero, 2 % apenas em nível de família e para 1% dos indivíduos não se conseguiu nenhuma identificação (Tabela 2.1).

Tabela 2.1. Lista das espécies arbóreas encontradas na amostra do fragmento florestal da Floresta do Rosal, Guaçuí – ES; apresentadas em ordem alfabética de famílias com suas respectivas espécies, em que: NI = espécies não identificadas, GE = grupo ecológico, P = pioneira; NP = não-pioneira e; SC = sem classificação

Família/Nome científico	Nome vulgar	GE
ACHARIACEAE		
<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi.) Endl.	Sapucainha	NP
ANACARDIACEAE		
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Aderne	NP
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	Acarana	SC
ANNONACEAE		
<i>Annona cacans</i> Warm.	Graviola do mato	P
Annonaceae 1		SC
<i>Guatteria campestris</i> R.E. Fr.	Pindaiba do campo	SC
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	Pindaiba coração	SC
<i>Guatteria sellowiana</i> Schlttdl.	Pindaiba puruna	SC
<i>Guatteria</i> sp.1		SC
<i>Guatteria</i> sp.2		SC
<i>Guatteria</i> sp.3		SC
<i>Oxandra nitida</i> R.E. Fries	Ariticum do mato	SC
<i>Unonopsis</i> sp.1	Pindaiba	SC
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Pindaiba do cerrado	SC
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Pindaiba vermelha	NP
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	Pindaiba branca	P
APOCYNACEAE		
<i>Aspidosperma dispernum</i> Müll.Arg.	Peroba rosa	SC
<i>Aspidosperma</i> sp.1		SC
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	Agoniada	SC
<i>Himatanthus</i> sp.1		SC
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.	Espeta gigante	NP
ASTERACEAE		
<i>Vernonia diffusa</i> Lees.	Assapeixão	P

Continua...

Tabela 2.1. Continuação:

Família/Nome científico	Nome vulgar	GE
BIGNONIACEAE		
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A. DC.) Mattos	Ipê amarelo do campo	NP
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê roxo	NP
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Caroba	NP
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	Cinco folhas	P
BORAGINACEAE		
<i>Cordialomatoloba</i> I.M. Johnston	Babosa amarela	SC
<i>Cordia</i> sp.1		SC
BURSERACEAE		
<i>Crepidospermum atlanticum</i> D.C. Daly	Aroeira da mata	NP
<i>Protium</i> aff. <i>warmingianum</i> March.	Amescla branca	NP
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand.	Amescla cheirosa	NP
CARICACEAE		
<i>Jacaratia heptaphylla</i> (Vell.) A. DC.	Mamão jacatea mirim	NP
CELASTRACEAE		
<i>Maytenus cestrifolia</i> Reiss.	Vinhal	NP
CHRYSOBALANACEAE		
<i>Licania kunthiana</i> Hook.f.	Milho torrado	NP
<i>Licania</i> sp.1		SC
<i>Parinari parvifolia</i> Sandw.	Bafo de boi	SC
<i>Parinari</i> sp.1		SC
CLUSIACEAE		
Clusiaceae 1		SC
<i>Kielmeyera occhioniana</i> Saggi	Anete	SC
<i>Rheedia gardneriana</i> Triana & Planch.	Guanandi branco	NP
COMBRETACEAE		
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	Amendoeira da mata	NP
ELAEOCARPACEAE		
<i>Sloanea eichleri</i> K. Schum.	Tapinuan	SC
<i>Sloanea garckeana</i> K. Schum.	Eldimar	SC
ERYTHROXYLACEAE		
<i>Erythroxylum plowmanii</i> Amaral Jr.	Smyrski	SC
<i>Erythroxylum</i> sp.1		SC
<i>Erythroxylum</i> sp.2		SC
EUPHORBIACEAE		
<i>Aparisthium cordatum</i> (Juss.) Baill.	Velome	NP
Euphorbiaceae 1		SC
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Canudo de pito	P
<i>Mabea paniculata</i> Spruce ex Benth.	Taquari	SC
<i>Pachystroma</i> sp.1		SC
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	Leiteirinha	NP
FABACEAE		
<i>Acacia glomerosa</i> Benth.	Angico preto	NP
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Spig.	Angico curtidor	P
<i>Andira</i> sp.1		SC
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Garapa	P
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Pata de vaca	SC
<i>Copaifera trapezifolia</i> Hayne		SC
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemao ex Benth.	Jacarandá caviúna	NP
<i>Deguelia longeracemosa</i> (Benth.) Az.- Tozzi	Óleo baio	NP

Continua...

Tabela 2.1. Continuação:

Família/Nome científico	Nome vulgar	GE
FABACEAE		
<i>Diploptropis incexis</i> Rizzini & A.Mattos	Macanaiba marreta	NP
<i>Erythrina</i> sp.1		SC
<i>Hymenolobium janeirense</i> Kuhlmann	Angelim folha miúda	SC
<i>Inga</i> aff. <i>cylindrica</i> (Vell.) Mart.	Inga ferro	NP
<i>Inga flagelliformis</i> (Vell.) Mart.	Inga pau	NP
<i>Inga</i> sp.1		SC
<i>Inga</i> sp.2		SC
<i>Inga</i> sp.3	Inga mirim	SC
<i>Inga</i> sp.4		SC
<i>Inga striata</i> Benth.	Ingá branco	NP
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Tira filho	P
<i>Machaerium</i> sp.1		SC
<i>Melanoxylon brauna</i> Schott.	Braúna preta	NP
<i>Peltogyne angustiflora</i> Ducke	Roxinho	NP
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Jacaré	P
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	Catagua	NP
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.M.de Lima	Angico rosa	P
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	Pau sangue	P
<i>Sclerolobium striatum</i> Dwyer	Inga louro	SC
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin & Barneby	Fedegosão	P
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Barbatimão	P
<i>Swartzia acutifolia</i> Vogel	Saco de mono	NP
<i>Tachigali</i> sp.1		SC
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	Carvoeiro amarelo	SC
<i>Vataireopsis araroba</i> (Aguiar) Ducke	Angelim amargoso	NP
<i>Zollernia latifolia</i> Benth.	Pitomba preta	NP
<i>Zollernia</i> sp.1		SC
LACISTEMATACEAE		
<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	Tatuzinho	SC
LAMIACEAE		
<i>Vitex</i> aff. <i>megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã preto	NP
<i>Vitex</i> sp.1		SC
LAURACEAE		
<i>Aniba canellila</i> (Kunth) Mez	Canela preciosa	SC
<i>Aniba firmula</i> (Nees & C. Mart.) Mez	Canela rosa	NP
<i>Licaria guianensis</i> Aubl.	Canela pinho	SC
<i>Nectandra membranaceae</i> (Sw.) Griseb.	Canela garcia	SC
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	Canela pitanga	NP
<i>Nectandra</i> sp.1		SC
<i>Ocotea conferta</i> Coe Teixeira	Canela amarela	NP
<i>Ocotea divaricata</i> (Nees) Mez	Canela lisa	NP
<i>Ocotea elegans</i> Mez	Zenóbio	NP
<i>Ocotea glauca</i> (Nees) Mez	Canela imbuia	NP
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez	Canela frondosa	NP
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	Canela sabão	SC
<i>Ocotea longifolia</i> Kunth.	Canela rubro negra	NP
<i>Ocotea nitida</i> (Meissn.) J.G.Rohwer	Canela jacú	SC
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Canela sassafrás	NP
<i>Ocotea pluridomatiata</i> A. Quinet	Canela pimenta	SC

Continua...

Tabela 2.1. Continuação:

Família/Nome científico	Nome vulgar	GE
LAURACEAE		
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela babona	NP
<i>Ocotea</i> sp.1		SC
<i>Ocotea</i> sp.2		SC
<i>Ocotea</i> sp.3		SC
LECYTHIDACEAE		
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi.) Kuntze	Jequitibá branco	NP
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Jequitibá rosa	NP
<i>Courataria sterotricha</i> Prance	Imbirema	NP
<i>Lecythis lanceolata</i> Poir.	Sapucaia mirim	NP
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Sapucaia vermelha	NP
MALPIGHIACEAE		
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Murici do brejo	SC
<i>Byrsonima</i> sp.1		SC
MALVACEAE		
<i>Luehea</i> sp.1	Açoita burro	SC
<i>Pachira stenopetala</i> Casar.	Paineira	SC
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Paineira rosa	NP
MELASTOMATAACEAE		
<i>Miconia</i> cf. <i>cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	Guaratã	P
<i>Miconia</i> sp.1		SC
<i>Mouriri arborea</i> Gardner	Amarradinha	SC
MELIACEAE		
<i>Cabralea cangerana</i> (Vell.) Mart. ssp. <i>cangerana</i>	Cedro cangerana	NP
<i>Cabralea</i> sp.1	Cangerana vermelha	SC
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Peloteira	NP
<i>Trichilia hirta</i> L.		NP
<i>Trichilia lepidota</i> subsp. <i>schumanniana</i> (Harms)		NP
T.D.Pennington	Casca cheirosa	NP
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	Cedro amargoso	NP
<i>Trichilia silvatica</i> C.DC.	Guatibua	NP
<i>Trichilia</i> sp.1		SC
<i>Trichilia</i> sp.2		SC
MONIMIACEAE		
<i>Monmiaceae</i> 1		SC
MORACEAE		
<i>Brosimum glaucum</i> Taub.	Leiteira	P
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	Sally	NP
<i>Brosimum</i> sp.1		SC
<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) Lanj. & Rossb.	Folha de serrinha	NP
<i>Ficus arpazusa</i> Casar.	Figueira brava	SC
<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.		NP
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. et Endl.) Rusby	Jaquinha	NP
<i>Naucleopsis oblongifolia</i> (Kuhlm.) Carauta	Bainha de espada	NP
<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	Folha de serra	NP
MYRISTICACEAE		
<i>Virola gardneri</i> (A.DC.) Warb.	Bicuiba	NP
<i>Virola oleifera</i> (Schott) A. C. Smith	Bicuiba macho	NP
MYRSINACEAE		
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Chumbito	SC

Continua...

Tabela 2.1. Continuação:

Família/Nome científico	Nome vulgar	GE
MYRSINACEAE		
<i>Myrsine</i> sp.1		SC
MYRTACEAE		
<i>Campomanesia</i> sp.1		SC
<i>Campomanesia</i> sp.2		SC
<i>Campomanesia</i> sp.3		SC
<i>Campomanesia</i> sp.4		SC
<i>Eugenia bunchosiiifolia</i> Nied.	Papaguela	SC
<i>Eugenia excelsa</i> O.Berg	Batinga vermelha	NP
<i>Eugenia itapemirimensis</i> Cambess.	Pitangueira	NP
<i>Eugenia platysema</i> Berg	Pitanga da mata	NP
<i>Eugenia</i> sp.3		SC
<i>Eugenia</i> sp.4		SC
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.	Batinga pitanga	NP
<i>Marlierea</i> sp.1		SC
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	Batinga roxa	P
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.	Orelha de burro	SC
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Batinga de capoeira	P
<i>Myrciaria floribunda</i> (West. ex Willd.) O. Berg	Vassourinha lisa	NP
Myrtaceae 1		SC
<i>Plinia</i> sp.1		SC
NYCTAGINACEAE		
<i>Andradea floribunda</i> Allemao	Gananssaia	SC
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	João mole	NP
<i>Ramisia brasiliensis</i> Oliver	Siriba	SC
OCHNACEAE		
<i>Ouratea cuspidata</i> (A.St.-Hil.) Engl.	Sarará	SC
OLACACEAE		
<i>Heisteria cf. ovata</i> Benth.	Chapéu vermelho	NP
PERACEAE		
<i>Pera</i> sp.1		SC
PHYLLANTHACEAE		
<i>Margaritaria nobilis</i> Linn.f.	Tambozil	NP
PICRAMNIACEAE		
<i>Picramnia sellowii</i> Planch.	Cheiroso	SC
POLYGONACEAE		
<i>Coccoloba</i> sp.1		SC
PUTRANJIVACEAE		
<i>Drypetes</i> sp.1		SC
RHAMNACEAE		
<i>Colubrina arborenses</i> (Mill.) Sargent	Colubrina	SC
<i>Rhamnidium glabrum</i> Reissek	Catinga de cavalo	NP
<i>Ziziphus glaziovii</i> Warm.	Quina preta	NP
RUBIACEAE		
<i>Amaioua intermedia</i> var. <i>brasiliana</i> (A.Rich.) Steyererm.	Arariba preta	NP
<i>Bathysa stipulata</i> (Vell.) Presl	Pau folhudo	SC
<i>Chomelia pubescens</i> Cham. & Schltldl.	Preciosa	SC
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltldl.	Gemada	NP
<i>Ixora brevifolia</i> Benth.	Araribe	NP
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Gumãna	NP

Continua...

Tabela 2.1. Continuação:

Família/Nome científico	Nome vulgar	GE
RUBIACEAE		
<i>Psychotria</i> sp.1		SC
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Murta escondida	P
Rubiaceae 1		SC
Rubiaceae 2		SC
Rubiaceae 3		SC
Rubiaceae 4		SC
<i>Simira</i> cf. <i>sampaioana</i> (Standl.) Steyererm	Arariba ovo	NP
<i>Simira glaziovii</i> (K. Schum.) Steyermark	Arariba	NP
RUTACEAE		
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lamark var. <i>petiolatum</i> Engl.	Porquinha	P
SALICACEAE		
<i>Banara brasiliensis</i> (Schott) Benth.	Natalina	SC
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	Lingua de velho	NP
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	Puleiro de jaó	SC
<i>Casearia</i> sp.1	Café do mato	SC
<i>Casearia</i> sp.2		SC
<i>Casearia</i> sp.3		SC
<i>Casearia</i> sp.4		SC
<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl. ex Vent.	Cafezinho	NP
<i>Macrothumia kuhlmannii</i> (Sleumer) M. H. Alford	Coquinho	SC
<i>Xylosma</i> sp.1		SC
SAPINDACEAE		
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	Casca solta	NP
<i>Allophylus</i> sp.1		SC
<i>Cupania rugosa</i> Radlk.	Pau magro	NP
<i>Cupania</i> sp.1		SC
<i>Cupania</i> sp.2		SC
<i>Dilodendron elegans</i> (Radlk.) Gentry & Steyererm.	Arruda da mata	NP
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Pitomba rosa	NP
<i>Matayba</i> sp.1		SC
<i>Matayba</i> sp.2		SC
Sapindaceae 1		SC
Sapindaceae 2		SC
SAPOTACEAE		
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist. subsp. <i>lucentifolium</i>	Uacá	NP
<i>Chrysophyllum</i> sp.1		SC
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	Acá	NP
<i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eichler.) Pierre	Curubixá	NP
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	Guapeva	NP
<i>Pouteria</i> sp.1		SC
<i>Pouteria</i> sp.2		SC
<i>Pouteria</i> sp.3		SC
<i>Pouteria</i> sp.4		SC
<i>Pradosial actescens</i> (Vellozo) Radlk.	Marmixa	NP
Sapotaceae 1		SC
Sapotaceae 2		SC
SCHOEPIACEAE		
<i>Schoepfia brasiliensis</i> A.DC.	Tatu	NP

Continua...

Tabela 2.1. Continuação:

Família/Nome científico	Nome vulgar	GE
SIMAROUBACEAE		
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Caxeta	NP
SIPARUNACEAE		
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	Nega mina	NP
<i>Siparuna reginae</i> (Tul.) A. DC.	Negreira	NP
<i>Siparuna</i> sp.1		SC
TRIGONIACEAE		
Trigoneaceae 1		SC
<i>Trigoniodendron spiritusanctense</i> E.F. Guim. & Miguel	Torradinho	SC
URTICACEAE		
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	Embaúba	P
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	Embaúba branca	P
<i>Cecropia</i> sp.1	Embaubão	SC
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl. subsp. Guianensis	Uva de macaco	SC
VOCHYSIACEAE		
<i>Qualea jundiahy</i> Warm.	Pequi liso	NP
<i>Vochysia laurifolia</i> Warm.	Angélica do brejo	SC
NÃO IDENTIFICADAS		
NI1		SC
NI2		SC
NI3		SC
NI4		SC
NI5		SC
NI6		SC
NI7		SC
NI9		SC

No total, foram amostradas 50 famílias, sendo que as mais representativas em número de espécies são: Fabaceae (35), Lauraceae (20), Myrtaceae (18), Rubiaceae (14), Annonaceae (13), Sapotaceae (12), Sapindaceae (11), Salicaceae (10), Moraceae e Meliaceae (9), as quais contribuem com 61,4% do total de espécies inventariadas. As outras 40 famílias apresentam um total de espécies (38,6%), representadas por menores números de indivíduos.

Em trabalhos como Rolim et al. (2006), Archanjo (2008) e Moreira (2009), todos em Floresta Estacional Semidecidual no Espírito Santo, sendo os dois últimos localizados na região sul do Estado, considerando-se toda a família Fabaceae junta, esta assumiu posição de destaque quanto ao número de espécies. De acordo com Souza e Lorenzi (2005), a família Fabaceae está incluída entre as principais famílias na maioria dos ecossistemas naturais brasileiros.

Os gêneros com maior riqueza de espécies (Tabela 2.1) são: *Ocotea* com 14 espécies; *Inga*, *Eugenia* e *Casearia*, com sete espécies cada um; *Trichilia* e *Guatteria*, com seis espécies cada um; e *Pouteria*, com cinco espécies.

Ao considerar as famílias e gêneros de maior riqueza neste trabalho, é possível notar a semelhança com os resultados encontrados nos trabalhos de Archanjo (2008), realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Cafundó; e Moreira (2009), na Floresta Nacional (FLONA) de Pacotuba; realizados no município de Cachoeiro de Itapemirim - ES, estando ambas próximas à área do estudo.

De acordo com Veloso et al. (1991), o conceito ecológico da Floresta Estacional Semidecidual está condicionado pela dupla estacionalidade climática, sendo que gêneros comuns a essa floresta são *Parapiptadenia*, *Peltophorum*, *Cariniana*, *Lecythis*, *Tabebuia* (atualmente classificada como *Handroanthus*) e *Astronium*, das quais só não foram amostrados neste trabalho os gêneros *Parapiptadenia* e *Peltophorum*.

Várias espécies amostradas na Reserva Florestal Mata do Paraíso, município de Viçosa – MG, composta por trechos de Floresta Estacional Semidecidual (PINTO, 2005), foram encontradas também no fragmento estudado, dentre elas pode-se citar: *Annona cacans*, *Apuleia leiocarpa*, *Cabralea canjerana*, *Carpotroche brasiliensis*, *Cecropia glaziovi*, *Cecropia hololeuca*, *Dalbergia nigra*, *Guapira opposita*, *Machaerium nyctitans*, *Miconia cinnamomifolia*, *Myrcia fallax*, *Nectandra oppositifolia*, *Piptadenia gonoacantha*, *Protium heptaphyllum*, *Protium warmingiana*, *Psychotria vellosiana*, *Senna macranthera*, *Siparuna guianensis*, *Trichilia lepidota*, *Xylopia sericea* e *Zanthoxylum rhoifolium*.

Outras espécies encontradas neste trabalho, também foram encontradas por Paula (2006), em Linhares-ES, como *Chrysophyllum lucentifolium*, *Eugenia excelsa*, *Eugenia platysema*, *Jacaranda puberula*, *Licania kunthiana*, *Ocotea conferta*, *Pouteriareticulata*, *Rheedia gardneriana*, *Sorocea guilleminiana* e *Trichilia pallens*, por exemplo.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') encontrado para a área estudada é de 4,4, sendo esse valor expressivo, pois de acordo com o

valor encontrado por Lopes et al. (2002), o índice de diversidade de Shannon (3,98) representa uma diversidade elevada, em se tratando de floresta estacional.

Trabalhos realizados em florestas estacionais semidecíduais, indicaram que H' variou de 3,26 a 4,25 (IVANAUSKAS et al., 1999; NUNES et al., 2003; ANDRADE e RODAL, 2004; MARANGON et al., 2007). Porém, de acordo com Faria (2001), o índice de diversidade de Shannon (H'), encontrado em florestas tropicais, varia de 3,83 a 5,86.

O valor encontrado para equabilidade foi de 0,80 indicando que 80% da diversidade máxima teórica foi representada nesta amostragem, ou seja, a heterogeneidade florística do componente arbóreo é relativamente alta. Segundo Meira-Neto e Martins (2000), a equabilidade (J) varia entre 0,73 e 0,88, para as Florestas Estacionais Semidecíduais em Minas Gerais. Valores de 0,83 e 0,89, foram encontrados por Werneck et al. (2000) e Marangon et al. (2007), respectivamente.

Desse modo, constata-se que o valor encontrado para a diversidade e equabilidade neste trabalho ficou próximo ao de outros estudos realizados para florestas semidecíduas.

3.2. ESTRUTURA HORIZONTAL

As espécies encontradas na amostragem, com suas respectivas estimativas dos parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal, em ordem decrescente de índice de valor de importância ($IVI\%$), estão apresentadas na Tabela 2.2.

Na área em estudo, as 20 espécies com maior número de indivíduos, são responsáveis por 55,4% da densidade total observada. Essas espécies são: *Siparuna guianensis*, *Mabea fistulifera*, *Apuleia leiocarpa*, *Myrcia fallax*, *Guapira opposita*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Amaioua intermedia*, *Erythroxylum plowmanii*, *Unonopsis sp.1*, *Astronium graveolens*, *Virola gardneri*, *Brosimum glaucum*, *Sorocea guillemianiana*, *Licania kunthiana*, *Trichilia silvatica*, *Rubiaceae 2*, *Pterocarpus rohrii*, *Psychotria carthagenensis*, *Ocotea longifolia*, *Sparattosperma leucanthum*. E das 246 espécies

amostradas, 95 são consideradas de baixa densidade, ou seja, 37,11% das espécies apresentam apenas um indivíduo na área amostrada.

Tabela 2.2. Espécies encontradas na amostragem do fragmento florestal da Floresta do Rosal, Guaçuí - ES e seus respectivos parâmetros fitossociológicos, em que *N* = número de indivíduos; *U* = número total de unidades amostrais; *DA* = densidade absoluta; *DR* = densidade relativa; *FA* = frequência absoluta; *FR* = frequência relativa; *DoA* = dominância absoluta; *DoR* = dominância relativa; *IVC* = índice de valor de cobertura e *IVC*(%) = índice de valor de cobertura relativo; *IVI* = índice de valor de importância e *IVI*(%) = índice de valor de importância relativo

Nome Científico	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVC (%)	IVI	IVI (%)
<i>M. fistulifera</i>	160	12	166,67	10,03	70,59	1,87	2,07	7,43	17,46	8,73	19,33	6,44
<i>S. guianensis</i>	189	15	196,88	11,84	88,24	2,34	0,82	2,94	14,79	7,39	17,13	5,71
<i>P. contorta</i>	40	13	41,67	2,51	76,47	2,03	3,48	12,54	15,05	7,52	17,08	5,69
<i>A. leiocarpa</i>	65	11	67,71	4,07	64,71	1,72	1,31	4,71	8,79	4,39	10,50	3,50
<i>M. fallax</i>	64	12	66,67	4,01	70,59	1,87	0,56	2,01	6,02	3,01	7,89	2,63
<i>G. opposita</i>	47	7	48,96	2,94	41,18	1,09	0,57	2,04	4,99	2,49	6,08	2,03
<i>A. intermedia</i>	38	10	39,58	2,38	58,82	1,56	0,28	1,01	3,39	1,69	4,95	1,65
<i>Unonopsis</i> sp.1	27	11	28,13	1,69	64,71	1,72	0,42	1,50	3,20	1,60	4,91	1,64
<i>P. gonoacantha</i>	8	6	8,33	0,50	35,29	0,94	0,94	3,37	3,87	1,93	4,80	1,60
<i>A. graveolens</i>	25	10	26,04	1,57	58,82	1,56	0,30	1,09	2,65	1,33	4,21	1,40
<i>E. plowmanii</i>	37	3	38,54	2,32	17,65	0,47	0,26	0,94	3,26	1,63	3,73	1,24
<i>V. gardneri</i>	24	7	25,00	1,50	41,18	1,09	0,31	1,10	2,60	1,30	3,69	1,23
<i>L. kunthiana</i>	21	6	21,88	1,32	35,29	0,94	0,40	1,44	2,76	1,38	3,70	1,23
<i>C. ulmifolia</i>	12	8	12,50	0,75	47,06	1,25	0,44	1,60	2,35	1,17	3,60	1,20
<i>B. glaucum</i>	24	9	25,00	1,50	52,94	1,40	0,18	0,66	2,17	1,08	3,57	1,19
<i>B. sericea</i>	13	3	13,54	0,81	17,65	0,47	0,63	2,26	3,07	1,54	3,54	1,18
<i>V. oleifera</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,83	2,99	3,12	1,56	3,43	1,14
<i>T. catharinensis</i>	9	7	9,38	0,56	41,18	1,09	0,45	1,63	2,19	1,10	3,29	1,10
<i>T. vulgaris</i>	10	5	10,42	0,63	29,41	0,78	0,50	1,79	2,42	1,21	3,20	1,07
<i>D. longeracemosa</i>	10	5	10,42	0,63	29,41	0,78	0,48	1,72	2,35	1,17	3,13	1,04
<i>T. lepidota</i>	14	10	14,58	0,88	58,82	1,56	0,18	0,65	1,53	0,76	3,09	1,03
<i>P. rohrii</i>	16	6	16,67	1,00	35,29	0,94	0,32	1,14	2,14	1,07	3,08	1,02
<i>S. guillemiana</i>	22	6	22,92	1,38	35,29	0,94	0,20	0,70	2,08	1,04	3,02	1,01
<i>T. silvatica</i>	20	5	20,83	1,25	29,41	0,78	0,26	0,95	2,20	1,10	2,98	0,99
<i>S. leucanthum</i>	15	4	15,63	0,94	23,53	0,62	0,34	1,21	2,15	1,07	2,77	0,92
Rubiaceae 2	18	7	18,75	1,13	41,18	1,09	0,10	0,37	1,50	0,75	2,59	0,86
<i>P. carthagenensis</i>	16	5	16,67	1,00	29,41	0,78	0,13	0,48	1,48	0,74	2,26	0,75
<i>X. brasiliensis</i>	7	5	7,29	0,44	29,41	0,78	0,29	1,03	1,46	0,73	2,24	0,75
<i>A. glomerosa</i>	11	2	11,46	0,69	11,76	0,31	0,34	1,22	1,91	0,96	2,22	0,74
<i>Trichilia</i> sp.1	11	6	11,46	0,69	35,29	0,94	0,16	0,59	1,28	0,64	2,21	0,74
<i>S. brasiliensis</i>	10	5	10,42	0,63	29,41	0,78	0,20	0,73	1,35	0,68	2,13	0,71

Continua...

Tabela 2.2. Continuação:

Nome Científico	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVC (%)	IVI	IVI (%)
<i>R. glabrum</i>	7	3	7,29	0,44	17,65	0,47	0,33	1,19	1,63	0,81	2,10	0,70
<i>O. longifolia</i>	16	2	16,67	1,00	11,76	0,31	0,21	0,75	1,76	0,88	2,07	0,69
<i>M. braúna</i>	4	4	4,17	0,25	23,53	0,62	0,31	1,11	1,36	0,68	1,99	0,66
<i>Guatteria</i> sp.1	7	6	7,29	0,44	35,29	0,94	0,14	0,49	0,93	0,47	1,87	0,62
<i>X. sericea</i>	7	6	7,29	0,44	35,29	0,94	0,14	0,50	0,94	0,47	1,87	0,62
<i>N. oblongifolia</i>	10	5	10,42	0,63	29,41	0,78	0,11	0,38	1,01	0,50	1,79	0,60
<i>Cupania</i> sp.2	11	5	11,46	0,69	29,41	0,78	0,09	0,34	1,03	0,51	1,81	0,60
<i>Pouteria</i> sp.1	8	6	8,33	0,50	35,29	0,94	0,09	0,33	0,83	0,42	1,77	0,59
<i>Inga</i> sp.3	12	5	12,50	0,75	29,41	0,78	0,06	0,22	0,98	0,49	1,76	0,58
<i>H. tomentosa</i>	8	3	8,33	0,50	17,65	0,47	0,21	0,77	1,27	0,64	1,74	0,58
<i>E. itapemirimensis</i>	9	6	9,38	0,56	35,29	0,94	0,07	0,24	0,80	0,40	1,74	0,58
<i>C. atlanticum</i>	7	7	7,29	0,44	41,18	1,09	0,05	0,19	0,63	0,31	1,72	0,57
<i>S. adstringens</i>	4	4	4,17	0,25	23,53	0,62	0,23	0,84	1,09	0,55	1,72	0,57
<i>M. nobilis</i>	5	4	5,21	0,31	23,53	0,62	0,22	0,78	1,10	0,55	1,72	0,57
<i>S. glaziovii</i>	11	5	11,46	0,69	29,41	0,78	0,06	0,21	0,90	0,45	1,68	0,56
<i>Brosimum</i> sp.1	8	3	8,33	0,50	17,65	0,47	0,19	0,67	1,17	0,59	1,64	0,55
<i>P. stenopetala</i>	8	3	8,33	0,50	17,65	0,47	0,19	0,68	1,18	0,59	1,65	0,55
<i>S. sampaioana</i>	14	3	14,58	0,88	17,65	0,47	0,08	0,28	1,16	0,58	1,63	0,54
<i>A. canellila</i>	8	5	8,33	0,50	29,41	0,78	0,09	0,33	0,84	0,42	1,62	0,54
<i>Byrsonima</i> sp.1	7	3	7,29	0,44	17,65	0,47	0,19	0,67	1,11	0,55	1,58	0,53
<i>O. pluridomatiata</i>	10	4	10,42	0,63	23,53	0,62	0,09	0,33	0,96	0,48	1,58	0,53
<i>C. hololeuca</i>	6	3	6,25	0,38	17,65	0,47	0,21	0,76	1,14	0,57	1,60	0,53
<i>O. elegans</i>	6	6	6,25	0,38	35,29	0,94	0,06	0,22	0,60	0,30	1,53	0,51
<i>V. laurifolia</i>	3	1	3,13	0,19	5,88	0,16	0,32	1,16	1,35	0,67	1,51	0,50
<i>A. peregrina</i>	5	2	5,21	0,31	11,76	0,31	0,22	0,78	1,09	0,54	1,40	0,47
<i>M. cinnamomifolia</i>	9	2	9,38	0,56	11,76	0,31	0,15	0,52	1,09	0,54	1,40	0,47
<i>S. reginae</i>	8	5	8,33	0,50	29,41	0,78	0,03	0,12	0,62	0,31	1,40	0,47
<i>J. puberula</i>	6	5	6,25	0,38	29,41	0,78	0,07	0,24	0,61	0,31	1,39	0,46
<i>Vitex</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,33	1,17	1,24	0,62	1,39	0,46
<i>A. firmula</i>	5	3	5,21	0,31	17,65	0,47	0,13	0,47	0,78	0,39	1,25	0,42
<i>V. diffusa</i>	7	2	7,29	0,44	11,76	0,31	0,14	0,49	0,93	0,46	1,24	0,41
<i>O. odorifera</i>	5	4	5,21	0,31	23,53	0,62	0,08	0,28	0,59	0,30	1,22	0,41
<i>C. glaziovi</i>	6	3	6,25	0,38	17,65	0,47	0,11	0,40	0,77	0,39	1,24	0,41
<i>C. legalis</i>	6	4	6,25	0,38	23,53	0,62	0,06	0,20	0,58	0,29	1,20	0,40
<i>B. brasiliensis</i>	3	3	3,13	0,19	17,65	0,47	0,15	0,55	0,74	0,37	1,21	0,40
<i>V. araroba</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,26	0,95	1,01	0,51	1,17	0,39
<i>H. bracteatus</i>	6	4	6,25	0,38	23,53	0,62	0,04	0,13	0,51	0,25	1,13	0,38
<i>V. megapotamica</i>	5	4	5,21	0,31	23,53	0,62	0,06	0,20	0,51	0,26	1,14	0,38
<i>Eugenia</i> sp.3	8	3	8,33	0,50	17,65	0,47	0,04	0,14	0,64	0,32	1,11	0,37
<i>M. cestrifolia</i>	6	4	6,25	0,38	23,53	0,62	0,03	0,11	0,49	0,24	1,11	0,37
<i>T. spruceanum</i>	5	4	5,21	0,31	23,53	0,62	0,04	0,15	0,46	0,23	1,09	0,36
<i>A. cacans</i>	3	3	3,13	0,19	17,65	0,47	0,12	0,42	0,60	0,30	1,07	0,36

Continua...

Tabela 2.2. Continuação:

Nome Científico	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVC (%)	IVI	IVI (%)
<i>O. nitida</i>	6	3	6,25	0,38	17,65	0,47	0,06	0,22	0,59	0,30	1,06	0,35
<i>C. cangerana</i>	4	3	4,17	0,25	17,65	0,47	0,09	0,33	0,58	0,29	1,05	0,35
<i>M. kuhlmannii</i>	5	4	5,21	0,31	23,53	0,62	0,04	0,12	0,44	0,22	1,06	0,35
<i>I. cylindrica</i>	7	2	7,29	0,44	11,76	0,31	0,08	0,27	0,71	0,35	1,02	0,34
<i>G. guidonia</i>	5	4	5,21	0,31	23,53	0,62	0,02	0,08	0,40	0,20	1,02	0,34
<i>Casearia</i> sp.1	6	3	6,25	0,38	17,65	0,47	0,04	0,15	0,53	0,26	1,00	0,33
<i>Cupania</i> sp.1	4	3	4,17	0,25	17,65	0,47	0,07	0,26	0,51	0,25	0,98	0,33
<i>M. guianensis</i>	4	4	4,17	0,25	23,53	0,62	0,03	0,11	0,36	0,18	0,99	0,33
<i>P. parvifolia</i>	4	2	4,17	0,25	11,76	0,31	0,11	0,41	0,66	0,33	0,97	0,32
<i>C. trapezifolia</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,14	0,50	0,63	0,31	0,94	0,31
<i>A. dispernum</i>	3	3	3,13	0,19	17,65	0,47	0,08	0,28	0,47	0,24	0,94	0,31
<i>E. platysema</i>	4	4	4,17	0,25	23,53	0,62	0,02	0,07	0,32	0,16	0,95	0,31
<i>E. ramiflora</i>	4	3	4,17	0,25	17,65	0,47	0,05	0,18	0,43	0,22	0,90	0,30
<i>C. asterotricha</i>	4	3	4,17	0,25	17,65	0,47	0,05	0,17	0,42	0,21	0,89	0,30
<i>E. excelsa</i>	3	3	3,13	0,19	17,65	0,47	0,05	0,18	0,37	0,19	0,84	0,28
<i>N. oppositifolia</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,11	0,38	0,51	0,25	0,82	0,27
<i>Guatteria</i> sp.2	4	3	4,17	0,25	17,65	0,47	0,03	0,10	0,35	0,18	0,82	0,27
<i>P. warmingianum</i>	3	3	3,13	0,19	17,65	0,47	0,03	0,12	0,30	0,15	0,77	0,26
<i>E. subterminalis</i>	4	3	4,17	0,25	17,65	0,47	0,01	0,04	0,29	0,15	0,76	0,25
<i>L. lanceolata</i>	3	3	3,13	0,19	17,65	0,47	0,03	0,10	0,29	0,14	0,76	0,25
<i>S. amara</i>	4	2	4,17	0,25	11,76	0,31	0,05	0,17	0,42	0,21	0,73	0,24
<i>P. regnellii</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,07	0,24	0,37	0,18	0,68	0,23
<i>Pouteria</i> sp.2	3	3	3,13	0,19	17,65	0,47	0,01	0,03	0,22	0,11	0,69	0,23
<i>Psychotria</i> sp.1	3	3	3,13	0,19	17,65	0,47	0,01	0,03	0,22	0,11	0,69	0,23
<i>R. brasiliensis</i>	4	2	4,17	0,25	11,76	0,31	0,03	0,12	0,37	0,19	0,68	0,23
<i>M. nyctitans</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,07	0,25	0,37	0,19	0,69	0,23
<i>T. spiritusantense</i>	4	1	4,17	0,25	5,88	0,16	0,08	0,28	0,53	0,27	0,69	0,23
<i>O. divaricata</i>	4	2	4,17	0,25	11,76	0,31	0,03	0,09	0,34	0,17	0,65	0,22
<i>Cecropia</i> sp.1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,06	0,21	0,33	0,17	0,65	0,22
NI2	3	2	3,13	0,19	11,76	0,31	0,05	0,17	0,36	0,18	0,67	0,22
<i>Z. latifolia</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,06	0,23	0,36	0,18	0,67	0,22
<i>Allophylus</i> sp.1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,06	0,20	0,32	0,16	0,64	0,21
<i>P. heptaphyllum</i>	3	2	3,13	0,19	11,76	0,31	0,03	0,10	0,29	0,14	0,60	0,20
<i>O. lancifolia</i>	3	2	3,13	0,19	11,76	0,31	0,02	0,09	0,27	0,14	0,59	0,20
<i>D. nigra</i>	2	1	2,08	0,13	5,88	0,16	0,09	0,31	0,43	0,22	0,59	0,20
Rubiaceae 3	4	2	4,17	0,25	11,76	0,31	0,01	0,05	0,30	0,15	0,61	0,20
<i>Campomanesia</i> sp.2	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,04	0,14	0,26	0,13	0,57	0,19
<i>Casearia</i> sp.2	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,04	0,13	0,26	0,13	0,57	0,19
<i>G. viburnoides</i>	2	1	2,08	0,13	5,88	0,16	0,08	0,29	0,42	0,21	0,58	0,19
<i>P. lactescens</i>	3	2	3,13	0,19	11,76	0,31	0,02	0,06	0,25	0,12	0,56	0,19
<i>Matayba</i> sp.1	3	2	3,13	0,19	11,76	0,31	0,02	0,07	0,25	0,13	0,57	0,19
<i>Myrsine</i> sp.1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,03	0,12	0,25	0,12	0,56	0,19

Continua...

Tabela 2.2. Continuação:

Nome Científico	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVC (%)	IVI	IVI (%)
<i>Plinia</i> sp.1	3	2	3,13	0,19	11,76	0,31	0,02	0,08	0,27	0,13	0,58	0,19
<i>B. glaziovii</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,10	0,36	0,43	0,21	0,58	0,19
<i>A. cordatum</i>	3	2	3,13	0,19	11,76	0,31	0,02	0,06	0,25	0,12	0,56	0,19
<i>Drypetes</i> sp.1	3	2	3,13	0,19	11,76	0,31	0,01	0,03	0,22	0,11	0,53	0,18
<i>P. grandiflorum</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,03	0,11	0,24	0,12	0,55	0,18
Sapotaceae 1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,03	0,09	0,22	0,11	0,53	0,18
<i>T. glabrescens</i>	3	1	3,13	0,19	5,88	0,16	0,05	0,17	0,35	0,18	0,51	0,17
<i>H. janeirensis</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,02	0,06	0,19	0,09	0,50	0,17
<i>I. brevifolia</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,02	0,07	0,19	0,10	0,50	0,17
<i>D. elegans</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,02	0,06	0,19	0,09	0,50	0,17
<i>Casearia</i> sp.3	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,02	0,06	0,18	0,09	0,50	0,17
<i>Inga</i> sp.1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,02	0,07	0,20	0,10	0,51	0,17
<i>D. incisus</i>	2	1	2,08	0,13	5,88	0,16	0,06	0,22	0,34	0,17	0,50	0,17
<i>Matayba</i> sp.2	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,02	0,07	0,20	0,10	0,51	0,17
<i>Nectandra</i> sp.1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,02	0,08	0,20	0,10	0,51	0,17
<i>C. pubescens</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,02	0,06	0,19	0,09	0,50	0,17
<i>A. petiolulatus</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,05	0,18	0,09	0,49	0,16
<i>Erythrina</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,07	0,26	0,32	0,16	0,48	0,16
<i>F. arpazusa</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,07	0,25	0,32	0,16	0,47	0,16
<i>C. ilicifolia</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,03	0,15	0,08	0,47	0,16
<i>J. heptaphylla</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,04	0,17	0,08	0,48	0,16
<i>Marlierea</i> sp.1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,03	0,16	0,08	0,47	0,16
<i>Pachystroma</i> sp.1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,03	0,16	0,08	0,47	0,16
<i>C. javitensis</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,05	0,18	0,09	0,49	0,16
Rubiaceae 1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,04	0,17	0,08	0,48	0,16
<i>M. arborea</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,02	0,15	0,07	0,46	0,15
<i>K. occhioniana</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,06	0,23	0,29	0,15	0,45	0,15
<i>Cabralea</i> sp.1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,02	0,14	0,07	0,46	0,15
<i>T. pallens</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,02	0,15	0,07	0,46	0,15
<i>S. striatum</i>	3	1	3,13	0,19	5,88	0,16	0,03	0,12	0,31	0,15	0,46	0,15
<i>P. vellosiana</i>	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,03	0,15	0,08	0,46	0,15
Myrtaceae 1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,07	0,24	0,30	0,15	0,46	0,15
<i>P. angustiflora</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,06	0,23	0,29	0,15	0,45	0,15
<i>Siparuna</i> sp.1	2	2	2,08	0,13	11,76	0,31	0,01	0,02	0,15	0,07	0,46	0,15
<i>Luehea</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,05	0,19	0,26	0,13	0,41	0,14
<i>N. membranaceae</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,06	0,21	0,27	0,14	0,43	0,14
<i>L. guianensis</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,06	0,20	0,26	0,13	0,42	0,14
Euphorbiaceae 1	3	1	3,13	0,19	5,88	0,16	0,02	0,08	0,27	0,13	0,42	0,14
<i>R. gardneriana</i>	3	1	3,13	0,19	5,88	0,16	0,02	0,09	0,28	0,14	0,43	0,14
<i>P. guianensis</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,06	0,21	0,27	0,13	0,42	0,14
<i>M. pubipetala</i>	3	1	3,13	0,19	5,88	0,16	0,01	0,04	0,23	0,12	0,39	0,13
<i>Pouteria</i> sp.3	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,05	0,16	0,22	0,11	0,38	0,13

Continua...

Tabela 2.2. Continuação:

Nome Científico	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVC (%)	IVI	IVI (%)
<i>L. pisonis</i>	2	1	2,08	0,13	5,88	0,16	0,03	0,10	0,23	0,11	0,39	0,13
<i>Andira</i> sp.1	3	1	3,13	0,19	5,88	0,16	0,01	0,03	0,21	0,11	0,37	0,12
<i>O. glaziovii</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,04	0,13	0,19	0,10	0,35	0,12
<i>Casearia</i> sp.4	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,04	0,14	0,20	0,10	0,36	0,12
<i>C. arborences</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,04	0,15	0,22	0,11	0,37	0,12
NI1	2	1	2,08	0,13	5,88	0,16	0,02	0,07	0,20	0,10	0,35	0,12
<i>B. stipulata</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,04	0,15	0,21	0,11	0,37	0,12
<i>G. sellowiana</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,04	0,14	0,21	0,10	0,36	0,12
Trigoneaceae 1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,04	0,14	0,20	0,10	0,36	0,12
<i>M. splendens</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,03	0,11	0,17	0,09	0,33	0,11
<i>Q. jundiahy</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,03	0,11	0,18	0,09	0,33	0,11
<i>S. acutifolia</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,03	0,12	0,18	0,09	0,34	0,11
Sapindaceae 2	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,03	0,11	0,17	0,09	0,33	0,11
<i>O. glauca</i>	2	1	2,08	0,13	5,88	0,16	0,00	0,02	0,14	0,07	0,30	0,10
<i>Chrysophyllum</i> sp.1	2	1	2,08	0,13	5,88	0,16	0,01	0,02	0,15	0,07	0,30	0,10
<i>Erythroxylum</i> sp.2	2	1	2,08	0,13	5,88	0,16	0,01	0,03	0,16	0,08	0,31	0,10
NI5	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,02	0,08	0,14	0,07	0,29	0,10
NI9	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,02	0,07	0,13	0,07	0,29	0,10
<i>X. aromatica</i>	2	1	2,08	0,13	5,88	0,16	0,01	0,03	0,16	0,08	0,32	0,10
<i>L. aggregatum</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,02	0,09	0,15	0,07	0,31	0,10
Annonaceae 1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,05	0,11	0,05	0,27	0,09
<i>Campomanesia</i> sp.3	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,05	0,11	0,06	0,27	0,09
<i>O. puberula</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,02	0,06	0,12	0,06	0,28	0,09
<i>S. macranthera</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,02	0,06	0,12	0,06	0,28	0,09
<i>I. flagelliformis</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,04	0,10	0,05	0,26	0,09
<i>C. commersoniana</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,02	0,05	0,12	0,06	0,27	0,09
<i>Ocotea</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,02	0,06	0,12	0,06	0,28	0,09
<i>G. campestris</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,02	0,06	0,12	0,06	0,28	0,09
<i>Z. glaziovii</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,02	0,06	0,12	0,06	0,28	0,09
<i>O. cuspidata</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,02	0,07	0,13	0,06	0,29	0,09
<i>Tachigali</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,04	0,11	0,05	0,26	0,09
<i>S. eichleri</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,05	0,12	0,06	0,27	0,09
<i>Aspidosperma</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>C. lomitoloba</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Campomanesia</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Campomanesia</i> sp.4	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>O. conferta</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>O. nitida</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>T. hirta</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>H. ovata</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,08	0,04	0,23	0,08
<i>P. sellowii</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>M. guianensis</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,03	0,09	0,05	0,25	0,08

Continua...

Tabela 2.2. Continuação:

Nome Científico	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVC (%)	IVI	IVI (%)
Clusiaceae 1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,09	0,04	0,24	0,08
<i>Coccoloba</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,04	0,10	0,05	0,26	0,08
<i>Cordia</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,00	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>M. crassipedicellata</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,03	0,10	0,05	0,25	0,08
<i>S. garckeana</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,08	0,04	0,24	0,08
<i>Erythroxylum</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Eugenia</i> sp.4	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,09	0,04	0,24	0,08
<i>F. enormis</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,08	0,04	0,24	0,08
<i>A. floribunda</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,08	0,04	0,23	0,08
<i>P. reticulata</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Guatteria</i> sp.3	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,04	0,10	0,05	0,26	0,08
<i>Himatanthus</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>I. striata</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,08	0,04	0,23	0,08
<i>Inga</i> sp.2	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Inga</i> sp.4	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,08	0,04	0,24	0,08
<i>H. chrysotrichus</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,08	0,04	0,24	0,08
<i>H. heptaphyllum</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,03	0,09	0,04	0,25	0,08
<i>C. estrellensis</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,03	0,09	0,05	0,25	0,08
<i>S. glandulosum</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Licania</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Machaerium</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Miconia</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,08	0,04	0,24	0,08
Monmiaceae 1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
NI3	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,03	0,10	0,05	0,25	0,08
NI4	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,03	0,10	0,05	0,25	0,08
NI6	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
NI7	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Ocotea</i> sp.2	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,03	0,10	0,05	0,25	0,08
<i>Ocotea</i> sp.3	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>E. bunchosiifolia</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Parinari</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,08	0,04	0,24	0,08
<i>B. rufa</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,08	0,04	0,24	0,08
<i>C. rugosa</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Pera</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,09	0,04	0,24	0,08
<i>G. pogonopus</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,08	0,04	0,24	0,08
<i>Z. rhoifolium</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Pouteria</i> sp.4	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,08	0,04	0,23	0,08
Rubiaceae 4	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
Sapindaceae 1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,04	0,10	0,05	0,25	0,08
Sapotaceae 2	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,08	0,04	0,23	0,08
<i>C. brasiliensis</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>M. paniculata</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,08	0,04	0,23	0,08

Continua...

Tabela 2.2. Continuação:

Nome Científico	N	U	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC	IVC (%)	IVI	IVI (%)
<i>Trichilia</i> sp.2	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,02	0,09	0,04	0,24	0,08
<i>C. lucentifolium</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,08	0,04	0,23	0,08
<i>M. floribunda</i>	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
<i>Xylosma</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,03	0,09	0,04	0,25	0,08
<i>Zollernia</i> sp.1	1	1	1,04	0,06	5,88	0,16	0,01	0,01	0,07	0,04	0,23	0,08
TOTAL	1596	16	1662,52	100,00	3770,13	100,00	27,78	100,00	200,00	100,00	300,00	100,00

Considerando-se a ordenação das espécies pelos valores decrescentes de índice de valor de cobertura (Tabela 2.2), cinco espécies exibem destaque em relação ao IVC (%): *Mabea fistulifera*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Siparuna guianensis*, *Apuleia leiocarpa* e *Myrcia fallax*.

As 15 espécies mais importantes da comunidade (Figura 2.1), tomando-se como base o índice de valor de importância (IVI %), são: *Mabea fistulifera*, *Siparuna guianensis*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Apuleia leiocarpa*, *Myrcia fallax*, *Guapira opposita*, *Amaioua intermedia*, *Unonopsis* sp.1, *Piptadenia gonoacantha*, *Astronium graveolens*, *Erythroxylum plowmanii*, *Licania kunthiana*, *Virola gardneri*, *Casearia ulmifolia* e *Brosimum glaucum*. Essas espécies juntas perfazem um total 38,38% do IVI (%).

Pode-se observar que a *Mabea fistulifera* tem um maior IVI (%) devido ao seu elevado valor de densidade (10,03%). A segunda espécie com maior IVI (%), *Siparuna guianensis* também se destaca por apresentar uma elevada densidade (11,84%), não sendo tão preponderante em termos de dominância na comunidade. Segundo Martins et al. (2002), essa espécie é comum no sub-bosque de Florestas Estacionais Semidecíduais.

Siparuna guianensis também foi a espécie de segundo maior IVI (%), em estudo realizado na região do entorno do Parque Nacional do Caparaó, coberto por Floresta Estacional Semidecidual, localizado em área próxima ao presente estudo (REDLING, 2007). Ainda em comparação com este trabalho, nota-se outra semelhança entre as espécies de maior IVI (%), em que *Apuleia leiocarpa*, *Mabea fistulifera* e *Piptadenia gonoacantha* ocupam a terceira, quarta e décima posição, respectivamente.

Entre as dez espécies com os maiores índices de valor de importância (IVI) na comunidade arbórea da Bacia do Rio São Domingos – RJ,

caracterizada como floresta estacional semidecidual (DAN et al., 2010), tiveram destaque *Apuleia leiocarpa* e *Piptadenia gonoacantha*.

A espécie *Pseudopiptadenia contorta*, que neste trabalho ocupa a terceira colocação, também ocupa posição de destaque em trabalho realizado por Archanjo (2008) na RPPN Cafundó (segunda posição) e Moreira (2009) na FLONA de Pacotuba (sexta posição), destacando-se também entre as de maior *IVI* (%) em estudo de Silva e Nascimento (2001), na Mata do Carvão.

A espécie *Astronium graveolens*, que se destaca entre as de maior *IVI* (%) como décima colocada, ficou como quarta no trabalho de Archanjo (2008), e 23º e 28º nos trabalhos de Gomes (2006) e Carvalho et al. (2006), respectivamente.

A espécie *Virola gardneri* constou nos estudos de Gomes (2006) na FLONA de Goytacazes, em Linhares – ES e Moreira (2009) na FLONA de Pacotuba, em Cachoeiro de Itapemirim – ES, destacando-se entre as de maior *IVI* (%).

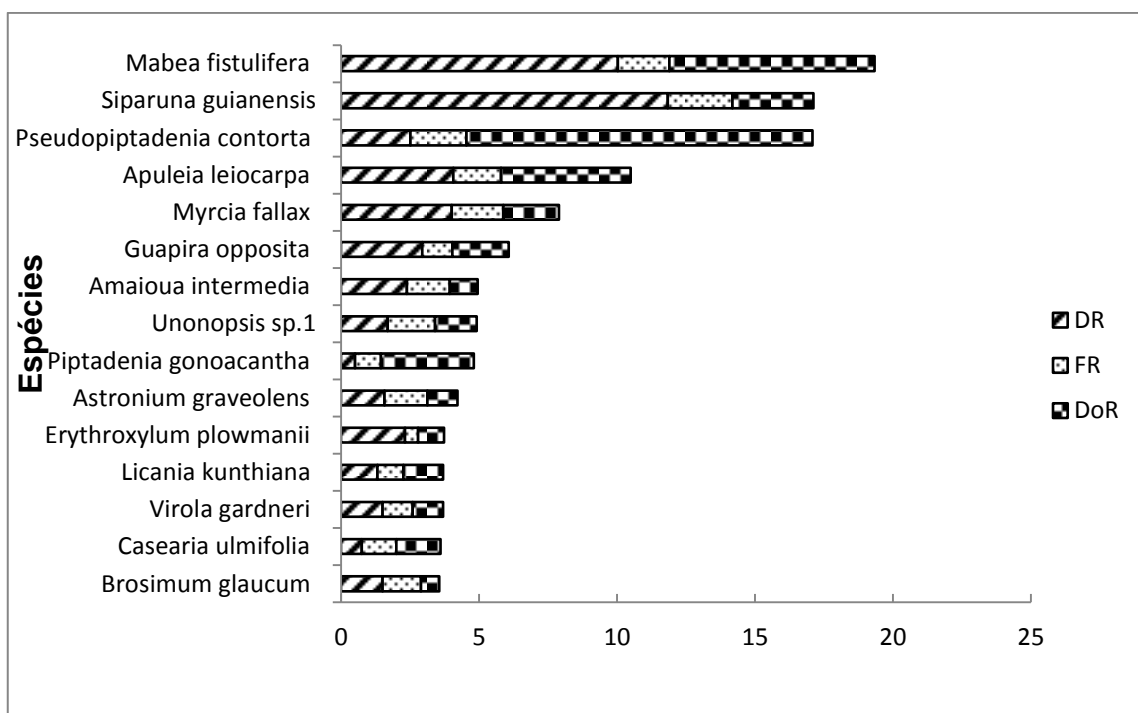


Figura 2.1. Relação das quinze espécies de maior *IVI* (%) (índice de valor de importância relativo) encontradas no fragmento florestal da Floresta do Rosal, Guaçuí, ES, com suas respectivas densidades relativas (*DR*(%)), frequências relativas (*FR*(%)) e dominâncias relativas (*DoR*(%)).

Ainda, de acordo com a Figura 2.1, observam-se que as frequências têm pouca influência na classificação do IVI (%) das espécies amostradas, especialmente as de cinco maiores IVI (%), que em geral apresentam frequência absoluta variando entre 52,9 a 90%, indicando que as mesmas estão representadas em toda a área amostrada. Porém, podem-se observar exceções para as espécies *Casearia ulmifolia* (47%), *Guapira opposita* (41%), *Virola gardneri* (41%), *Piptadenia gonoacantha* (35%), *Licania kunthiana* (35%), *Erythroxylum plowmanii* (17%).

Observam-se também, exceções para as espécies *Casearia ulmifolia* (47%) e *Piptadenia gonoacantha* (35%), que se destacaram entre as de maior IVI devido ao alto valor de suas dominâncias; *Virola gardneri* (41%), *Guapira opposita* (41%) e *Erythroxylum plowmanii* (17%), que se destacaram devido aos altos valores de densidade e *Licania kunthiana* (35%), que se destacaram mais pelos seus valores de densidade e dominância juntamente.

As espécies *Siparuna guianensis*, *Myrcia fallax* e *Guapira opposita* destacaram-se por apresentar um elevado valor de densidade, não sendo tão preponderantes em termos de dominância na comunidade.

3.3. ESTRUTURA DIAMÉTRICA

A estrutura diamétrica da comunidade estudada (Figura 2.2) apresenta uma distribuição em “J” invertido, comum às florestas inequidâneas, sendo esse fato positivo quando se pensa na sustentabilidade do mesmo.

De acordo com esse padrão de distribuição, existe um maior número de indivíduos nas classes menores de diâmetro e este número vai diminuindo em progressão geométrica, à medida que a classe de diâmetro aumenta.

Esse resultado pode ser explicado considerando-se que a competição em uma floresta natural não é controlada e por esse motivo a maioria dos indivíduos presentes em maior número nas classes iniciais de diâmetro não conseguem superar a competição e alcançar classes maiores de diâmetro. Além disso, muitas espécies naturalmente não crescem muito em diâmetro como outras.

Analisando a distribuição diamétrica do fragmento, nota-se que 79,51% do total de indivíduos por hectare concentram-se na classe 10 cm de DAP, o que significa que a comunidade arbórea analisada é constituída, na sua maioria, de indivíduos de pequeno porte.

Da classe 20 até 40 cm ocorre uma redução gradativa do número de indivíduos, estando presentes 19,68% das árvores amostradas. Nas classes de 80 e 90 cm, não foram amostrados nenhum indivíduo. Assim, os 0,81% dos indivíduos restantes estão distribuídos nas classes de 50, 60, 70 e 100 cm de DAP (Figura 2.2).

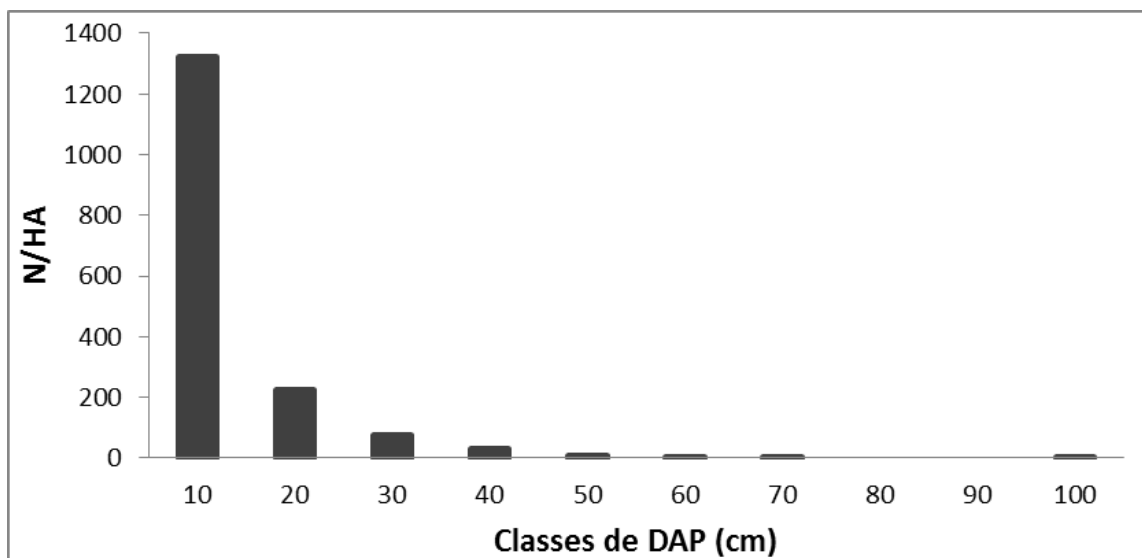


Figura 2.2. Densidade absoluta de indivíduos por hectare (*DA*) por classe de diâmetro para o fragmento da Floresta do Rosal, Guaçuí, ES.

Como a curva de tendência de distribuição diamétrica da comunidade possui forma típica do J invertido, de acordo com Felfili e Silva Júnior (2001), a comunidade estudada demonstra uma autorregeneração florestal.

Tomando-se por base os parâmetros caracterizadores dos estágios sucessionais presentes na Resolução CONAMA Nº 10, de 1º de outubro de 1993, o fragmento florestal estudado encontra-se em estágio médio a avançado de regeneração.

3.4. ESTRUTURA VERTICAL

A seguir são apresentados os resultados da estratificação vertical realizada por diferentes métodos propostos para o fragmento florestal em estudo.

3.4.1. Método 1 - Souza (1990)

Nesse método de estratificação, a floresta é sempre dividida em três estratos de altura total. As divisões estão apresentadas na Tabela 2.3.

Tabela 2.3. Divisão de estratos verticais, de acordo com o método proposto por Souza (1990), em que: N = número de indivíduos amostrados; S = número de espécies amostradas; F = número de famílias amostradas; e G (m²/ha) = área basal/ha

Estratos	Limite dos estratos (m)	Altura média (m)	N	S	F	G (m ² /ha)
I	2,00 - 6,39	5,31	166	59	25	0,58
II	6,40 - 15,64	10,14	1202	211	47	11,60
III	15,65 - 29,20	19,83	228	90	34	15,60
Total			1596			27,78

De acordo com esse método, para a comunidade estudada, no estrato I (2,00-6,39 m), a espécie *Siparuna guianensis* corresponde a 25,9% do total de indivíduos presentes no estrato. A espécie *Guapira opposita* vem em seguida com 7,2%, *Apuleia leiocarpa* com 6,6%, *Amaioua intermedia* com 4,8% e *Myrcia fallax* com 3,6%, do estrato inferior. As espécies que mais ocorrem neste estrato, estão entre as sete de maior IVI. Em geral, as espécies que mais se destacam no referido estrato, são classificadas como não pioneiras.

No estrato II (6,40-15,64 m), possuem destaque as espécies: *Siparuna guianensis* (12,2%) e *Mabea fistulifera* (10,5%), que predominam no referido estrato. As espécies *Myrcia fallax* e *Apuleia leiocarpa* vem, em seguida, com 4,6 e 3,6%, respectivamente. Destacam-se também, neste estrato, as espécies *Erythroxylum plowmanii* (2,9%) e *Guapira opposita* (2,7%). Algumas dessas são pioneiras e outras não pioneiras.

No estrato III (superior), das espécies que atingem mais de 15,65 metros de altura, pode-se citar: *Mabea fistulifera* (13,6%), *Pseudopiptadenia*

contorta (10,5%), *Apuleia leiocarpa* (4,8%), *Viola gardneri* (2,2%) e *Piptadenia gonoacantha* (2,2%). Todas essas espécies encontram-se entre as de maior IVI. As espécies *Byrsonima sericea* e *Tachigali vulgaris* também representam 2,2% cada, do estrato superior, porém não estão entre as quinze espécies de maior IVI. Sendo todas essas, com exceção de *Viola gardneri*, classificadas como pioneiras, tendo hábito preferencial por ambientes com maior luminosidade para o seu desenvolvimento. *Viola gardneri* ocorreu apenas uma vez no estrato inferior.

Apuleia leiocarpa, apesar de ser pioneira, ocorreu em destaque no estrato I, porém obteve maior número de indivíduos nos estratos II e III. A presença dessa espécie no estrato inferior pode estar associado à presença de clareiras. Além disso, a espécie talvez possua características em se adaptar a ambientes sombreados e também se desenvolver bem em condições de alta luminosidade, podendo essa espécie ser considerada plástica (que se desenvolve bem em condições diferenciadas de luminosidade). Porém, mais informações morfológicas e fisiológicas devem ser buscadas para definir a plasticidade da espécie.

No estrato I, houve predominância de *Siparuna guianensis* e *Guapira opposita*, sendo as duas não pioneiras, o resultado da divisão do estrato inferior para esse método apresenta algum sentido, quando comparado à classificação ecológica das espécies. Nota-se também que *Siparuna guianensis* não ocorreu no estrato superior e ocorreu com grande frequência nos outros estratos. *Guapira opposita* ocorreu no estrato superior, porém apenas duas vezes, tendo ocorrido com grande frequência nos menores estratos.

O estrato II (médio) apresenta as espécies *Siparuna guianensis*, não pioneira e *Mabea fistulifera*, *Myrcia fallax* e *Apuleia leiocarpa*, pioneiras todas elas distribuídas com grande frequência ao longo deste estrato. Com esse método, não foi possível fazer uma avaliação detalhada do comportamento ecológico das espécies no referido estrato, pois apresenta tendências fortes em concentrar um maior número de indivíduos no estrato médio da floresta, dificultando as interpretações.

Ao utilizar esse método, interpretações equivocadas sobre o comportamento das espécies nos diferentes estratos podem estar sendo expressas. Esse fato é preocupante, visto que esse método é muito utilizado para a estratificação vertical de florestas, tal como utilizado por Archanjo (2008) e Moreira (2009), em florestas estacionais semidecíduais no Espírito Santo; Vilanova (2008), em região de cerrado; Souza (2009), em região de caatinga e Pinto Sobrinho et al. (2009), em floresta estacional semidecidual em Minas Gerais.

Já os estratos I e III, que possuem uma menor concentração de indivíduos, sendo 10,4% e 14,3%, respectivamente, de alguma maneira parecem ter sido bem diferenciados, apresentando alguma coerência com a classificação ecológica. De qualquer forma, poderia se obter um melhor resultado se o método possibilitasse a criação de novos estratos.

Com relação à área basal expressa em m^2/ha , nota-se que ela cresce à medida que se aumenta a altura, ou seja, cresce no sentido dos estratos I, II e III. Apesar de o estrato III possuir um número bem reduzido de indivíduos em relação ao estrato médio, ele possui maior área basal (m^2/ha), o que se deve ao número de indivíduos com maiores diâmetros no estrato III, fato este comprovado por meio da análise da estrutura diamétrica da floresta que se comporta no formato J invertido.

Sabendo-se que a área basal é uma medida de densidade e que estratos com área basal maior ocupam mais o terreno que os estratos com menor área basal, existe uma chance maior do estrato de maior área basal estar sombreando os demais, já que árvores maiores e que expressam maior área basal provavelmente possuem maior copa.

3.4.2. Método 2 - Souza et al. (2003)

A Figura 2.3 representa o dendrograma obtido pela análise de agrupamento de classes de altura, apresentando na ordenada valores em porcentagem de dissimilaridade, variando de zero (máxima similaridade) e em torno de 55 (máxima dissimilaridade).

A análise do dendrograma permitiu a indicação da existência de grupos homogêneos e distintos de classes de altura total, confirmando a estratificação vertical em estratos de altura total do povoamento amostrado. O método proposto se mostrou flexível para a estratificação de florestas, porém, não permitiu que esta ocorresse de forma sequencial neste caso.

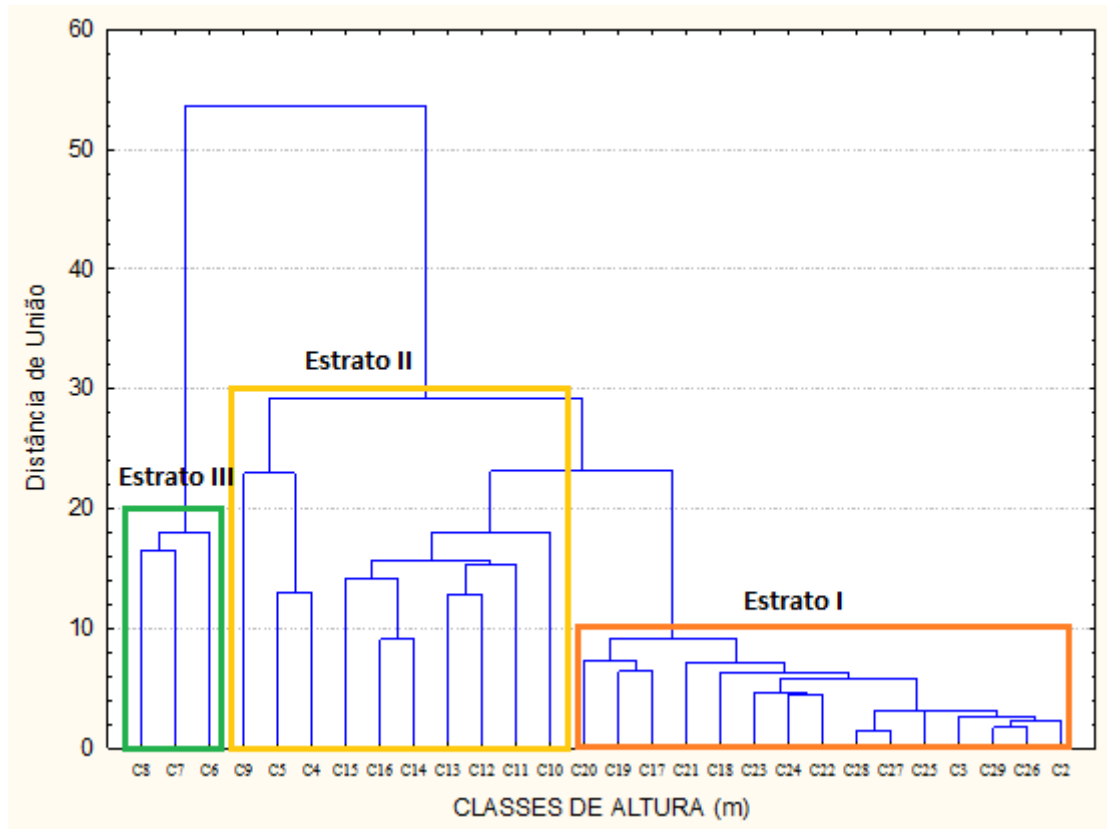


Figura 2.3. Dendrograma de agrupamento das classes de altura, em que as variáveis são as frequências de todas as espécies encontradas na amostragem nas suas respectivas classes de altura.

Assim, pela análise do dendrograma, destacam-se três grupos principais de classes de altura total, convencionados de estratos de altura total (I, II, III), em que as de classes 17 a 29 formam o estrato I, incluindo também árvores pertencentes às classes 2 e 3; as classes de 9 a 16, o estrato II, encontrando-se também neste grupo árvores pertencentes às classes 4 e 5; e o estrato III, formado pelas classes 6 a 8. O estrato I reúne as alturas menos frequentes, isto é, as árvores mais altas ou muito baixas.

A classificação das árvores individuais em intervalo de 1 m não permitiu agrupar sequencialmente as classes de altura total (Figura 2.3). Assim,

admitindo-se a apresentação das classes de altura no dendrograma, foi realizado um rearranjo dos grupos, conforme Tabela 2.4, para que eles se dispusessem de forma sequencial, em que os estratos que possuem duas classes independentes de altura total foram desmembrados em a e b.

Tabela 2.4. Divisão de estratos verticais, de acordo com o método proposto por Souza et al. (2003), em que: N = número de indivíduos amostrados; S = número de espécies amostradas; F = número de famílias amostradas; e G (m²/ha) = área basal/ha

Estratos	Limite dos estratos (m)	Altura média (m)	N	S	F	G(m ² /ha)
I b	2,00 - 3,99	2,98	8	7	5	0,04
II b	4,00 - 5,99	5,17	117	46	19	0,40
III	6,00 - 8,99	7,55	529	129	38	2,33
II a	9,00 - 16,99	12,11	760	173	42	10,59
I a	17,00 - 29,20	20,71	182	81	32	14,42
Total			1596			27,78

Após o rearranjo dos estratos, a análise discriminante entre os cinco estratos de altura total obtidos na análise de agrupamento mostrou diferença significativa pelo teste F e probabilidades de 0,0714 para os estratos I b e II b, de 0,1071 para o estrato III, 0,2857 para o estrato II a e 0,4643, para o estrato I a (Tabela 2.5).

O procedimento final de classificação mostrou que 100% das classes de altura foram corretamente classificadas nos estratos de altura total (Tabela 2.5).

Tabela 2.5. Número de estratos de altura total e porcentagens de classificação usando a análise discriminante

Estrato	Classificação Prevista					Total	Classificação (%)
	I b P = 0,0714	II b P = 0,0714	III P = 0,1071	II a P = 0,2857	I a P = 0,4643		
Ib	2	0	0	0	0	2	100
IIb	0	2	0	0	0	2	100
III	0	0	3	0	0	3	100
IIa	0	0	0	8	0	8	100
Ia	0	0	0	0	13	13	100
Total	2	2	3	8	13	28	100

Os métodos 1 e 2 resultaram em um número diferente de estratos, porém por meio de uma comparação detalhada é possível notar a existência de muitas semelhanças.

Ao unir o estrato I b ao II b do método 2, têm-se como limites inferior e superior as alturas de 2,00 a 5,99 m, sendo que esses dois estratos, apresentam-se muito semelhante ao estrato I do método 1, que possui como limite superior a altura de 6,39 m.

Ao unir também os estratos III e II a (6,00-16,99 m) do método 2, nota-se a semelhança com o estrato II (6,40-15,64 m) do método 1. Diferente desse último método, o método 2 (SOUZA et al., 2003) permitiu um maior nível de detalhamento dos estratos, possibilitando uma discussão mais coerente sobre o comportamento das espécies na floresta.

Assim, as espécies *Siparuna guianensis*, *Mabea fistulifera*, *Myrcia fallax* e *Apuleia leiocarpa*, que no método 1 apresentaram-se reunidas com alta frequência no estrato II, no método 2 puderam ser avaliadas de forma mais detalhada.

Siparuna guianensis ocorria nas alturas mais baixas do estrato II do método 1, sendo que para este estrato sua altura média foi igual a 7,9 m, já para o presente método (SOUZA et al., 2003), ocorreu com maior intensidade no estrato III (6,00-8,99 m). No estrato II a (9,00-16,99 m), essa espécie continua a ocorrer, porém em menor quantidade, pois ao observar isoladamente, não alcançou altura superior a 13,5 metros e em média não ultrapassou 10 m. Com essa avaliação o hábito preferencial dessa espécie por ambientes sombreados é confirmado.

Mabea fistulifera, *Myrcia fallax* e *Apuleia leiocarpa*, que são pioneiras e ocorreram em destaque no estrato II do método 1, concentraram-se nas maiores alturas do estrato, possuindo altura média de 11,1 m, 10,7 m e 10,4 m, respectivamente, mostrando seu destaque nas partes mais superiores do dossel, onde há mais disponibilidade de luz, porém no referido método não havia como fazer a distinção do comportamento, já que reunia indivíduos em uma grande amplitude de altura. Já para método 2, essas espécies ocorreram com maior frequência no estrato II a (9,00-16,99 m), que possui como limite superior a altura de 16,99 m, englobando, portanto, árvores relativamente altas

no dossel e que se desenvolvem bem sob maiores condições de luminosidade. Ainda assim, essas espécies ocorrem no estrato correspondente à altura de 6,00-8,99 m (III), porém em menor número. Dessa forma, é possível notar que o presente método permitiu uma estratificação mais semelhante com a classificação sucessional das espécies.

E finalmente, ao avaliar o estrato I a do método 2 e o estrato III do método 1, nota-se que os limites inferiores de altura foram 17,00 m e 15,65 m, respectivamente, sendo assim, o estrato superior de ambos os métodos foi muito semelhante. E tal como observado no método 1, o referido estrato apresenta algum sentido ecológico.

O número de indivíduos nos estratos I, II e III do método 1 e a união dos estratos a esses correspondentes do método 2 ficaram assim distribuídos: 166, 1.202 e 228 indivíduos e 125, 1.289 e 182 indivíduos, respectivamente. Apesar dessa diferença entre o número de indivíduos nos estratos correspondentes, os métodos não apresentaram mudanças consideráveis com relação à proporção do número de indivíduos de uma mesma espécie nos correspondentes estratos avaliados.

De acordo com o observado, o método 2 apresentou a vantagem de permitir que a estratificação fosse realizada com maior nível de detalhamento quando comparado ao método 1, de forma que o problema em concentrar um maior número de indivíduos no estrato II foi resolvido.

O método de Souza et al. (2003) estratifica a floresta com base na frequência de indivíduos de cada espécie presente em cada classe de altura, sendo que essa particularidade pode ser considerada como uma vantagem do método em relação aos demais, já que eles definem os estratos apenas com base na altura dos indivíduos.

Embora alguma estratificação seja evidente no dossel de florestas, ela não pode ser considerada como regra. Ainda assim, os extremos nas condições físicas, encontradas na interface entre a floresta e a atmosfera, justificam o reconhecimento dessa porção superior da floresta como estrato distinto. Várias características abióticas e bióticas da porção superior do dossel de florestas tropicais são diferentes daquelas das camadas inferiores da floresta. Por exemplo, a disponibilidade de luz e os níveis de raio ultravioleta

são notadamente maiores no dossel do que no sub-bosque (Basset et al., 2003).

Ao observar a Tabela 2.4, ordenando os estratos de acordo com o aumento da altura das árvores, ou seja, estratos I b (2,00-3,99 m), II b (4,00-5,99 m), III (6,00-8,99 m), II a (9,00-16,99 m) e I a (17,00-29,20 m), é possível notar que a área basal (m^2/ha) aumenta à medida que se aumenta a altura total das árvores. Assim, para o estrato I b, a área basal amostrada foi menor e para o estrato I a foi mais representativa com relação ao total, demonstrando que o estrato I a, apesar de não concentrar o maior número de indivíduos, provavelmente está exercendo a função de sombreador dos demais, já que árvores maiores e que expressam maior área basal provavelmente possuem maior copa.

3.4.3. Método 3 - IUFRO (LAMPRECHT, 1990)

A altura máxima atingida pelos indivíduos nas parcelas permanentes da amostragem foi de 29,2 m. A partir dessa altura dominante, foram determinados três estratos pelo sistema IUFRO de classificação, conforme a Tabela 2.6.

Tabela 2.6. Divisão de estratos verticais, de acordo com o método proposto pela IUFRO (LAMPRECHT, 1990), em que: N = número de indivíduos amostrados; S = número de espécies amostradas; F = número de famílias amostradas; e G (m^2/ha) = área basal/ha

Estratos	Limite dos estratos (m)	Altura média (m)	N	S	F	G (m^2/ha)
I	2,00 - 9,72	7,48	800	168	37	3,72
II	9,73 - 19,47	13,30	682	167	44	12,81
III	19,48 - 29,20	22,28	114	56	25	11,25
Total			1596		50	27,78

Esse método, assim como o método 1, possibilitou a divisão da floresta em três estratos de altura total, porém, poucos estudos têm adotado essa metodologia para a estratificação.

Nota-se que o primeiro estrato definido (2,00-9,72 m) engloba árvores correspondentes aos três primeiros estratos de altura do método 2. Sendo assim, se os estratos I b, II b e III do método 2 têm algum sentido ecológico,

conforme já discutido, o estrato I do presente método também possui essa coerência.

O estrato II do presente método engloba as árvores com altura total de 9,73 a 19,47m, com a predominância das espécies *Mabea fistulifera* (15,25%), *Myrcia fallax* (5,13%) e *Apuleia leiocarpa* (4,11%). Em seguida, destaca-se *Erythroxylum plowmanii* e *Unonopsis sp.1*, cada uma representando 2,78% dos indivíduos do estrato II.

Nota-se que *Siparuna guianensis* não ocupou posição de destaque no estrato II, como esperado, de acordo com a classificação sucessional das espécies, sendo que a maioria dos seus indivíduos (95,7%) passou a ocupar o estrato I, fato este justificável para essa espécie de hábito não pioneiro.

Mabea fistulifera, *Apuleia leiocarpa* e *Myrcia fallax*, todas pioneiras, destacaram-se em número no estrato II, que apresenta limite superior de 19,47m, representando bem a classificação ecológica de que estas espécies se desenvolvem bem sob maiores condições de luminosidade.

O que parece é que este método minimizou o problema de divisão encontrado no método 1, em que *Siparuna guianensis* que se encontrava em destaque nos estratos I e II (com limite superior de 15,65m) agora se apresenta concentrada apenas no estrato I (2,00-9,72m); e para *Mabea fistulifera*, *Apuleia leiocarpa* e *Myrcia fallax*, que se encontravam em destaque no estrato II junto com uma grande concentração de espécies não pioneiras, como a *Siparuna guianensis*, agora é possível uma avaliação ecológica mais coerente, já que os limites inferior e superior do estrato II foram maiores, eliminando a presença de muitas espécies não pioneiras neste estrato.

O estrato III do método 3 possui como espécies mais representativas *Pseudopiptadenia contorta* e *Mabea fistulifera* com 17,54% e 7,89% dos indivíduos, respectivamente, destacando-se também *Apuleia leiocarpa* (4,39%) e *Piptadenia gonoacantha* (3,5%). Assim, o estrato III manteve-se com as mesmas espécies em destaque quando comparado ao método 1, apesar da grande mudança do limite inferior deste estrato, em que era de 15,83 m e passou a ter 19,47 m.

A área basal (m²/ha) foi maior no estrato II, devido ao número de indivíduos com maiores diâmetros com relação aos indivíduos do estrato

inferior. Assim, apesar de o estrato I apresentar maior número de indivíduos (800), o valor de área basal foi baixo (3,72 m²/ha). O estrato III, por sua vez, apresenta indivíduos com maiores diâmetros que os demais, porém ocorre em pequena quantidade, assim, esse estrato apresentou área basal mais alta que do estrato I, não conseguindo superar a área basal do estrato II, devido ao maior número de indivíduos neste último.

De acordo com a análise da área basal, esse método de estratificação concentrou uma grande quantidade de indivíduos de maior porte no estrato II. Assim, apesar das semelhanças encontradas com a classificação ecológica, esse método não possui embasamento, pois a mudança da altura dominante da amostragem pode mudar toda a discussão. Além disso, esse método leva em conta apenas a altura das árvores, desprezando a relação de frequência, sendo, portanto insuficiente para uma análise aprofundada do comportamento das espécies nos diferentes estratos da floresta.

3.4.4. Método 4 - Calegário et al. (1994)

Após a obtenção de valores de qui-quadrado calculados para diversos grupos de indivíduos, concluiu-se a existência de dois grupos homogêneos, sendo, portanto, a floresta em questão dividida em apenas dois estratos de altura estatisticamente distintos entre si, conforme Tabela 2.7.

Devido à altura máxima amostrada possuir valor relativamente baixo, pelo método proposto não foi possível se chegar ao limite superior do segundo estrato. Portanto, o povoamento amostrado possui indivíduos arbóreos representando apenas um estrato de altura completo, ou seja, estrato I. O número de indivíduos presentes no segundo estrato não foi suficiente para se determinar o limite superior dele.

Tabela 2.7. Divisão de estratos verticais, de acordo com o método proposto por Calegário et al. (1994), em que: N = número de indivíduos amostrados; S = número de espécies amostradas; F = número de famílias amostradas; e G (m²/ha) = área basal/ha

Estratos	Limite dos estratos (m)	Altura média (m)	N	S	F	G(m ² /ha)
I	2,00 - 14,60	9,18	1282	217	48	9,95
II	>14,61	18,56	314	112	34	17,83
Total			1596			27,78

No caso do método 1, já foi discutido a necessidade de dividir melhor as menores classes de altura em estratos diferenciados, a fim de permitir uma melhor distinção dos grupos ecológicos.

Sabendo-se que a distinção do estrato II para o método 1 não foi satisfatória do ponto de vista da classificação ecológica, e que o método 4 (CALEGÁRIO et al., 1994) em apenas um estrato, estrato I (2,00-14,60 m), reúne praticamente os limites de altura de dois estratos do método 1, estrato I (2,00-6,39 m) e II (6,40-15,64 m), pode-se inferir que o método 4 não trouxe bons resultados para a estratificação da floresta estudada, pois ao dividi-la em apenas dois estratos, não permitiu uma análise detalhada e coerente dos estratos com a classificação sucessional ecológica. Assim, o que parece é que o método 4 começou a diferenciar os estratos tardiamente, apenas aos 14,60 metros de altura.

Observando-se a Tabela 2.7, é possível notar a que a área basal expressa em termos de m²/ha, é maior no estrato superior, mesmo que concentre um menor número de indivíduos em relação ao outro estrato. Esse resultado era esperado, uma vez que, similarmente à distribuição diamétrica em “J” invertido, característica de floresta inequiana, as classes superiores de altura total possuem menor número de indivíduos, porém nas maiores classes de diâmetro.

Os demais métodos de estratificação utilizados neste estudo permitiram que a floresta fosse dividida em um maior número de estratos. Pela avaliação de cada um deles é possível concluir que a delimitação precisa e distinção dos vários estratos em uma floresta consiste em uma tarefa difícil, conforme discutido por Sanquetta et al. (2002).

3.4.5. Considerações sobre a estratificação

Na área em estudo, algumas parcelas são caracterizadas por perturbações, o que poderia estar interferindo na análise dos resultados dos métodos de estratificação. Para avaliar a influência dessas perturbações na disposição dos indivíduos nos estratos verticais, seria necessário um estudo mais aprofundado, considerando a estratificação em cada parcela.

Apesar das coincidências ecológicas que os estratos de alguns métodos possuem a distinção de vários estratos arbóreos não está claramente estabelecida devido à falta de técnicas que permitam diferenciar os limites precisos de cada estrato, pois na estrutura vertical da floresta, a estratificação e a fisionomia das árvores são difíceis de serem visualizadas através de uma simples tabela de dados. Assim, a elaboração de perfis diagrama tem sido desenvolvida para construir o perfil de uma floresta, adotando-se como modelo a projeção da estrutura espacial sobre um plano vertical.

Longhi (1980) descreveu a estrutura vertical de uma floresta por meio de perfis tridimensionais. Hoje, a descrição espacial de perfis conta com o avanço da tecnologia.

Segundo Lim et al. (2001), o LIDAR (*Light Detection and Ranging*) é uma tecnologia de sensoriamento remoto ativo que mede as diferenças entre o tempo desde quando um pulso de laser é emitido do sensor até quando o objeto alvo que está no caminho do laser é interceptado. Assim, a partir da intensidade do sinal de retorno é possível derivar informações a respeito da natureza da superfície do objeto.

Desse modo, o Sensor Remoto LIDAR é capaz de fornecer conjuntamente informações horizontais e verticais precisas em alta resolução espacial. Especificadamente, vários atributos florestais podem ser diretamente extraídos de informações LIDAR, como altura do dossel, topografia do sub-dossel, identificação individual de árvores, delimitação de copas e distribuição vertical do dossel (DUBAYAH E DRAKE, 2000).

A tecnologia LIDAR aplica-se aos mais variados campos e no ramo da Engenharia Florestal. De acordo com Lingnau et al. (2008), em função dos pontos serem georreferenciados (x, y, z), tem-se todo o ambiente da floresta

em 3D, possibilitando que cada árvore seja atrelada a um banco de dados cadastral.

Apesar do potencial promissor da tecnologia LIDAR para uso na área florestal, ela está associada a um alto investimento financeiro, o que é visto como um fator limitante para sua utilização.

Porém, o desenvolvimento de um estudo espacial em cada parcela do fragmento pode, contudo, alterar toda a classificação obtida pelos métodos utilizados neste trabalho.

4. CONCLUSÕES

- As famílias mais representativas em número de espécies foram: Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Annonaceae, Sapotaceae, Sapindaceae e Salicaceae, contribuindo com mais da metade do total de espécies inventariadas.
- O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') encontrado na amostragem alcança um valor expressivo, ficando acima dos encontrados em estudos realizados em vegetação de Mata Atlântica.
- As espécies *Mabea fistulifera*, *Siparuna guianensis*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Apuleia leiocarpa*, *Myrcia fallax*, *Guapira opposita*, *Amaioua intermedia*, *Unonopsis sp.1*, *Piptadenia gonoacantha*, *Astronium graveolens*, *Erythroxylum plowmanii*, *Licania kunthiana*, *Virola gardneri*, *Casearia ulmifolia* e *Brosimum glaucum* dominam a estrutura horizontal da comunidade, correspondendo a quase metade do IVI (%) total.
- A estrutura diamétrica do fragmento florestal estudado apresenta uma distribuição em “J” invertido, comum às florestas inequiâneas.
- O método de Souza (1990), que dividiu a floresta em três estratos de altura total, não permitiu uma análise detalhada sobre o comportamento das espécies no estrato II de altura, devido às fortes tendências em concentrar maior número de indivíduos no referido estrato, dificultando as interpretações.
- O método de Souza et al. (2003), que leva em consideração a frequência das espécies para a definição de estratos, dividiu a floresta em cinco estratos de altura total, permitindo maior detalhamento dos estratos, possibilitando uma discussão mais coerente sobre o comportamento das espécies na comunidade.
- O método da IUFRO dividiu a floresta em três estratos e minimizou o problema em concentrar grande número de indivíduos no estrato II, encontrado no método de Souza (1990), porém os limites superiores dos estratos I e II foram maiores, concentrando grande quantidade de indivíduos de maior porte no estrato II. Além disso, o método não leva em consideração a frequência de espécies para a definição dos estratos.

- O método de Calegário et al. (1994) não trouxe bons resultados para a estratificação, pois ao dividi-la em apenas dois estratos, não permitiu uma análise detalhada e coerente dos estratos com a classificação sucessional em grupos ecológicos obtida.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, K.V.S.A.; RODAL, M.J.N. Fisionomia e estrutura de um remanescente de floresta estacional semidecidual de terras baixas no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.3, p.463-474, 2004.

ARCHANJO, K. M. P. A. **Análise florística e fitossociológica de fragmentos florestais de Mata Atlântica no sul do estado do Espírito Santo**. 2008. 136 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.

BASSET, Y.; HAMMOND, P.M.; BARRIOS, H.; HOLLOWAY, J.D.; MILLER, S..E. Vertical stratification of arthropod assemblages. In: BASSET Y., NOVOTNY, V.; MILLER, S.E.; KITCHING, R.L. (eds.) **Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 2003. p. 17-27.

CALEGÁRIO, N.; SCOLFORO, J. R. S.; SOUZA, A. L. Estratificação em alturas para floresta natural heterogênea: uma proposta metodológica. **Cerne**, v. 1, n. 1, p. 58-63, 1994.

CARVALHO, F.A.; BRAGA, J. M. A.; GOMES, J. M. L.; SOUZA, J.S.; NASCIMENTO, M.T.N. Comunidade arbórea de uma floresta de baixada aluvial no município de Campos dos Goytacazes, RJ. **Cerne**, v.12, n.2, p. 157-166, 2006.

CARVALHO, F.A.; NASCIMENTO, M.T.; BRAGA, J.M.A. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica Submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, v.31, n.4, p.717-730, 2007.

CHASE, M. W. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, p. 1-17, 2009.

CIENTEC. **Software Mata Nativa 3**: Sistema para análise fitossociológica, elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas. Viçosa, MG, 2010.

DAN, M.L.; BRAGA, J.M.A.; NASCIMENTO, M.T. Estrutura da comunidade arbórea de fragmentos de floresta estacional semidecidual na bacia hidrográfica do rio São Domingos, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**. v.61, n.4, p.749-766, 2010.

DIAS NETO, O.C; SCHIAVINI, I., LOPES, S.F.; VALE, V.S.; GUSSON, A.E.; OLIVEIRA, A.P. Estrutura fitossociológica e grupos ecológicos em fragmento de floresta estacional semidecidual, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**. v.60, n.4, p.1087-1100, 2009.

DUBAYAH, R. O.; J. B. DRAKE. Lidar remote sensing for forest. **Journal of Forestry**. p 44-46, 2000.

DURIGAN, G. Estrutura e Diversidade de Comunidades Florestais; Capítulo 6. In: MARTINS S.V. **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. Viçosa: Ed. UFV, p. 261., 2009.

FARIA, V.P. **Composição florística e estrutura de vegetação colonizadora de clareiras em floresta atlântica sob manejo sustentável**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. **Biogeografia do Bioma Cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília, DF: UnB, 152 p., 2001.

FINOL, H. La silvicultura en la Orinoquia Venezolana. **Revista Forestal Venezolana**. v. 14, n. 25, p. 37-114, 1975.

GOMES, J.M.L. **Regeneração natural em uma floresta ombrófila densa aluvial sob diferentes usos do solo no delta do rio Doce**. 2006. 129 p. Tese (Doutorado em Biociências e Biotecnologia) – Programa de Pós-graduação em Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 2006.

IVANAUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 83-99, 1999.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and Analysis**. Londres: Belhaven Press, 363 p., 1992.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas. Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Deutsche Gessells chaft für technisch Zusammenarbeti (GTZ) GmbH, 343 p., 1990.

LEIBUNDGUT, H. Beispiel einer Bestandesanalyse nach neuen Baumklassen. In: INTERNATIONAL UNION OF FOREST RESEARCH ORGANISATIONS, 1958. 12th Congress Oxford 1956. London. **Anais...London**. 1958. v. 2. Seção 23 e 24. p. 95-118.

LIM, K., TREITZ P., GROOT A., ST-ONGE B.. 2001. Estimation of individual tree heights using LIDAR remote sensing. In: TWENTY-THIRD ANNUAL CANADIAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING, 2001, Quebec. **Anais...Quebec**, August 2001. p. 20-24.

LINGNAU, C., SILVA, M.N., SANTOS, D.S, MACHADO, A., LIMA, J.G.S. (2008). Mensuração de alturas de árvores individuais a partir de dados *laser* terrestre, Guarapuava, PR, **Ambiência**. v. 4, Edição Especial, p. 85-96, 2008.

LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>>. Acesso em 27 dez. 2010.

LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, no sul do Brasil**. 1980. 198 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

LONGHI, S.J.; SELLE, G.L.; RAGAGNIN, L.I.M.; DAMIANI, J.E. Composição florística e estrutura fitossociológica de um “Capão” de *Podocarpus lambertii* Klotz, no Rio Grande do Sul, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 2, p. 9-26, 1992.

LOPES, W.P.; PAULA, A.; SEVILHA, A.C.; SILVA, A.F. Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste), Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 26, n. 3, p. 339- 347, 2002.

MARANGON, L.C.; SOARES, J.J.; FELICIANO, A.L.P. & BRANDÃO, C.F.LeS. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Viçosa, MG. **Revista Cerne**, v.13, n.2, p.208-221, 2007.

MARISCAL-FLORES, E. J. **Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de Mata Atlântica secundária, Município de Viçosa, Minas Gerais**. 1993. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

MARTINS, S.V.; COUTINHO, M.P.; MARANGON, L.C. Composição florística e estrutura de uma floresta secundária no município de Cruzeiro-SP. **Revista Árvore**, v.26, n1, p. 35-41, 2002.

MEIRA-NETO, J.A.A.; MARTINS, F.R. Estrutura da Mata da Silvicultura, uma floresta estacional semidecidual montana no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 24, n.2, p. 151-160, 2000.

MOREIRA, L.N. **Fitossociologia em ambiente de borda de fragmento de floresta Estacional Semidecidual**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2009.

MUELLER-DOMBOS, D.; ELLENBERG, G.H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Willy & Sons, 547 p., 1974.

NUNES, Y.R.F.; MENDONÇA, A.V.R.; BOTEZELLI, L.; MACHADO, E.L.M. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. de. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botânica Brasílica**, v.17, n.2, p.213-229, 2003.

PAULA, A. de. **Florística e fitossociologia de um trecho de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas na Reserva Biológica de Sooretama, Linhares – ES**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

PEREIRA, I.M; BOTELHO, S.A.; VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MACHADO, E.L.M. Caracterização ecológica de espécies arbóreas ocorrentes em ambientes de mata ciliar, como subsídio à recomposição de áreas alteradas nas cabeceiras do Rio Grande, Minas Gerais, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 235-253, 2010.

PINTO SOBRINHO, F.A.; CHRISTO, A.G.; GUEDES-BRUNI, R.R.; SILVA, A.F. Composição florística e estrutura de um fragmento de floresta estacional semidecidual aluvial em Viçosa (MG). **Floresta**, v. 39, n. 4, p. 793-805, 2009.

PINTO, S.I.C. **Florística, estrutura e ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal Mata do Paraíso, Viçosa-MG**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

REDLING, J.S.H. **Comparação de amostragens em uma floresta estacional semidecidual no entorno do Parque Nacional do Caparaó - MG**. 2007. 104 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2007.

RODRIGUES, R. R. A sucessão florestal. In: MORELLATO, P. C., LEITÃO FILHO, H. F. (Org.). **Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra**. Campinas: UNICAMP, p. 30-36, 1995.

ROLIM S.G. **Modelos e Mecanismos de Sucessão Secundária na Floresta Atlântica em Linhares (ES)**. 2006. Tese (Doutorado em Recursos Florestais – Silvicultura e Manejo Florestal) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2006.

ROLIM S.G., IVANAUSKAS N.M., RODRIGUES R.R., NASCIMENTO M.T., GOMES J.M.L., FOLLI D.A. & COUTO H.T.Z. Composição Florística do estrato arbóreo da Floresta Estacional Semidecidual na Planície Aluvial do rio Doce, Linhares, ES, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 20, n.3, p.549-561, 2006.

ROLIM, S.G.; COUTO, H.T.Z.; JESUS, R.M. Mortalidade e recrutamento de arvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). **Scientia Forestalis**, n.55, p.49-69, 1999.

SANQUETTA, C. R. Análise da estrutura vertical de florestas através do diagrama h-M. **Ciência Florestal**, v. 5, n. 1, p. 55-68, 1995.

SANQUETTA, C.R.; PIZATTO, W.; PÉLLICO NETTO, S.; FIGUEIREDO FILHO, A.; EISFELD, R.L. Estrutura vertical de um fragmento de floresta Ombrófila Mista no Centro-sul do Paraná. **Revista Floresta**. 32(2) p.267-276, 2002.

SILVA, A.F.S., OLIVEIRA, R.V., SANTOS, N.R.L.; PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de Floresta Semidecídua Submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n.3, p.311-319, 2003.

SILVA, G.C.; NASCIMENTO, M.T. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). **Revista Brasileira de Botânica**. v. 24, n.1, p.51-62, 2001.

SOUZA, A. L. **Estrutura, dinâmica e manejo de florestas tropicais**. Viçosa: UFV, 1990. 122 p. (Notas de aula).

SOUZA, A.L.; MEIRA NETO, J.A.A.; SCHETINO, S. Avaliação florística, fitossociológica e paramétrica de um fragmento de floresta atlântica secundária, município de São Canário, Espírito Santo. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, **Documento SIF 18**: p. 121, 1998.

SOUZA, D. R., SOUZA, A.L., GAMA, J.R.V., LEITE, H. G. Emprego da análise multivariada para estratificação vertical de florestas inequiduais, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p. 59-63, 2003.

SOUZA, D.R. e SOUZA, A.L. Estratificação vertical em floresta Ombrófila Densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.28, n.5, p.691-698, 2004.

SOUZA, P.F. **Análise da vegetação de um fragmento de caatinga na microbacia hidrográfica do Açude Jatobá – Paraíba**. 2009. Monografia (Curso de Engenharia Florestal), Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB, 2009.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, SP, 2005.

VILANOVA, S.R.F. **Composição florística e valoração econômica de uma Unidade de Conservação urbana, Cuiabá – Mato Grosso**. 2008. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 123 p.,1991.

WERNECK, M.S.; PEDRALLI, G.; KOENIG, R.; GISEKE, L.F. Florística e estrutura de três trechos de uma floresta semidecídua na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.1, p.97-106, 2000.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Capítulo I, constatou-se que o número de árvores nas maiores classes de altura, apesar de possuir baixa frequência, representam considerável área basal do povoamento. Assim, a obtenção de dados confiáveis de altura para árvores mais altas são de grande importância, daí a necessidade de testar métodos para a estimação de altura de árvores nas maiores classes.

Com a aplicação de metodologias, foi possível notar que a precisão pode ser afetada pela declividade e o aumento da classe de altura, e que o tempo médio para a execução varia de acordo com o método, além de outros fatores que também influenciam na escolha da melhor metodologia para a estimação de altura.

Nesse contexto, nenhum método é melhor em todos os critérios, de modo que cada método possui fatores favoráveis e desfavoráveis para sua escolha, pois dependente das circunstâncias em torno da finalidade e utilização de cada método, não deixando de levar em conta a precisão, sendo portanto, uma decisão do usuário.

Novas metodologias podem ser testadas para a estimação da altura total de árvores, sendo que a estimativa com auxílio de uma régua graduada de 15 metros associada à estimativa com treinamento (por meio de escalada) pode ser promissora.

No Capítulo II, foi possível notar pela avaliação de cada um dos métodos de estratificação, que a delimitação precisa e a distinção dos vários estratos em uma floresta consistem numa tarefa difícil e não está claramente estabelecida devido à falta de técnicas que permitam diferenciar os limites precisos de cada estrato, sendo a estratificação e a fisionomia das árvores difíceis de serem visualizadas por meio de uma simples tabela de dados.

Assim, a elaboração de perfis de uma floresta, adotando-se como modelo a projeção da estrutura espacial sobre um plano vertical parece ser uma opção promissora, em que será possível a análise de cada parcela, conseguindo assim, facilitar a interpretação ecológica por captar o comportamento das espécies de forma mais detalhada.