

## TREINAMENTO NA ESTIMATIVA DA ALTURA DE ÁRVORES DE GRANDE PORTE EM FLORESTA INEQUIÂNEA

Rafaella De Angeli Curto<sup>1\*</sup>, Rômulo Môra<sup>2</sup>, Emanuel José Gomes de Araújo<sup>3</sup>, Gilson Fernandes da Silva<sup>4</sup>

SAP 17573 Data envio: 11/08/2017 Data do aceite: 04/05/2018  
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 2, abr./jun., p. 170-176, 2018

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar o aumento da exatidão na estimativa da altura total de árvores maiores que 15 metros, mediante treinamento, em duas condições de terreno de uma Floresta Estacional Semidecidual (FES). Foram escaladas e medidas a altura de 211 árvores, distribuídas em terreno plano e declivoso, em uma FES, localizada no estado do Espírito Santo. As mesmas árvores tiveram suas alturas estimadas visualmente por dois mensuradores, tendo um recebido treinamento e o outro não, ambos com auxílio de régua retrátil graduada de 15 m apoiada em cada árvore. Foram definidas três classes de altura: 1 (15-17,9 m), 2 (18-20,9 m) e 3 (>21 m), admitindo-se que possa se perder exatidão com o aumento da altura. Foram aplicados testes de médias, teste *t* pareado, a 95% de probabilidade, para comparar as alturas médias obtidas com as reais e realizadas análises gráficas de resíduos. Em terrenos declivosos a exatidão das estimativas tende a aumentar desde que realizada por mensurador treinado. Para as duas condições de terreno, independente do treinamento, estimativas mais confiáveis foram verificadas para árvores mais baixas. Verificou-se que o treinamento recebido pode ter sido perdido, sugerindo-se treinamento contínuo.

**Palavras-chave:** balizamento, floresta estacional semidecidual, régua retrátil.

### *TRAINING ON THE ESTIMATION OF HEIGHT OF LARGE TREES IN UNEQUAL FOREST*

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate the accuracy of estimating the total height of trees greater than 15 meters, by training, in two terrain conditions of a semideciduous seasonal forest (FES). The height of 211 trees, distributed in flat and sloping terrain, was scaled and measured in an FES, located in the state of Espírito Santo. They have their opinions estimated visually by two measurers, one received training and another not, both with the help of a ruler of 15 meters leaning on each tree. Three height classes were defined: 1 (15-17.9 m), 2 (18-20.9 m) and 3 (> 21 m), assuming that height can be lost. Averages, paired t-test, 95% probability, for analysis as real, and analysis of graphic analyzes of residues were applied. In declining terrains the accuracy of estimates tend to increase since performed by trained measurer. For the two terrain conditions, regardless of training, more reliable estimates were verified for trees and low. It was found that the training received may have been lost, suggesting continuous training.

**Keywords:** beacon, seasonal semideciduous forest, telescoping measuring rod.

### INTRODUÇÃO

A altura de árvores tem sido obtida há muito tempo para quantificar o volume de madeira de uma floresta, planejar corretamente retiradas de madeira do talhão, analisar o seu incremento, servir como indicadora da qualidade produtiva de um local (SOARES et al., 2011) e mais recentemente também para quantificar estoques de carbono florestal (SANQUETTA et al., 2004; PAIVA et al., 2011; RATUCHNE et al., 2016). Além disso, as alturas das árvores são frequentemente medidas em estudos ecológicos possibilitando compreender a estrutura

vertical da comunidade, podendo-se estimar as espécies que apresentam maior importância ecológica (SOUZA; SOUZA, 2004).

Ecologistas e silvicultores discutem frequentemente o melhor método e instrumento para medir a altura de árvores e a escala da incerteza envolvida, de modo que essas discussões refletem o fato de que têm faltado comparações rigorosas entre métodos em florestas tropicais nativas (LARJAVAARA; MULLER-LANDAU, 2013).

<sup>1</sup>Engenheira Florestal, Professora, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Sinop, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA), Av. Alexandre Ferronato, 1200, Setor Industrial, CEP 78557-267, Sinop, Mato Grosso, Brasil. E-mail: [rafaellacurto@yahoo.com.br](mailto:rafaellacurto@yahoo.com.br). \*Autora para correspondência.

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Professor, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Cuiabá, Faculdade de Engenharia Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367, Boa Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. E-mail: [romulomef@yahoo.com.br](mailto:romulomef@yahoo.com.br).

<sup>3</sup>Engenheiro Florestal, Professor, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Instituto de Florestas, Departamento de Silvicultura, BR 465, km 7, CEP 23897-000, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: [ejgaraujo@gmail.com](mailto:ejgaraujo@gmail.com)

<sup>4</sup>Engenheiro Florestal, Professor, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Av. Gov. Lindemberg, 316, Centro, CEP 29550-000, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil. E-mail: [fernandes5012@gmail.com](mailto:fernandes5012@gmail.com).

A altura de árvores em pé pode ser obtida diretamente ou indiretamente. Para as medidas indiretas são utilizados aparelhos denominados de hipsômetros e classificados de acordo com o seu princípio de construção, geométrico ou trigonométrico (SOARES et al., 2011). Qualquer dos aparelhos utilizados para a medição de altura de árvores pressupõem a visualização da base e do topo da árvore a partir de um mesmo ponto (LINGNAU et al., 2008), o que geralmente é inviável no interior das florestas tropicais nativas, devido às dificuldades inerentes do ambiente, como sua alta densidade e a diversidade (GONÇALVES et al., 2009), proporcionando um ambiente especialmente desafiador para a obtenção da altura de árvores.

Do mesmo modo, a forma direta para a obtenção da altura, conforme Larjavaara e Muller-Landau (2013), por meio de escalada é pouco prática, potencialmente perigosa, não sendo, portanto, adequada para medir grandes números de árvores. Além disso, pode-se citar o alto custo, principalmente para florestas ineqüíneas. Outra opção seria o uso das réguas retráteis, disponíveis com até 15 metros, porém são na maioria das vezes pesadas e pouco compactas, dificultando a locomoção na floresta, além de exigir esforço físico ao operador, e grande período de tempo para elevá-las e abaixá-las no ato da medição (CURTO et al., 2013a).

Dentre os vários equipamentos e métodos de obter a altura de árvores, nenhum reúne todas as características ideais, de modo que a recomendação de cada método pode variar de acordo com as condições de cada local (FINGER, 2006). Diante disto, recomenda-se a utilização de processos alternativos, de forma expedita, em que, geralmente o operador se apoia em sua habilidade pessoal a fim de obter estimativas a olho desarmado e sem nenhum instrumento (FINGER, 2006) ou utilizando algum referencial de tamanho conhecido para efetuar a estimativa da altura, como uma régua retrátil graduada, ou uma vara de tamanho conhecido, conforme metodologia utilizada por Prado Júnior et al. (2010) e Beckert et al. (2014).

Considerando inventários em Florestas Estacionais Semidecíduais, é possível observar que a altura média das árvores encontra-se próxima a 10 metros (HENCKER et al., 2012; AMARO et al., 2013; CURTO et al., 2013b). Assim, a grande maioria das árvores pode ser medida de forma direta com grande exatidão, utilizando réguas retráteis (LARJAVAARA; MULLER-LANDAU, 2013). No entanto, a obtenção da altura das árvores de grande porte continua sendo um problema.

A régua retrátil ou telescópica, apesar das limitações que apresenta, tem a seu favor benefícios da medida direta em termos de exatidão. Assim, a realização de estimativas de alturas de árvores de maior porte utilizando uma régua graduada como referência pode ser útil quando associada a estimativa visual.

No entanto, torna-se evidente a necessidade de dispor de pessoas que possam estimar visualmente a altura das árvores com razoável exatidão, sendo que para isso há necessidade de treinamento. De acordo com Silva et al. (2012a) é esperada minimização do erro, desde que as

pessoas responsáveis pelas estimativas sejam treinadas adequadamente de forma mais intensiva ao utilizar aparelhos de estimação de altura. Do mesmo modo, acredita-se que o treinamento possa ser eficiente e preciso com a estimação a olho desarmado/estimativa visual.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o aumento da exatidão mediante treinamento, na estimativa da altura total de árvores de grande porte em duas condições de terreno de uma Floresta Estacional Semidecidual.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, localizado no Parque Natural Municipal de Guaçuí (ES), conhecido como Floresta do Rosal, que apresenta área de 52,04 ha. As coordenadas geográficas de acesso à entrada são 20°53' latitude sul e 41°42' de longitude oeste.

Os dados foram coletados em unidades amostrais com dimensões 20 x 30 m (600 m<sup>2</sup>), distribuídas sistematicamente, totalizando uma área amostral de 0,96 ha. Algumas parcelas, e, portanto, indivíduos, encontram-se localizados em terreno com declividade superior a 5°, considerado neste estudo como terreno declivoso, e outros em terreno com declividade abaixo desta, considerado como terreno plano.

Todos os indivíduos com DAP (diâmetro a altura do peito, tomados a 1,30 m de altura do solo) superior a 5 cm foram identificados e medidos, e então mensuradas suas respectivas alturas totais utilizando uma régua retrátil de 15 m. Deste modo, foi possível identificar árvores cuja altura total foi superior a da régua. Assim, foi realizada a escalada destas árvores e com auxílio de uma trena, foram obtidas suas alturas totais reais.

Posteriormente ao inventário, os mesmos indivíduos que tiveram suas alturas reais obtidas por escalada, tiveram suas alturas estimadas visualmente com o auxílio de uma régua retrátil graduada de 15 m, apoiada em cada árvore, por dois diferentes mensuradores. Para testar a influência do treinamento prévio na obtenção da altura de árvores em termos de exatidão, um dos mensuradores recebeu um treinamento que consistiu em saber a altura real de todas as árvores medidas, obtida por escalada, de modo que pudesse balizar a sua estimativa futura, quando na ocasião da execução do método de estimação visual com o auxílio de uma régua graduada de 15 m.

Dois meses após o treinamento de um mensurador, os dois mensuradores realizaram conjuntamente a estimação da altura total utilizando como referência uma régua retrátil de 15 m apoiada em cada árvore. É importante ressaltar que cada mensurador manteve em sigilo o valor da altura total estimada para cada árvore de modo que o treinamento não influenciasse a medida do mensurador não treinado.

Admitindo a ocorrência de dois tipos de terreno, plano e declivoso, e que possa ocorrer perda da exatidão na estimativa com o aumento da altura das árvores, foram definidas três classes de altura (Tabela 1). Para cada tipo

de terreno, as três classes de altura combinadas com os dois métodos de estimativa, sendo um com e o outro sem treinamento, definiram os tratamentos apresentados na Tabela 2. Os 6 tratamentos foram aplicados aos 211 indivíduos selecionados, 124 em terreno plano e 87 em

terreno declivoso, admitindo-se também que a declividade pode ter influência no desempenho dos métodos.

**TABELA 1** - Distribuição do número de árvores por classe de altura e tipos de terreno.

Classe de altura	Terreno plano	Terreno declivoso	Total
1 (15,0 - 17,9 m)	51	40	91
2 (18,0 - 20,9 m)	36	21	57
3 (> que 21,0 m)	37	26	63
Total	124	87	211

**TABELA 2** - Tratamentos avaliados na estimação de altura total, considerando o método de estimação visual com auxílio de uma régua graduada de 15 m, com e sem treinamento, em três classes de altura.

Tratamentos	1	2	3	4	5	6
Classe	1	2	3	1	2	3
Método	sem treinamento			com treinamento		

### Exatidão dos métodos aplicados

Uma vez obtidas as alturas totais por meio de escalada, e pelo método proposto por dois mensuradores, foram aplicados testes de médias, sendo o teste *t* pareado, a 95% de probabilidade de erro, para comparar as alturas médias obtidas pelos dois mensuradores, treinado e sem treinamento. Foram realizadas também análises gráficas de resíduos com o intuito de verificar eventuais tendências na obtenção das alturas. Os valores residuais utilizados na construção dos gráficos foram calculados pela seguinte expressão:

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

Em que:  $\hat{Y}$  = alturas estimadas (m); e  $Y$  = alturas observadas obtidas pela escalada (m).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o proposto, os dois métodos foram avaliados em termos de exatidão pelo teste *t* e pela análise gráfica de resíduos.

#### Teste de média para as alturas estimadas

Na Tabela 3 estão apresentados os testes de médias para os dois métodos avaliados, para situação de terreno plano e declivoso e para as três classes de altura consideradas, considerando-se a estatística *t* pareado, a 95% de probabilidade de erro. Avaliando os resultados encontrados na Tabela 3, é possível verificar que em terrenos planos, a altura média estimada foi diferente da real obtida com escalada nas três classes de altura, mesmo quando o mensurador recebeu treinamento prévio.

**TABELA 3** - Médias de cada tratamento com a respectiva média da altura real observada em cada uma das classes, para terrenos planos e declivosos.

Classes	Terreno plano					Terreno declivoso				
	Médias reais (m)	Trats.	Média (m)	Desvio Padrão (m)	Signif.	Médias reais (m)	Trats.	Médias (m)	Desvio Padrão (m)	Signif.
1	16,30	1	16,76	1,41	*	16,07	1	16,72	1,18	*
2	19,62	2	18,53	1,73	*	19,55	2	18,36	1,43	*
3	23,13	3	19,61	2,10	*	23,70	3	19,72	1,50	*
1	16,30	4	15,96	0,95	*	16,07	4	15,85	0,90	n.s.
2	19,62	5	18,55	1,57	*	19,55	5	18,74	1,85	n.s.
3	23,13	6	21,06	2,11	*	23,70	6	21,88	2,01	*

\*significativo a 95% de probabilidade de erro, n.s. = não significativo, Trats = tratamentos, signif. = significância.

Resultados não confiáveis da altura das árvores foram obtidos também por Andrade et al. (2016) em área de Cerrado *sensu stricto*, realizando a estimação visual, no entanto, vale ressaltar que o método foi empregando utilizando apenas técnicas empíricas de conhecimento e noção de grandezas, não tendo outra forma de orientação, ou seja, nem a referência da régua e nem o treinamento.

Por outro lado, pode-se verificar que o método para estimação de altura quando associado ao treinamento

parece ter sido favorecido no terreno declivoso, nas classes 1 e 2. Essa melhoria na estimação da altura pode estar relacionada à melhor possibilidade de visualização ao se deslocar para uma parte mais alta no terreno em relação à árvore a ser estimada, já que a copa da árvore estará mais próxima e visível ao mensurador. No entanto, os dois mensuradores possuíam essa vantagem para realizar a estimativa em terreno declivoso, porém somente o mensurador treinado conseguiu usufruir de tal vantagem

para realizar a estimativa com maior exatidão, tendo-se indicações de que o método de estimar a altura da árvore sem treinamento prévio teve pior desempenho.

Obter a altura utilizando régua telescópica graduada é atividade que requer dois técnicos de campo, uma vez que a altura dos ramos é difícil de ser julgada diretamente sob a árvore, sendo indicado realizar deslocamentos para melhor visualização (LARJAVAARA; MULLER-LANDAU, 2013). Em terrenos declivosos, a possibilidade de aumentar a visibilidade é maior.

Para a classe 3, a melhoria da exatidão não foi observada, pois apesar da vantagem de estar em um terreno declivoso, a referência da régua é bem reduzida quando comparada ao balizamento que se pode ter para árvores menores, cuja altura estaria mais próxima a da régua de 15 m. Sendo assim, para a classe 3, em todas as situações avaliadas, a altura real observada foi diferente da estimada, evidenciando a dificuldade em se fazer estimação visual para as árvores mais altas, mesmo com treinamento ou tendo uma referência como auxílio.

Diante de tal resultado, pode-se questionar a eficiência de se realizar estimativas visuais, no entanto, Curto et al. (2013a) observaram um pior desempenho de métodos utilizando equipamentos digitais quando comparados à métodos de estimação visual com auxílio e com treinamento. Os autores atribuem tal resultado ao fato de que, com a estimação visual, seja com auxílio de régua ou com treinamento, os mensuradores conseguem visualizar melhor a copa das árvores, pois no caso de dificuldade em vê-la a certa distância, o mensurador pode se aproximar conseguindo ainda assim realizar a estimação. Já no caso dos equipamentos digitais, ao se posicionar a pequenas distâncias da árvore, o ângulo de inclinação dos equipamentos em relação à copa aumenta, fazendo com que pequenas oscilações no momento da leitura correspondessem a erros mais significativos.

#### **Análise gráfica dos resíduos**

Complementando a análise do teste de média, na sequência é apresentada uma análise gráfica dos resíduos

levando-se em conta o método avaliado pelos diferentes mensuradores nas diferentes classes de altura, na condição e terreno plano (Figura 1) e terreno declivoso (Figura 2).

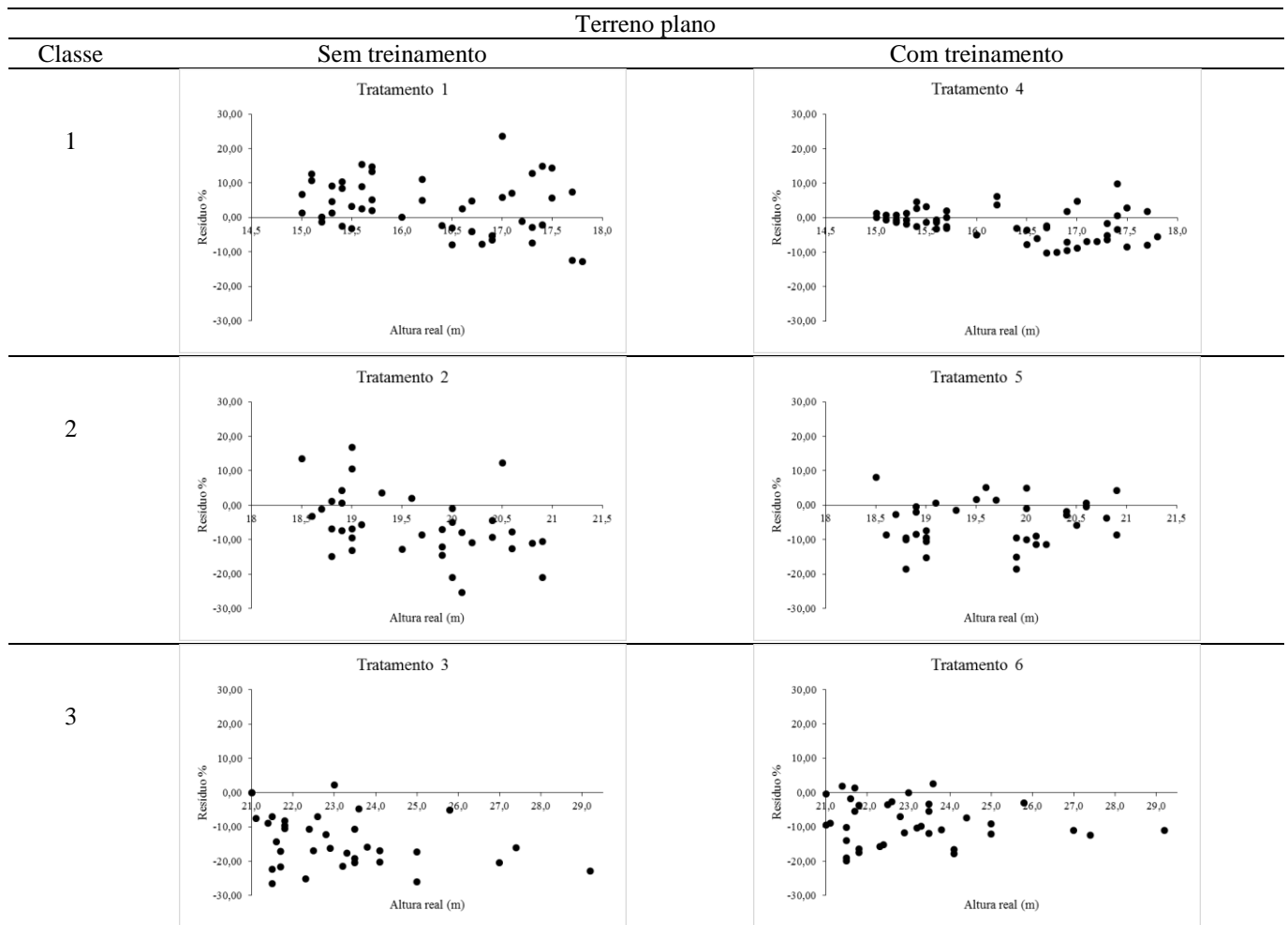
Avaliando os resíduos na Figura 1, é possível corroborar os resultados do teste de média realizado em terrenos planos, em que as alturas médias estimadas foram diferentes das reais, sendo observada tendência de subestimativa da altura nas maiores classes (2 e 3), principalmente quando a estimativa foi realizada pelo mensurador que não recebeu treinamento. Ao considerar a classe 3, observou-se uma tendência ainda maior de subestimativa das alturas estimadas para os dois mensuradores.

De acordo com discutido por Curto et al. (2013a), a tendência em subestimar a altura de árvores de maior porte pode estar associada ao receio do mensurador em estar exagerando na estimativa, no entanto, tal conclusão é muito subjetiva, podendo variar de acordo com o mensurador.

Apesar do método utilizado estar associado a referência da régua, é evidente que em uma maior classe de altura, tal referência tende a contribuir menos do que para árvores menores, uma vez que a altura de 15 m da régua está distante da altura de árvores com mais de 21 m (classe 3).

Avaliando a classe 1, o mensurador sem treinamento realizou, na maioria das vezes, superestimativas da altura, já o mensurador com treinamento foi pouco tendencioso. Assim, de certa forma, o treinamento foi favorável pelo menos para as árvores da classe 1, em termos de tendência.

Do mesmo modo que pode ser notado no presente trabalho, o aumento na altura da árvore comprometeu a precisão da estimação em uma Floresta Estacional Semidecidual (SILVA et al., 2012b) e em plantio homogêneo com o híbrido *Eucalyptus urophylla* e *E. grandis* (SILVA et al., 2012a).



**FIGURA 1** - Distribuição dos resíduos de altura em percentagem, em terreno plano, para estimativa com auxílio de uma régua graduada de 15 m obtidas por dois mensuradores, com e sem treinamento, em três classes de altura.

Avaliando os resíduos da altura para terrenos declivosos (Figura 2), é possível observar tendência de subestimativa da altura na maior classe (classe 3), principalmente quando a estimativa foi realizada pelo mensurador que não recebeu treinamento, conforme observado também para terreno plano.

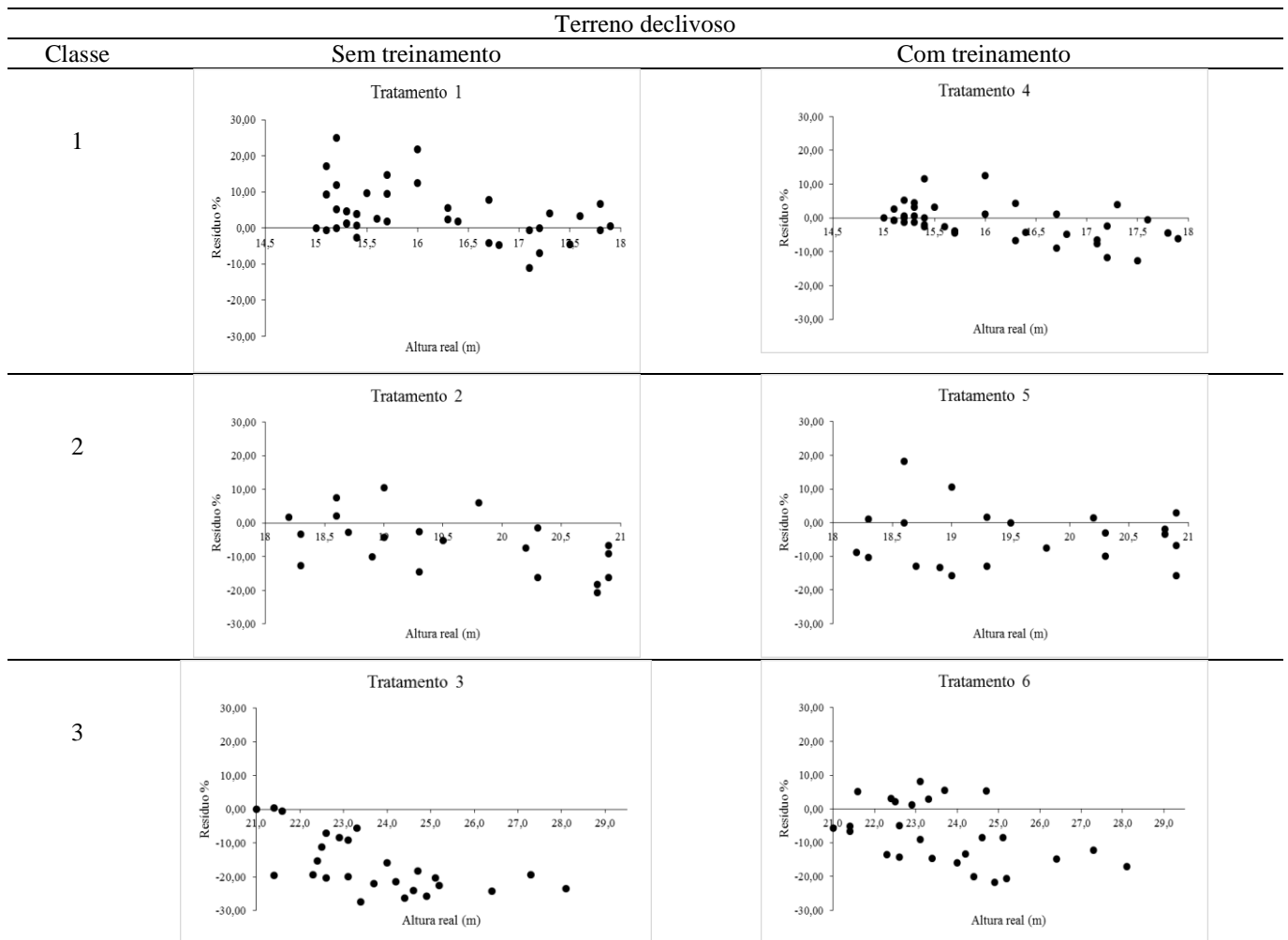
Avaliando a classe 2, uma pequena tendência de subestimativa é verificada, sendo mais evidente para o mensurador não treinado, e na classe 1, o mesmo mensurador apresentou tendências a superestimativa, enquanto o mensurador treinado realizou estimativas pouco tendenciosas, confirmando que o treinamento foi favorável pelo menos para árvores mais baixas, como ocorreu no terreno plano.

Assim, a distribuição dos resíduos menos tendenciosas para as classes 1 e 2 (tratamentos 4 e 5), no terreno declivoso, reafirmam a evidência de a declividade

ter afetado positivamente o desempenho do mensurador que recebeu treinamento.

Apesar de ter a régua graduada como uma forma de balizamento para realizar a estimativa visual, foi possível observar, de um modo geral, que essa referência não influenciou significativamente na exatidão ao estimar as alturas. A estimativa realizada com treinamento promoveu aumento na exatidão, principalmente em terrenos declivosos, de modo a se recomendar treinamentos mais intensos e novos aperfeiçoamentos.

Tal recomendação também foi feita por Mayrinck et al. (2016), visando reduzir o erro na mensuração, ao verificarem diferenças significativas em estimativas obtidas entre cinco operadores, de modo a evidenciar a importância de um treinamento adequado relacionando ao uso de aparelhos.



**FIGURA 2** - Distribuição dos resíduos de altura em porcentagem, em terreno declivoso, para estimativa com auxílio de uma régua graduada de 15 m obtidas por dois mensuradores, com e sem treinamento, em três classes de altura.

Os resultados obtidos não podem ser generalizados, visto que muitos outros fatores podem afetar a obtenção da altura, tais como os citados por Scolforo e Figueiredo Filho (1998), como a falta de habilidade do operador, cansaço em detrimento da monotonia da atividade, boa visibilidade do topo e da base da árvore/condições de observação e a calibração no caso de equipamentos.

Além disso, é importante ressaltar que o treinamento obtido pode ser perdido com o passar do tempo, já que, após o treinamento recebido, o mensurador ficou um período de tempo sem contato com a atividade de mensurar altura.

Silva et al. (2012a) relataram que embora operadores recebam um mesmo treinamento, possuem habilidades e experiências anteriores diferentes, além de não exercerem a tarefa de mensurar altura cotidianamente, influenciando os resultados.

## CONCLUSÕES

O método de estimar a altura da árvore sem treinamento apresentou desempenho com menor nível de

exatidão, em terrenos planos e declivosos, em relação ao operador treinado.

Para as diferentes condições de terreno, a subestimativa da altura torna-se mais acentuada nas maiores classes de altura, ou seja, o método de estimação de altura total avaliado, tanto com ou sem treinamento, apresentaram estimativas mais confiáveis para a menor classe de altura.

Em terrenos declivosos a exatidão das estimativas tende a aumentar desde que seja realizada por um mensurador treinado.

Mesmo diante de treinamento, para que as estimativas sejam obtidas com exatidão, é importante a execução contínua de atividades de mensurar altura, uma vez que o treinamento recebido pode ter sido perdido com o passar do tempo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, M.A.; SOARES, C.P.B.; SOUZA, A.L.; LEITE, H.G.; SILVA, G.F. Estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa, v.37, n.5, p.849-857, 2013.

- ANDRADE, V.C.L.; RIBEIRO, J.R.; PINTO, I.O.; SANTOS, M.J.F.; TELES, L.B.; TERRA, D.L.C.V. Hipsômetros baseados no princípio geométrico avaliados em área de cerrado *sensu stricto*. **Nativa**, Sinop, v.4, n.5, p.333-336, 2016.
- BECKERT, S.M.; ROSOT, M.A.D.; ROSOT, N.C. Crescimento e dinâmica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.42, n.102, p.209-218, 2014.
- CURTO, R.A.; SILVA, G.F.; SOARES, C.P.B.; MARTINS, L.T.; DAVID, H.C. Métodos de estimação de altura de árvores em floresta estacional semidecidual. **Revista Floresta**, Curitiba, v.43, n.1, p.105-116, 2013a.
- CURTO, R.A.; SILVA, G.F.; PEZZOPANE, J.E.M.; CHICHORRO, J.F.; MORA, R. Métodos de estratificação vertical em Floresta Estacional Semidecidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.643-654, 2013b.
- FINGER, C.A.G.; **Biometria florestal**. Santa Maria: UFSM, 2006. 284p.
- 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, v.39, n.1, p.175-187, 2009.
- HENCKER, C.; ASSIS, A.M.; LIRIO, E.J. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual no município de Itarana (ES). **Natureza on line**, Santa Teresa, v.10, n.3, p.153-159, 2012.
- LARJAVAARA, M.; MULLER-LANDAU, H.C. Measuring tree height: a quantitative comparison of two common field methods in a moist tropical forest. **Methods in Ecology and Evolution**, London, v.4, n.9, p.793-801, 2013.
- 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, Edição Especial, v.4, p.85-96, 2008.
- MAYRINCK, R.C.; OLIVEIRA, X.M.; SILVA, G.C.C.; VITOR, P.C.G.; FERRAZ FILHO, A.C. Avaliação de hipsômetros e operadores na mensuração de árvores de *Eucalyptus urograndis* de tamanhos diferentes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.11, n.5, p.90-94, 2016.
- PAIVA, A.O.; REZENDE, A.V.; PEREIRA, R.S. Estoque de carbono em cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.527-538, 2011.
- PRADO JÚNIOR, J.A.; VALE, V.S.; OLIVEIRA, A.P.; GUSSON, A.E.; DIAS NETO, O.C.; LOPES, S.F.; SCHIAVINI, I. Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual localizada na Reserva Legal da Fazenda Irara, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.4, p.638-647, 2010.
- RATUCHNE, L.C.; KOEHLER, H.S.; WATZLAWICK L.F.; SANQUETTA, C.R.; SCHAMNE, P.A. Estado da Arte na Quantificação de Biomassa em Raízes de Formações Florestais, **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.23, n.3, p.450-462, 2016.
- SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A. B. **Fixação de carbono**: atualidades, projetos e pesquisas. Curitiba: UFPR; 2004.
- SCOLFORO, J.R.S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Biometria Florestal**: medição e volumetria de árvores. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 310 p.
- SILVA, G.F.; CURTO, R.A.; SOARES, C.P.B.; PIASSI, L.C. Avaliação de métodos de medição de altura em florestas naturais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.2, p.341-348, 2012a.
- SILVA, G.F.; OLIVEIRA, O.M.; SOUZA, C.A.M.; SOARES, C.P.B.; LEMOS, R. Influência de diferentes fontes de erro sobre as medições de altura de árvores. **Revista Cerne**, Lavras, v.18, n.3, p.397-405, 2012b.
- SOARES, C.P.B.; NETO, F.P.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 272p.
- SOUZA, A.L.; SOUZA D.R. Estratificação vertical em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.5, p.691-698, 2004.