

PADRONIZAÇÃO DA SIMBOLOGIA EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL

Gilson Fernandes da Silva
Adriano Ribeiro de Mendonça
Andrea Nogueira Dias
Gilciano Saraiva Nogueira
José Antônio Aleixo da Silva
Márcio Leles Romarco de Oliveira
Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira

Gilson Fernandes da Silva	Universidade Federal do Espírito Santo
Adriano Ribeiro de Mendonça	Universidade Federal do Espírito Santo
Andrea Nogueira Dias	Universidade Estadual do Centro-Oeste
Gilciano Saraiva Nogueira	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
José Antônio Aleixo da Silva	Universidade Federal Rural de Pernambuco
Márcio Leles Romarco de Oliveira	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira	Universidade Federal Rural de Pernambuco

PADRONIZAÇÃO DA SIMBOLOGIA EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL

Copyright[©] by Gilson Fernandes da Silva et al.

Este livro ou parte dele pode ser reproduzido por qualquer meio desde que a fonte seja citada.

Editoração eletrônica: Paulo Afonso da Silva (paulotese@gmail.com)

Capa: Rodrigo da Hora Caraciolo Ferreira.

Revisão do Português: Eliane Ventura da Silva (elianeventura@yahoo.com

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Padronização da simbologia em mensuração e manejo florestal [livro eletrônico] / Gilson Fernandes da Silva...[et al.]- Viçosa, MG : Ed. dos Autores, 2022.
PDF.

Outros autores Adriano Ribeiro de Mendonça, Andreea Nogueira Dias, Gilciano Saraiva Nogueira, José Antônio Aleixo da Silva, Márcio Leles Romarco de Oliveira, Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

Bibliografia.

ISBN 97865-00-58507-0

1. Engenharia florestal 2. Estatística
3. Lógica simbólica e matemática 4. Manejo florestal sustentável 5. Padronização I. Silva, Gilson Fernandes da. II. Mendonça, Adriano Ribeiro de. III. Dias, Andreea Nogueira. IV. Nogueira, Gilciano Saraiva. V. Silva, José Antônio Aleixo da. VI. Oliveira, Márcio Leles Romarco de. VII. Ferreira, Rinaldo Luiz Caraciolo.

22-138654

CDH634.92

Índices para catálogo sistemático:

1. Manejo : Floresta : Engenharia florestal 634.92

Aline Grazielle Benitez Bibliotecária- CRB-1/3129

AGRADECIMENTOS

A Associação Brasileira de Mensuração Florestal e os organizadores desta obra agradecem a todos que de alguma forma contribuíram para a construção deste documento, em especial aos revisores: Eder Pereira Miguel (Universidade de Brasília); João Ricardo Vasconcellos Gama (Universidade Federal do Oeste do Pará); Karen Janones da Rocha (Universidade Federal de Rondônia); Ricardo de Oliveira Gaspar (Universidade de Brasília); Robson Borges de Lima (Universidade do Estado do Amapá); Sabina Cerruto Ribeiro (Universidade Federal do Acre); Sylvio Pellico Netto (Universidade Federal do Paraná); e Waldinei Travassos de Queiroz (Universidade Federal Rural da Amazônia).

Também merecem agradecimentos, pelo apoio oferecido, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (CNPq), a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e a Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO).

APRESENTAÇÃO

A padronização da simbologia e nomenclatura de variáveis e termos comumente utilizados em Mensuração e Manejo Florestal sempre foi considerada importante pela maioria dos profissionais especialistas da área. Porém, é consenso que se trata de uma tarefa de difícil construção e implementação, especialmente pela variedade de símbolos para se referir a uma mesma variável, pela carência de uma linguagem internacional concretizada e aceita e, sobretudo, pelas preferências pessoais consolidadas.

Na primeira edição do Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal (MENSUFLOR), ocorrida em 2012, em Diamantina, MG, boa parte dos participantes concluíram que a padronização da simbologia das variáveis utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal poderia ser uma importante contribuição do MENSUFLOR e decidiram, então, que essa padronização seria uma meta para o próximo encontro. No entanto, não foi possível nenhum avanço nas edições realizadas em 2014 (Curitiba, PR), em 2016 (Piracicaba, SP) e em 2018 (Santa Maria, RS).

Verificou-se que era preciso muito esforço e muito envolvimento de pesquisadores e professores da área para conseguir uma padronização aceitável pela maioria. Assim, na edição de 2018 (Santa Maria, RS), foi constituído um grupo de trabalho com a missão de elaborar, de forma compartilhada, a primeira edição da padronização da simbologia. O grupo de trabalho contou com a brilhante coordenação dos professores Gilson Fernandes da Silva (UFES) e Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira (UFRPE) e com o envolvimento de dezenas de pesquisadores e professores da área de dendrometria, inventário florestal, estatística, biometria e manejo florestal de diferentes instituições brasileiras de ensino superior.

A primeira versão da proposta de padronização foi apresentada em 2021 na edição on-line do MENSUFLOR, e houve significativo interesse dos participantes em colaborar para o aprimoramento da primeira edição. O documento ficou disponível no site eletrônico do evento para apreciação e inúmeras e valiosas sugestões de correção, e alterações foram apresentadas. O grupo de trabalho analisou minuciosamente cada sugestão, e quase todas foram acatadas, melhorando substancialmente a versão final do texto.

A primeira edição do documento “Padronização da simbologia em Mensuração e Manejo Florestal” pode ser considerada histórica para a mensuração florestal brasileira, uma vez que foi um produto tangível do

MENSUFLOR construído de forma conjunta por diversos pesquisadores e professores da área. Além do mais, esta proposta de padronização foi definida com base em critérios lógicos aplicados na matemática e estatística, portanto, se for amplamente adotada pelos professores, pesquisadores e engenheiros florestais que atuam na área de mensuração florestal, poderá facilitar sobremaneira a sistematização e a precisão da comunicação técnica e científica.

PREFÁCIO

A temática de padronização da simbologia usada em Mensuração e Manejo Florestal sempre esteve inclusa na programação dos Congressos da IUFRO, desde 1953. Tal iniciativa se deveu à manifestação dos pesquisadores florestais de todo o mundo em favor da padronização dos termos técnicos e, também, da simbologia utilizada neste campo da Ciência Florestal, visando produzir uma linguagem universalmente aceita pela comunidade científica internacional.

O primeiro trabalho, que se tem conhecimento, publicado no Brasil sobre padronização de símbolos em Mensuração Florestal, após a disponibilização das contribuições da IUFRO, em 1965, foi o apresentado por Paulo Ferreira de Souza, em 1973, que integra um expressivo conteúdo sobre “Terminologia Florestal: Glossário de Termos e Expressões Florestais”, publicado pelo IBGE em sua série técnica. Em 1976, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) publicou os Anais de um encontro nacional de pesquisadores para Padronização da Terminologia Florestal. Em 1988, Cesar Augusto Guimarães Finger e Paulo Renato Schneider idealizaram a “Padronização de Símbolos Florestais”, apresentada em um Boletim da Série Técnica nº 5 (UFSM). Mais tarde, Pires et al. (2018) apresentaram o “Dicionário de Termos Florestais” em Curitiba, publicado pela Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF).

No presente trabalho, aprofundamentos e novos avanços sobre padronização de termos e de simbologia foram atingidos, principalmente pela apropriada adoção dos fundamentos usados na matemática, que muito contribuíram para a melhoria qualitativa de uniformidade da Simbologia Florestal.

Destaque deve ser dado, também, aos exemplos apresentados e justificados para ilustrarem o alcance de convergência a ser adotada na proposta para as expressões utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal, pois não é incomum entre os pesquisadores se depararem com dúvidas sobre termos técnicos, simbologias e, até, o número de casas decimais a ser utilizado em cada resultado reportado para as diferentes variáveis dendrométricas, que integram os relatórios técnicos e trabalhos submetidos às revistas científicas. Este último tópico, embora pareça ser pouco relevante no contexto geral deste trabalho, mais uma vez se vale das normativas utilizadas na matemática, o que

vem assegurar mais uniformidade e elegância nas apresentações dos resultados de pesquisas.

Outro aspecto a ser ressaltado foi a adoção e incorporação de normativas inclusas na Portaria nº 590, do INMETRO e seus adendos, que tratam das regras a serem adotadas na utilização e redação de unidades de medidas, de acordo com o que define o Sistema Internacional de Unidades (SI), lembrando que o Brasil é signatário desse sistema.

Os exemplos apresentados neste livro, devidamente justificados, trazem uma expressiva contribuição para a padronização da formulação matemática das expressões utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal.

Destaco, como essencial para facilitar a consulta cotidiana dos pesquisadores florestais, as apresentações contidas nos Apêndices I e II, com um glossário de termos usualmente empregados em Mensuração Florestal e exemplos da padronização aplicada a modelos matemáticos empregados em Mensuração e Manejo Florestal.

Ao ler com atenção todo o conteúdo desta obra, sinto-me convicto de que estamos avançando em direção à uniformização e padronização da terminologia e simbologia a ser utilizada pela comunidade científica atuante nos campos da Mensuração e Manejo Florestal, renovadas com avanços e contribuições relevantes, e temos a certeza que elas muito contribuirão para o aperfeiçoamento dos profissionais que trabalham diuturnamente neste importante campo da Ciência Florestal.

Parabenizo Gilson Fernandes da Silva e a equipe do MENSUFLOR, pelo excelente conteúdo deste livro, e sinto-me agradecido pela distinção a mim deferida para prefaciá-lo. Enalteço o grande esforço da equipe, com congratulações pela dedicação e perseverança de seus integrantes para concluir-lo, com um enfoque objetivo, bem ilustrativo e com a abrangência e qualidade finalmente esperadas.

Curitiba, 06 de setembro de 2022.

Sylvio Pélico Netto

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 - Exemplo de algumas alturas que podem ser tomadas em uma árvore, em que D = diâmetro a 1,30 m do solo; e $D/2$ = diâmetro que representa a metade do D	48
Figura 2 - Altura total (H), altura de Pressler (H_P), altura diretriz (H_l), altura a 1,30 m do solo (h_D), diâmetro a 1,30 m do solo (D) e diâmetro que representa a metade do D ($D/2$).	49
Figura 3 - Altura total (H) – linha amarela e altura vertical (h_v).	50

LISTA DE QUADROS

	Página
Quadro 1 - Símbolos para diâmetro e circunferência	26
Quadro 2 - Símbolos para altura.....	27
Quadro 3 - Símbolos para áreas seccionais, transversais ou basimétricas e áreas basais	27
Quadro 4 - Símbolos para volume e biomassa	27
Quadro 5 - Símbolos para variáveis de crescimento e produção.....	28
Quadro 6 - Outros símbolos utilizados em Mensuração e Manejo Florestal	28
Quadro 7 - Exemplos de símbolos empregados na redação de expressões utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal, antes e depois da padronização, em que i corresponde à i -ésima árvore, j à j -ésima seção na i -ésima árvore e t ao período de tempo.....	31
Quadro 8 - Número de casas decimais e unidade de medida para apresentação das principais variáveis utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal.	33
Quadro 9 - Grafia correta, de acordo com o SI, para combinação de alguns prefixos e unidades do SI.	36
Quadro 10 - Exemplos de unidades comumente utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal pertencentes ao SI.....	39
Quadro 11 - Exemplos de unidades fora do SI, mas em uso com o SI.....	40
Quadro 12 - Exemplos de modelos hipsométricos encontrados na literatura.	60
Quadro 13 - Exemplos de modelos associados a tabelas de volume local, em que β_k = parâmetros do modelo; e ε = erro aleatório.	61
Quadro 14 - Exemplos de modelos associados a tabelas de volume regional, em que D = diâmetro a 1,30 m; H = altura total; β_k = parâmetros do modelo; e ε = erro aleatório.	62
Quadro 15 - Exemplos de modelos de crescimento e produção.....	62
Quadro 16 - Exemplos de modelos de afilamento.....	63

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Pesquisa de símbolos de variáveis dendrométricas encontradas na literatura nacional e internacional realizada por Honório (2019)	15
Tabela 2 - Situações comumente encontradas na literatura para representar classes de diâmetro, altura e idade, por exemplo.....	29
Tabela 3 - Regra para a redação de classes de tamanho de variáveis dendrométricas.....	30

SUMÁRIO

Página

1 INTRODUÇÃO	11
2 HISTÓRICO DA PADRONIZAÇÃO DE TERMOS UTILIZADOS EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL	13
3 FUNDAMENTOS PARA A PADRONIZAÇÃO DA SIMBOLOGIA UTILIZADA EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL.....	17
4 NORMATIZAÇÃO DA PADRONIZAÇÃO DA SIMBOLOGIA UTILIZADA EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL.....	26
5 SUGESTÃO DE USO DE CASAS DECIMAS E UNIDADES DAS VARIÁVEIS.....	33
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE A - GLOSSÁRIO DE TERMOS USUALMENTE EMPREGADOS EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL	47
APÊNDICE B - EXEMPLOS DA PADRONIZAÇÃO APLICADA A MODELOS EMPREGADOS EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL.....	60

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento científico tem características peculiares, como a verificabilidade, racionalidade, objetividade e sistematização. No que diz respeito à sistematização, ela pode ser entendida como o ato de produzir o saber de forma ordenada, assim o conhecimento gerado, além de atender aos requisitos mencionados, pode ser comunicado de forma clara e inequívoca aos interessados. Uma das grandes utilidades da sistematização é impedir que influências pessoais possam interferir negativamente no processo da construção do conhecimento, evitando que a informação produzida e transmitida seja viesada. Em última análise, sistematizar significa definir regras claras que devem ser seguidas para que a construção e a comunicação do conhecimento sejam dignas de confiança.

Um dos exemplos mais ilustrativos da sistematização da comunicação científica foi a adoção de normas para a redação de nomes científicos. Quando Carl von Linné, em 1735, propôs as regras para a escrita de nomes científicos, certamente umas das principais intenções era padronizar a comunicação entre pesquisadores. Esse é um ótimo exemplo para compreender que a padronização de nomes tem grande utilidade, como evitar confusões na identificação de espécies, simplificar a construção de listas e tornar universal a comunicação científica, isto é, cientistas do mundo inteiro podem se comunicar, independentemente da sua língua-mãe.

A proposta original de Lineu, como é conhecida pelos brasileiros, foi usar o latim como referência, por ser uma língua que não era oficial em nenhum país naquela época. Com isto, esperava-se que suas regras sofressem poucas influências de outras línguas, e, como consequência, sofressem poucas variações ao longo do tempo, mantendo a comunicação inalterada. Embora algumas mudanças nas regras tenham acontecido desde a proposta original de Lineu, pode-se dizer que ele alcançou grande êxito. O espírito de facilitar e dar rigor à comunicação científica, mesmo depois de tanto tempo, permaneceu e se aprimorou, sendo adotado no mundo inteiro pelos principais centros de pesquisa, revistas, programas de pós-graduação e qualquer atividade relacionada ou que dependa de fundamento científico.

Em razão do exposto, não é difícil concluir que padronizar a interpretação e a nomenclatura de termos comumente utilizados em Mensuração e Manejo Florestal pode ser muito vantajoso. Na década de 1950, assim como ocorreu com Lineu, houve uma iniciativa por parte da *International Union of Forest Research Organization* (IUFRO) de padronização dos termos, seguida por algumas outras, sempre com o intuito de produzir uma linguagem universalmente aceita. Entretanto, as iniciativas não alcançaram o êxito desejado, conforme é detalhado no Tópico 2.

Considerando todas as vantagens que a sistematização na comunicação científica pode trazer, os autores do presente trabalho têm convicção de que a sistematização na Mensuração e no Manejo Florestal possui grande espaço para ser aperfeiçoada. Diante disto, este documento tem como objetivo geral padronizar a simbologia utilizada na Mensuração e no Manejo Florestal, elencando-se os seguintes objetivos específicos:

- Definir símbolos para os termos listados em um glossário, de modo que esses símbolos passem a ser utilizados de forma sistemática na redação de trabalhos científicos (ex.: monografias, dissertações, teses, artigos científicos ou qualquer outro documento científico). Entre outras coisas, espera-se que esses símbolos sejam muito úteis no sentido de facilitar a redação de expressões matemáticas e estatísticas frequentemente utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal; e
- Além dos símbolos, definir regras para a redação de variáveis e expressões matemáticas e/ou estatísticas, bem como a utilização de unidades e definição do número de casas decimais.

2 HISTÓRICO DA PADRONIZAÇÃO DE TERMOS UTILIZADOS EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL

Como mencionado no Tópico 1, padronizar a nomenclatura é algo vantajoso, e algumas tentativas neste sentido já foram efetuadas na Mensuração e no Manejo Florestal. De acordo com a União Internacional de Pesquisa Florestal (IUFRO, 1965), a primeira tentativa mais significativa que se tem registro ocorreu em 1953, em um congresso da IUFRO realizado em Roma. Nesse evento surgiu a proposta e foi constituído um grupo de trabalho para investigar e elaborar uma norma de padronização dos símbolos utilizados em Mensuração Florestal. De acordo com a IUFRO (1965), a proposta construída pelo grupo foi formalmente aprovada em um congresso realizado pela IUFRO em Oxford, em 1956, e publicada pela primeira vez por Van Soest et al. (1959).

Em 1965, a Universidade de Maine organizou, reimprimiu e distribuiu a publicação proposta pela IUFRO, para facilitar a adoção de símbolos utilizados na literatura florestal e seu entendimento para pesquisadores interessados em Mensuração Florestal, em todo o mundo. Em seu artigo *Standardization of Symbols in Forest Mensuration*, Roberts (1968), tomando como referência a proposta da IUFRO, sugeriu algumas modificações, com o acréscimo de mais variáveis.

No Brasil, Souza (1973) publicou o livro intitulado "Terminologia Florestal: Glossário de Termos e Expressões Florestais". Em setembro de 1976, foi realizado em Curitiba o "I Encontro Nacional de Pesquisadores para a Padronização da Terminologia Florestal", promovido pela Federação das Indústrias do Estado do Paraná (UFPR, 1976). Desse evento resultou a publicação do Anais denominado "Terminologia Florestal: glossário de termos e expressões florestais". As recomendações feitas em Van Soest et al. (1959) foram reproduzidas por Finger e Schneider (1988), mediante a Nota Técnica intitulada "Padronização de símbolos florestais". Essa nota técnica foi transcrita no livro intitulado "Fundamentos de Biometria Florestal", de Finger (1992).

Prodan et al. (1997) também consideraram uma recomendação de padronização baseada na norma publicada por Van Soest et al. (1959), mas com sugestões de novos símbolos. Soares, Paula Neto e Souza (2006) comentam a respeito da norma publicada por Van Soest et al. (1959), e fazem a seguinte afirmação: *No Brasil, muitas escolas na área florestal utilizam a recomendação da IUFRO. No entanto, a regionalização e até mesmo aspectos culturais criaram simbologia própria sem, contudo, mudar os aspectos teóricos e práticos relacionados às medidas.* Os autores, ao fazerem essa afirmação, apresentam uma série de exemplos de símbolos diferentes daqueles sugeridos originalmente pela IUFRO (1965), o que indica uma mudança na tendência de padronização. Em sua monografia “Padronização do uso de símbolos em Mensuração e Manejo Florestal”, Honório (2019) constatou uma grande variação de símbolos para representação de variáveis dendrométricas e associadas à Mensuração e ao Manejo Florestal.

É importante relatar também que vem ocorrendo no Brasil, desde 2012, encontros entre pesquisadores que trabalham com Mensuração e Manejo Florestal. A partir desse encontro se originou a Associação sob o nome de Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal (MENSUFLOR). Essa sigla se transformou na Associação Brasileira de Mensuração Florestal, que discute problemas relacionados a esse tema e que, desde o início de suas atividades, tem como uma das suas pautas estabelecer a padronização da representação de símbolos. No encontro realizado em Santa Maria (RS), em 2018, assim como ocorreu em 1953 na reunião da IUFRO, foi designada a um grupo de pesquisadores a responsabilidade de elaborar a padronização da nomenclatura de variáveis, com o intuito de ser adotada pelos pesquisadores de Mensuração e Manejo Florestal. A partir do trabalho de Honório (2019), orientado pelo Prof. Dr. Gilson Fernandes da Silva, da Universidade Federal do Espírito Santo, demonstrou-se que essa padronização realmente traria grandes benefícios, uma vez que foi verificada uma grande variedade de símbolos para se referir a uma mesma variável. A título de exemplo, na Tabela 1 é possível verificar algumas denominações adotadas para símbolos dendrométricos obtidas em uma pesquisa rigorosa nas principais literaturas (livros-textos) em língua portuguesa e inglesa, bem como nos principais periódicos científicos no Brasil e em periódicos com padrão internacional (nível A).

Com uma rápida inspeção na Tabela 1 e nos demais resultados obtidos por Honório (2019), ficou evidente que a padronização proposta pela IUFRO não se concretizou, seja em nível nacional ou internacional. As razões pelas quais isso aconteceu podem ser diversas, e não é objetivo aqui avaliá-las. Contudo, é razoável afirmar que desde a proposta original oferecida pela IUFRO (1965) as Ciências Florestais, incluindo o campo da Mensuração e do Manejo, desenvolveram-se muito e continuam se desenvolvendo, o que fez com que novas variáveis surgissem, além daquelas recomendadas originalmente. Assim, tendo em vista a não adoção da norma da IUFRO como se desejaria (Tabela 1) e dado o avanço no conhecimento em Mensuração e Manejo, os autores do presente documento acreditam ser necessário e de grande utilidade um modelo de padronização capaz de satisfazer as demandas atuais. Mesmo que se elabore um documento e que se chegue ao consenso de que a padronização possa trazer ganhos à comunidade científica, cabe ressaltar que, se não houver um amplo esforço de sua divulgação e a aceitação pelos pares, todo o esforço terá sido em vão.

Tabela 1 - Pesquisa de símbolos de variáveis dendrométricas encontradas na literatura nacional e internacional realizada por Honório (2019).

Variável	Nº de Siglas	Símbolo	Frequência (%)	
			Nacional	Internacional
Diâmetro a 1,3 m	9	<i>DAP</i>	65,2	0,4
		<i>DBH</i>	22,7	80,3
		<i>d</i>	10,5	18,7
		<i>d_{1,3}</i>	0,6	0,2
		<i>B</i>	0,0	0,2
		Outros	1,0	0,2
Circunferência a 1,30 m	3	<i>CAP</i>	82,1	0,0
		<i>c</i>	8,9	66,7
		<i>CBH</i>	8,9	33,3
			Nacional	Internacional
Fator de forma	3	<i>f</i>	87,5	88,9
		<i>FF</i>	12,5	0,0
		<i>f_{1,3}</i>	0,0	11,1
Área basal	10	<i>g</i>	78,6	53,3
		<i>AS</i>	10,7	0,0
		<i>Ba</i>	3,6	13,3
		<i>B</i>	3,6	0,0
		<i>b</i>	0,0	20,0

Padronização da Simbologia em Mensuração e Manejo Florestal

		Outros	3,6	13,3
			Nacional	Internacional
Área total	15	<i>h</i>	53,7	75,0
		<i>ht</i>	40,4	18,4
		<i>HF</i>	2,2	0,0
		<i>TH</i>	0,7	3,3
		<i>ALT</i>	0,7	0,0
		Outros	2,2	3,3
Incremento	3	<i>i</i>	100,0	10,0
		<i>I</i>	0,0	85,0
		<i>A</i>	0,0	5,0
Quociente de forma	3	<i>Q</i>	40,0	0,0
		<i>k</i>	40,0	<i>k</i>
		<i>q</i>	20,0	<i>q</i>
Número de árvores por hectare	13	<i>N</i>	83,3	81,3
		<i>N/ha</i>	10,0	0,0
		<i>DA</i>	3,3	0,0
		<i>ha</i>	0,0	3,1
		<i>tph</i>	0,0	8,3
		Outros	3,3	7,3
Idade	6	<i>I</i>	67,2	0,0
		<i>t</i>	25,0	70,2
		<i>ID</i>	4,7	0,0
		<i>A</i>	1,6	27,7
		<i>Ad</i>	0,0	2,1
		Outros	1,6	0,0
Volume total	3	<i>V</i>	66,7	92,3
		<i>Vt</i>	33,3	0,0
		<i>Vol</i>	0,0	7,7

3 FUNDAMENTOS PARA A PADRONIZAÇÃO DA SIMBOLOGIA UTILIZADA EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL

Conforme destacado em itens anteriores, uma das características mais marcantes da ciência é a sistematização da produção do conhecimento. No caso da definição de símbolos, é muito importante ressaltar que o nome escolhido para variáveis em um processo dedutivo não afetará o resultado. Por exemplo, caso se queira estimar o volume total de uma árvore, tanto faz chamar a variável de v , V ou vol . Isto não é a parte mais importante no que diz respeito à confiabilidade do resultado encontrado para a estimativa. Certamente, a escolha do método de estimativa é o que fará diferença, e não o nome dado à variável.

Por outro lado, embora a escolha do nome de variáveis seja um processo de atribuição que pode ocorrer sem qualquer regra, como foi exemplificado, nada impede que alguma fundamentação lógica possa ser utilizada na escolha dos nomes. Neste sentido, uma questão central para a escolha do nome de variáveis é a seguinte: escolher um nome de forma arbitrária ou com base em um gosto pessoal é tão vantajoso quanto escolher nomes usando referências lógicas? Das duas possibilidades apresentadas, qual se relaciona mais com o método científico? Responder a esses questionamentos é fundamental na definição do que se segue, isto é, qual caminho seguir para padronizar a nomenclatura.

Evidentemente que a busca por referências lógicas está muito mais associada ao que preconiza a ciência do que às preferências pessoais. Sendo assim, pode ser elaborada uma lista de termos por diversos pesquisadores, em que cada um sugere as suas preferências pessoais, e, então, é realizada uma votação para escolher aqueles que julgam mais adequados. Em uma situação como essa, caso alguns pesquisadores não se sintam contentes, porque o nome da sua preferência não foi o escolhido, eles podem ficar propensos a não adotar a norma proposta. Nesse sentido, como mencionado, a escolha do latim para a atribuição de nomes científicos buscou justamente evitar esse tipo de problema, ou seja, evitar que a preferência pessoal por uma língua ou outra pudesse interferir no processo de padronização. Assim, mesmo que não exista um caminho claro para a escolha de termos em ciência, o pior caminho

é se apegar a razões pessoais. Situação oposta a essa é buscar argumentos lógicos convincentes o bastante para demonstrar que uma forma de redigir pode ser vantajosa em relação à outra.

Nesse contexto, salienta-se que, ao definir símbolos para variáveis em Mensuração e Manejo Florestal, é razoável imaginar que esses repercutirão em diversas situações técnicas e científicas, a saber:

1) No ensino e na formação de profissionais ligados à Engenharia Florestal (no Brasil existem mais de 80 cursos de graduação e 28 programas de pós-graduação). Em uma situação ideal, se todos os profissionais pudessem identificar as variáveis de interesse com um símbolo comum, a comunicação entre eles e a interpretação precisa do que cada símbolo significa seriam certamente otimizadas.

2) Em processos de modelagem, muito comuns para quem trabalha com Mensuração e Manejo Florestal. Certamente quem se dedica a esse tema vai se deparar, em algum momento, com a necessidade de construção e redação de um modelo simbólico. Neste caso, a escolha dos símbolos terá grande influência na redação dos modelos. Imagine, por exemplo, que se deseja escrever uma função de afilamento com base em um polinômio de quinto grau. Dependendo do nome escolhido para as variáveis, a redação dessa função pode ser facilitada ou não, bem como pode gerar dúvidas.

3) É importante pensar que os profissionais se comunicarão entre si formalmente, por meio de livros, artigos científicos, palestras, aulas, relatórios, normas ou legislações vigentes. Assim, a comunicação terá a sua efetividade afetada caso não exista uma padronização dos termos e conceitos empregados.

Tendo em vista os impactos que a escolha de nomes pode ter na comunicação técnica e científica, fica evidente que a busca por critérios lógicos é vantajosa. Uma referência interessante é a de como os matemáticos escrevem as variáveis, uma vez que eles são grandes usuários de modelos simbólicos e se dedicam a uma ciência fundamentada na lógica. Em pesquisa realizada pelos autores do presente trabalho, constatou-se que não existe na matemática, salvo melhor juízo, uma regra

formal que define como os símbolos devem ser atribuídos. Por outro lado, percebeu-se que os principais livros de álgebra e cálculo adotam, de forma tácita, as mesmas regras, sendo muito útil destacar algumas:

- As variáveis são sempre representadas por uma única letra. Em situações especiais em que uma letra não é suficiente, adota-se o uso de índices.
- Variáveis escalares são escritas preferencialmente em letras minúsculas e em itálico.
- Vetores são escritos em letras minúsculas e, em vez do itálico, utiliza-se o negrito. Em algumas literaturas, especialmente em textos de física, vetores também são representados por uma seta em cima da letra que representa a variável.
- Matrizes são escritas em letras maiúsculas e em negrito.

Muitas das decisões adotadas pelos matemáticos apresentam algum argumento lógico. Por exemplo, usar uma única letra para representar uma variável é vantajoso na hora de construir modelos simbólicos, tornando-os menos extensos e mais claros, especialmente quando se quer representar multiplicações de variáveis.

- Sem o critério que a matemática normalmente utiliza, uma solução seria:

$$\text{CAP} = \pi \cdot \text{DAP}$$

- Com o critério que a matemática normalmente utiliza, ter-se-ia:

$$c = \pi d$$

É fácil notar as diversas vantagens que a padronização tácita adotada pelos matemáticos traz à redação de expressões. A expressão ocupa menos espaço, não há a chance de haver equívoco quando se quer expressar uma multiplicação, além do que escrever a variável em itálico

evita confusões do nome da variável com palavras normais do texto. Um fato interessante a se comentar é que a proposta original da IUFRO (1965) traz no seu bojo algumas dessas ideias, isto é, todas as siglas propostas são representadas por apenas uma letra, e elas estão em minúsculo.

Um exemplo universal na matemática é o uso de x e y . Sabe-se, convencionalmente, que y é uma variável dependente de x ; que graficamente x estará na no eixo horizontal e y no vertical; e que a equação da reta é $y = a + bx$.

Também reforçam essas ideias o documento divulgado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2021) a respeito do Sistema Internacional de Unidades (SI). É importante destacar que o SI é o sistema de unidades oficialmente adotado no Brasil e, portanto, tem força de lei. Nesse documento, afirma-se que

os símbolos das grandezas são geralmente formados por uma letra única com fonte em itálico, mas informações complementares sobre a grandeza podem ser especificadas em índice ou em expoente, adicionadas ao símbolo ou por meio de parênteses. Por exemplo, C é o símbolo recomendado para a capacidade térmica, c_m para a capacidade térmica molar, $c_{m,p}$ para a capacidade térmica molar a pressão constante e $c_{m,V}$ para a capacidade térmica molar a volume constante.

Tendo em vista o que foi afirmado por INMETRO (2021), percebe-se uma grande semelhança com as referências que os matemáticos utilizam como norma de redação de símbolos, o que salienta a ideia de que há um consenso a esse respeito. INMETRO (2021) também menciona que

os nomes e os símbolos recomendados para as grandezas estão listados em muitas obras de referência, tais como a série de normas ISSO/IEC 80000¹

¹ De acordo com Glavic (2021), em 1988, a *International Organization for Standardization* (ISO), em cooperação com a *International Electrotechnical*

Quantities and units, o Red Book da IUPAP (International Union of Pure and Applied Chemistry/União Internacional de Química Pura e Aplicada) SUNAMCO (Commission for Symbols, Units, Nomenclature, Atomic Masses and Fundamental Constants, IUPAP (Comissão para Símbolos, Unidades, Nomenclatura, Massas Atômicas e Constantes Fundamentais) intitulado Symbols, Units and Nomenclature in Physics e o Green Book da IUPAC (International Union of Pure and Applied Physics/União internacional de Física Pura e Aplicada) intitulado Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry. Contudo, os símbolos das grandezas são apenas recomendados (enquanto o uso dos símbolos corretos das unidades é obrigatório). Em certas circunstâncias, os autores podem preferir utilizar o símbolo da própria escolha para uma grandeza determinada, por exemplo, para evitar um conflito decorrente do uso do mesmo símbolo para duas grandezas diferentes. Nesses casos, o significado do símbolo deve ser claramente especificado. O nome de uma grandeza, ou o símbolo usado para expressar, não obriga, em caso algum, a escolher uma unidade em particular.

Além de tudo o que foi exposto, no caso das operações matemáticas, a situação mais complicada é a multiplicação. Como na grande maioria dos livros de cálculo se assume que a variável é representada por uma única letra, a multiplicação consiste apenas em colocar uma letra ao lado da outra.

- Exemplo: $F = ma$

Commission (IEC), publicou a primeira edição do padrão internacional ISO 31, Quantities and units, em 14 partes, e a ISO 1000, Sistema Internacional de Unidades (SI) e recomendações para uso. Em 1992, ambos os padrões foram substituídos pela ISO 80000, Quantities and units, contendo 13 partes, de alguma forma reorganizadas. O referido autor apresenta um interessante histórico dos sistemas de medidas e sua padronização, bem como informações mais detalhadas das organizações representadas pelas siglas ISO/IEC, IUPAP e IUPAC.

Exceção é feita quando se quer representar multiplicação entre números. Neste caso, usa-se o símbolo “ \times ”, como a seguir:

$$3,14 \times 8,32$$

Uma situação especial é quando se deseja expressar o produto escalar. Neste caso, usa-se um ponto, mas não o ponto do teclado, e sim um ponto especial. Veja o seguinte exemplo:

$$\vec{x} \cdot \vec{y}$$

É importante mencionar que em INMETRO (2021) esse assunto também é abordado e essas preocupações sobre as diferentes maneiras de se expressar operações matemáticas, especialmente multiplicação e divisão, são manifestadas. Estes autores apresentam as seguintes possibilidades para se redigir esses tipos de operações:

- Para multiplicar ou dividir os símbolos das grandezas, quaisquer uma das seguintes escritas pode ser utilizada:

$$ab, a \ b, a \cdot b, a \times b, a/b, \frac{a}{b}, ab^{-1}$$

- Na multiplicação de valores das grandezas, deve-se utilizar um sinal de multiplicação \times ou parênteses (ou colchetes), mas não um ponto (centrado) a meia altura. Na multiplicação de números, deve ser utilizado apenas o sinal de multiplicação \times .

Exemplos:

$$(53 \text{ m/s}) \times 10,2 \text{ s} \text{ ou } (53 \text{ m/s}) (10,2 \text{ s})$$

- Na divisão de valores das grandezas por meio de uma barra oblíqua, devem-se utilizar parênteses (ou colchetes) para evitar qualquer ambiguidade.

Exemplos:

$$(20 \text{ m})/(5 \text{ s}) = 4 \text{ m/s}$$

$$(a/b)/c, \text{ e não } a/b/c$$

Essas situações são importantes, especialmente quando se leva em conta que se deseja propor uma regra que possa ser facilmente generalizada. Assim, por exemplo, na ausência de qualquer regra, o modelo de Schumacher e Hall poderia ser escrito das seguintes maneiras:

$$V = \beta_0 DAP^{\beta_1} HT^{\beta_2} \varepsilon \quad \text{ou} \quad V = \beta_0 * DAP^{\beta_1} * HT^{\beta_2} \varepsilon$$

$$\text{ou} \quad V = \beta_0 \cdot DAP^{\beta_1} \cdot HT^{\beta_2} \cdot \varepsilon$$

Todas essas expressões de representação do modelo de Schumacher e Hall são encontradas na literatura. Além da falta de padronização, algumas desvantagens ficam claras. Ao se empregar mais de uma letra para representar uma variável, o leitor terá dificuldades para compreender quando se trata de um produto entre variáveis, especialmente no caso $V = \beta_0 DAP^{\beta_1} HT^{\beta_2} \varepsilon$. Logo, pode-se deduzir que D , A e P são variáveis distintas que estão multiplicando, especialmente para alguém com formação matemática. Por outro lado, é possível argumentar que as variáveis podem ser definidas de forma textual e, além disto, algumas já são muito conhecidas no meio florestal, o que evitaria eventuais confusões. Embora esses últimos argumentos sejam verdadeiros, eles não se fundamentam em um princípio lógico e vantajoso. Se a regra aplicada na matemática for utilizada neste caso, a expressão ficará menor e o usuário não precisará recorrer às definições textuais para identificar as variáveis. Desta forma, não restará qualquer dúvida sobre qual variável está multiplicando qual, e, sobretudo, não importará se o leitor tem conhecimento pregresso das siglas ou se é um leitor iniciante ou de outra área do conhecimento; ele vai interpretar as regras da mesma forma, ou seja, o método estará sistematizado, podendo ser generalizado com facilidade.

Outro critério lógico, aplicado à Ciência da Computação e à Pesquisa Operacional, é nomear variáveis buscando associá-las ao que representam. Por exemplo, é razoável pensar que a letra d seja uma boa letra para representar o diâmetro, assim como a letra v para representar o volume. Neste caso, existe um problema. A depender da língua, a primeira letra pode variar. No caso da altura, é comum usar a letra h ou H , que tem relação com a palavra *height* do inglês. Já no caso da área basal, é muito comum utilizar a letra G , que é originária da palavra *Grundfläche* do alemão. Em situações como essas, um critério lógico

seria adotar aquela letra que tradicionalmente é mais aceita pela comunidade científica, inclusive tomando como referência o que sugeriu a própria IUFRO (IUFRO, 1965).

Assim, como base na argumentação apresentada, as seguintes referências foram utilizadas para a proposição de padronização de símbolos tradicionalmente empregados em Mensuração e Manejo Florestal, os quais estão apresentados no Tópico 5:

- 1) Em hipótese alguma escolher um símbolo com base exclusivamente em preferências pessoais.
- 2) As variáveis serão representadas sempre por uma única letra, **preferencialmente** minúscula, utilizando a fonte *Times News Roman* e escrita em itálico, para as diferenciar do texto corrido. É interessante destacar que essa é a referência (*default*) utilizada por alguns editores de fórmulas, como o Latex. Letras maiúsculas poderão ser eventualmente utilizadas em casos especiais, por exemplo, para diferenciar uma variável que se associa a uma árvore individual (letra minúscula) de uma que se associa ao povoamento (letra maiúscula). Ex.: v = volume da árvore ou V = volume do povoamento.
- 3) Caso uma única letra não seja suficiente para expressar a ideia de uma determinada variável, índices serão utilizados, porém nunca mais de uma letra. Exemplo: v_s = volume total sem casca da árvore, nunca vs .
- 4) Utilizar letras que se associem ao nome das variáveis. Como regra, utilizar a primeira letra da palavra que define a variável. Exemplo: v = volume.
- 5) Respeitando-se todas as regras definidas de 1 a 4, sempre que possível priorizar a tradição e a popularidade dos nomes de variáveis utilizados na literatura científica por longos períodos. Neste caso, uma referência importante é a norma originalmente proposta pela IUFRO (1965), que tem muita convergência com as regras de 1 a 4 sugeridas. No uso da regra 4, quando a primeira letra diferir entre línguas, utilizar

a primeira letra da língua que é a mais popularmente reconhecida (vide exemplo da letra *G* para área basal).

4 NORMATIZAÇÃO DA PADRONIZAÇÃO DA SIMBOLOGIA UTILIZADA EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL

Com base no histórico apresentado no Tópico 2, nas fundamentações apresentadas no Tópico 3 e no glossário de termos apresentado no Apêndice A, nos Quadros de 1 a 6 tem-se as nomenclaturas para as principais variáveis utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal como referência para a padronização.

Quadro 1 - Símbolos para diâmetro e circunferência

Variável	Descrição
D	Diâmetro com casca a 1,30 m do solo
D_e	Diâmetro equivalente
d	Diâmetro em qualquer parte do tronco com casca (sem uma posição específica definida) diferente de 1,30 m
d_b	Diâmetro da base próximo à superfície do solo
d_z	Diâmetro da árvore de área basimétrica central
d_j	Neste caso, o índice j deve ser usado para indicar uma posição específica no tronco com casca da árvore, como $d_{0,7}$ (70% da altura), d_6 (6 cm), etc.
D_{max}	Diâmetro máximo com casca
D_{min}	Diâmetro mínimo com casca
D_D	Diâmetro dominante com casca
D_s e d_s	Diâmetros sem casca a 1,30 metro do solo e em uma posição qualquer do tronco, respectivamente
D_g	Diâmetro médio quadrático
\bar{D}	Diâmetro médio aritmético com casca
C	Circunferência com casca a 1,30 metro do solo
c	Circunferência com casca em qualquer parte do tronco diferente de 1,30 m
c_j	Neste caso, o índice j deve ser usado para indicar uma posição específica no tronco com casca da árvore, como $c_{0,7}$, c_6 , etc.
C_s e c_s	Circunferência sem casca a 1,30 metro do solo e em uma posição qualquer do tronco, respectivamente

Quadro 2 - Símbolos para altura

Variável	Descrição
H	Altura total
h	Altura qualquer do tronco abaixo da altura total (não define uma altura específica)
h_j	Altura em uma posição específica j do tronco correspondente a d_j
h_t	Altura do toco
h_p	Altura ou comprimento da ponta
h_f	Altura do fuste até o início da copa
h_c	Altura da copa
h_v	Altura vertical
h_m	Altura comercial
H_L	Altura média de Lorey
H_P	Altura de Pressler
\bar{H}	Altura média aritmética
H_D	Altura dominante

Quadro 3 - Símbolos para áreas seccionais, transversais ou basimétricas e áreas basais

Variável	Descrição
g	Área basimétrica de uma árvore com casca
G	Área basal de um povoamento com casca
G_s e g_s	Área basal do povoamento e área basimétrica da árvore, respectivamente, sem casca
a	Área seccional relativa a qualquer diâmetro d com casca
a_j	Área em uma posição j específica do tronco com casca
a_s	Área seccional sem casca

Quadro 4 - Símbolos para volume e biomassa

Variável	Descrição
v	Volume de uma árvore individual com casca
V	Volume total de um povoamento com casca
V_s e v_s	Volume total do povoamento e da árvore, respectivamente, sem casca
v_a	Volume de um torete
v_t	Volume do toco
v_p	Volume da ponta

Continua...

Quadro 4, cont.

Variável	Descrição
v_g	Volume de galhos
v_{cil}	Volume do cilindro da árvore
v_f	Volume do fuste
v_F	Volume Francon
v_m	Volume comercial de uma árvore individual
v_i	Volume de uma parte específica do fuste de uma árvore
V_m	Volume comercial de um povoamento
w	Biomassa da árvore
W	Biomassa do povoamento

Quadro 5 - Símbolos para variáveis de crescimento e produção

Variável	Descrição
t	Idade da árvore ou do povoamento
i	Incremento em uma árvore
I	Incremento em um povoamento ou floresta
I_n	Ingresso em um povoamento ou floresta
I_c	Incremento corrente, respeitando a unidade (mês ou ano)
I_m	Incremento médio
I_p	Incremento periódico
$I_{\bar{p}}$	Incremento periódico médio
S	Índice de sítio ou de local
N	Número de árvores
N_f	Número de fustes
n	Tamanho da amostra
Y_b	Produção bruta
Y_l	Produção líquida
M	Mortalidade
R	Sobrevivência ou remanescente em número de árvores, área basal, volume, etc.

Quadro 6 - Outros símbolos utilizados em Mensuração e Manejo Florestal

Variável	Descrição
E	Espessura da casca
l	Distância horizontal ou comprimento de interesse dendrométrico de forma geral
L	Distância inclinada
f	Fator de forma a 1,30 metro de altura

Continua...

Quadro 6, cont.

Variável	Descrição
f_i	Fator de forma em que o cilindro foi definido em uma altura $i \neq 1,30$ m
K	Constante de Bitterlich
d_m	Abertura da mira de Bitterlich
k	Quociente de forma
q	Quociente De Liocourt
ρ	Densidade da madeira
A_f	Índice de área foliar

Além de muitas variações na redação de símbolos encontrados na literatura, há muitas variações também na forma de se definirem classes (por exemplo, classes de diâmetro, altura ou idade). Essas situações podem induzir o leitor à dúvida ou ao erro. A classificação mais comum é a de diâmetros, e os diversos exemplos de sua representação podem ser encontrados na literatura (Tabela 2).

Tabela 2 - Situações comumente encontradas na literatura para representar classes de diâmetro, altura e idade, por exemplo.

Diferentes representações para classes de tamanho			
5,0 – 7,4	5 – 10	7,1 a 9,0	7,0 – 8,99
7,5 – 9,9	10 – 15	9,1 a 11,0	9,0 – 10,99

Nos exemplos apresentados, em algumas situações não fica muito claro se as árvores nos extremos dos intervalos serão incluídas em determinada classe. Em outras situações, a maneira de redigir não parece ser a mais fácil, quando, por exemplo, se escreve uma sequência. Com o intuito de padronizar esse tipo de redação, no presente trabalho buscou-se na matemática uma referência para a definição de intervalos abertos e fechados que é adotada em praticamente 100% dos livros de cálculo e álgebra (LEITHOLD, 1994; THOMAS, 2008; STEWART; WATSON, 2021, entre outros). Também recomenda esse tipo de notação o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM) (INMETRO, 2012). Além da vantagem da padronização, a notação usada pelos matemáticos traz consigo a facilidade de redação e compreensão do que se quer expressar. Assim, definiu-se a seguinte regra para a redação de classes de tamanho:

[= intervalo fechado à esquerda e] = intervalo fechado à direita.
(= intervalo aberto à esquerda e) = intervalo aberto à direita.

Com essa proposta, as classes definidas anteriormente de forma não padronizada podem ser reescritas de acordo com o apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Regra para a redação de classes de tamanho de variáveis dendrométricas.

Redação das classes seguindo a nova padronização			
[5,0; 7,5)	[5; 10)	(7; 9]	[7; 9)
[7,5; 10,0)	[10; 15)	(9; 11]	[9; 11)

Assim, pode-se dizer que o Tópico 4 é a parte mais importante deste documento, pois define as regras para a redação de símbolos e de classes que, uma vez adotadas pelo conjunto de técnicos e pesquisadores da área de Mensuração e Manejo Florestal, facilitarão a comunicação entre os pares, aumentarão o rigor da redação científica e, como justificado amplamente no Tópico 3, tornarão a redação impessoal e vantajosa na forma de escrever.

Com o intuito de destacar essas vantagens, principalmente na utilização de símbolos, no Quadro 7 estão apresentados diversos exemplos de expressões usualmente encontradas em textos didáticos, livros e artigos científicos, em que é possível notar uma grande falta de padronização na forma de escrever (HONÓRIO, 2019). No Quadro 7 estão também apresentadas as expressões redigidas seguindo a padronização proposta neste tópico (Tópico 4). Desta forma, é possível comparar o antes e o depois, sendo verificada a economia e a simplificação da redação, bem como a precisão da informação que se tenta transmitir. Além disto, no Apêndice B estão apresentados diversos exemplos de redação de modelos volumétricos, hipsométricos, de afilamento, de crescimento e de produção, quando também se percebem as vantagens de uma padronização na forma de redigir.

Quadro 7 – Exemplos de símbolos empregados na redação de expressões utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal, antes e depois da padronização, em que i corresponde à i -ésima árvore, j à j -ésima seção na i -ésima árvore e t ao período de tempo.

Descrição	Antes	Depois
Diâmetro à altura do peito	$DAP = \frac{CAP}{\pi}$	$D = \frac{C}{\pi}$
Diâmetro médio quadrático	$q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n DAP_i^2}{n}}$	$D_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n D_i^2}{n}}$
Diâmetro equivalente	$DE = \sqrt{\sum_{i=1}^n DAP_i^2}$	$D_e = \sqrt{\sum_{i=1}^n D_i^2}$
Diâmetro sem casca	$DAP_{SC} = DAP_{CC} - 2Ec$	$D_s = D - 2E$
Diâmetro médio aritmético com casca	$\overline{DAP} = \frac{\sum_{i=1}^n DAP_i}{n}$	$\overline{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$
Altura média aritmética	$\overline{Ht} = \frac{\sum_{i=1}^n Ht_i}{n}$	$\overline{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}$
Altura dominante média	$\overline{H}_{dom} = \frac{\sum_{i=1}^n H_{dom_i}}{n}$	$\overline{H}_D = \frac{\sum_{i=1}^n H_{D_i}}{n}$
Altura média de Lorey	$h_L = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i}$	$H_L = \frac{\sum_{i=1}^n g_i H_i}{\sum_{i=1}^n g_i}$
Área basimétrica	$AS = \frac{\pi DAP^2}{40000}$	$g = \frac{\pi D^2}{40000}$
Área basal	$AB = \sum_{i=1}^n \frac{\pi DAP_i^2}{40000}$	$G = \sum_{i=1}^n \frac{\pi D_i^2}{40000}$
Volume total com casca do fuste da árvore	$VTCC = \sum_{i=1}^n V_i$	$v = \sum_{i=1}^n v_i$
Volume por Smalian	$V_j = \frac{g_1 + g_2}{2} L$	$v_j = \frac{a_j + a_{j+1}}{2} l$
Volume por Huber	$v_j = gm * L$	$v_j = \alpha_{1/2} l$

Continua...

Quadro 7, cont.

Descrição	Antes	Depois
Volume do toco	$Vtoc = g_0 * at$	$v_t = a_0 h_t$
Volume da ponta	$VPonta = \frac{g_n * hponta}{3}$	$v_p = \frac{a_n h_p}{3}$
Volume do cilindro	$vcil = \frac{\pi DAP^2}{40000} * HT$	$v_{cil} = \frac{\pi D^2}{40000} H$
Volume Francon	$Vf = \left(\frac{C}{4}\right) L$	$v_{F_j} = \left(\frac{C_{h_j/2}}{4}\right) l$
Fator de forma artificial	$f_{1,3} = \frac{vreal}{vcil}$	$f = \frac{v}{v_{cil}}$
Quociente de forma	$q = \frac{d_{H/2}}{DAP}$	$k = \frac{d_{H/2}}{D}$
Correção da área da parcela	$\cos(\alpha) = \frac{DR}{DI}$	$\cos(\alpha) = \frac{l}{L}$
Constante de Bitterlich	$K = 2500 \left(\frac{d}{L}\right)^2$	$K = 2500 \left(\frac{d_m}{l}\right)^2$
Incremento corrente	$ICA = Y_{i+1} - Y_i$	$I_c = Y_{t+1} - Y_t$
Incremento médio	$IMA = \frac{Y_f}{Id}$	$I_m = \frac{Y_t}{t}$
Biomassa do fuste da árvore	$B = dbm * v$	$w = \rho v$
Biomassa do povoamento	$B = \sum_{j=1}^n B_i$	$W = \sum_{i=1}^n w_i$

5 SUGESTÃO DE USO DE CASAS DECIMAS E UNIDADES DAS VARIÁVEIS

No Quadro 8 está sugerido o uso de casas decimais em algumas das principais variáveis utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal. Cabe ressaltar, com base na teoria dos erros, que qualquer medida usada para qualquer variável deve conter no máximo um algarismo significativo duvidoso. Outra observação importante refere-se às sugestões de número de casas decimais listadas no Quadro 8, ou seja, como exibir valores em livros, artigos, relatórios ou qualquer tipo de documento. Neste sentido, quando se efetuam cálculos, especialmente aqueles executados em sequência, deve ser fortemente evitado o arredondamento de valores, uma vez que, dependendo da maneira que se arredonda e se realizam cálculos consecutivos, o erro acumulado pode se tornar muito significativo. Um exemplo: primeiro se calcula a área basal, e o valor obtido é usado para calcular o volume; o uso de arredondamento, neste caso, pode levar a erros muito grandes.

Quadro 8 - Número de casas decimais e unidade de medida para apresentação das principais variáveis utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal.

Variáveis	Número de Casas Decimais	Unidade de Medidas
D e d	2	centímetro
H e h	1	metro
g	4	metro quadrado
G	2	metro quadrado
v	4	metro cúbico
V	2	metro cúbico
f	2	adimensional
k	2	adimensional
w	2	kg
W	2	kg

Obs.: Toda variável expressa em porcentagem (%) deve conter duas casas decimais.

As unidades de medida também são importantes na Mensuração Florestal. Assim, no sentido de tornar o seu uso o mais correto possível, podem-se encontrar regras para a aplicação do SI em INMETRO (2021). De acordo com essa referência,

Os princípios gerais para a escrita dos símbolos das unidades e dos números foram propostos em primeiro lugar na 9^a reunião da Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) (1948, Resolução 7). Foram em seguida adotados e elaborados pela ISO (*International Organization of Standardization*), a IEC (*International Electrotechnical Commission*) e outras organizações internacionais. Existe, portanto, um consenso sobre o modo como devem ser expressos os símbolos e os nomes das unidades, incluindo os símbolos e os nomes de prefixos, bem como os símbolos e os valores das grandezas.

Como o intuito geral deste documento é padronizar a redação de símbolos e unidades de medida, vale a pena citar a Portaria nº 590, de 02 de dezembro de 2013 (INMETRO, 2013), que trata das regras a serem adotadas na utilização e redação de unidades de medidas, de acordo com o que define o SI, lembrando que o Brasil é signatário desse sistema. Cabe ressaltar que a referida portaria deve seguir as atualizações propostas pelo SI, portanto deve-se estar atento às novas publicações. Em 2021, o INMETRO publicou uma nova atualização de regras do SI (INMETRO, 2021), que, em princípio, não contraria o que essencialmente está proposto na Portaria nº 590, de 02 de dezembro de 2013.

Na sequência, estão apresentadas algumas regras que podem ser úteis, tomando-se como base a Portaria nº 590, de 02 de dezembro de 2013 (INMETRO, 2013) e a atualização publicada por INMETRO (2021). A recomendação da Associação Brasileira de Mensuração Florestal, por meio deste documento, é que as regras apresentadas pelo INMETRO sejam adotadas na Mensuração e no Manejo Florestal.

5.1) Os símbolos das unidades são impressos em caracteres verticais, independentemente do caractere vertical ou itálico usado no texto em que estão inseridos. Em geral, os símbolos das unidades são escritos em letra minúscula, mas se o nome da unidade deriva de um nome próprio, a primeira letra do símbolo é uma letra maiúscula.

- Exemplo:

kilograma	Newton	metro cúbico
-----------	--------	--------------

- Exceções:

No início da frase, para as unidades “grau Celsius” e litro (no caso de litro o símbolo pode ser maiúsculo ou minúsculo), por exemplo.

5.2) Quando for utilizado um prefixo de múltiplo ou submúltiplo, esse faz parte da unidade e precede o símbolo da unidade, sem espaço entre o símbolo do prefixo e o símbolo da unidade. Um prefixo nunca é utilizado isoladamente, e prefixos compostos nunca são usados.

- Exemplos:

Certo	Errado
milígrama	mili-grama
kilopascal	kilo-pascal

5.3) Não é permitida a utilização de abreviaturas para os símbolos e nomes de unidades, como seg (para s ou segundo), mm quad. (para mm^2 ou milímetro quadrado), cc (para cm^3 ou centímetro cúbico) ou mps (para m/s ou metro por segundo).

5.4) Como mencionado no Tópico 5.3, os símbolos das unidades são entidades matemáticas, e não abreviaturas. Portanto, não devem ser seguidos de um ponto, exceto quando se encontram no final de uma frase.

- Exemplos de que símbolos não são abreviaturas

Unidade	Certo	Errado
Segundo	s	s.; seg.
Metro	m	m.; mtr.
Kilograma	kg	kg.; kgr.
Hora	h	h.; hr.

Os símbolos das unidades permanecem invariáveis no plural, e não se deve misturar símbolos de unidades com nomes de unidades

numa mesma expressão, uma vez que os nomes não são entidades matemáticas.

- Exemplos de que símbolos são invariáveis, portanto, não são seguidos de “s”.

Unidade	Certo	Errado
cinco metros	5 m	5 ms
dois kilogramas	2 kg	2 kgs
oito horas	8 h	8 hs

5.5) Embora os valores das grandezas sejam geralmente expressos por meio de números e símbolos de unidades, se por algum motivo o nome da unidade for mais apropriado do que o respectivo símbolo, o nome da unidade deve ser escrito por extenso.

- Exemplos:

Unidades	Nome	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	kilograma	kg

5.6) Quando o nome da unidade é associado ao nome de um prefixo de um múltiplo ou submúltiplo, não é utilizado espaço ou hífen entre o nome do prefixo e o da unidade. O conjunto formado pelo nome do prefixo e o da unidade constitui uma palavra única (veja os exemplos no Quadro 9).

Quadro 9 - Grafia correta, de acordo com o SI, para combinação de alguns prefixos e unidades do SI.

Prefixo SI + Unidade SI	Nova Grafia Conforme o SI	Grafia Aceita Atualmente, Mas a Ser Extinta
centi + metro	centímetro	centímetro
deca + metro	decâmetro	decâmetro
deci + metro	decímetro	decímetro
exa + metro	hexâmetro	exâmetro
giga + metro	gigâmetro	gigâmetro

hecto + metro	hectometro	hectômetro
kilo + metro	kilometro	quilômetro
micro + metro	micrometro	micrômetro
mini + metro	milimetro	milímetro
mini + radiano	miliradiano	miliradiano
mini + segundo	milissegundo	milissegundo
nano + metro	nanometro	nanômetro

5.7) O símbolo é escrito no mesmo alinhamento do número a que se refere, e não como expoente ou índice. São exceções os símbolos das unidades de ângulo plano grau ($^{\circ}$), minuto ($'$) e segundo ($''$), os expoentes dos símbolos que têm expoente, o sinal $^{\circ}$ do símbolo do grau Celsius e os símbolos que têm divisão indicada por traço de fração horizontal.

- Exemplos:

Certo	Errado
250 m	250 m
10 g	10 g
2 mg	2 mg

5.8) De acordo com o citado no Tópico 3, a multiplicação dos símbolos das unidades deve ser indicada por um espaço ou um ponto centrado a meia altura (\cdot), para evitar que alguns prefixos sejam interpretados de forma errônea como um símbolo de unidade. A divisão é indicada por uma linha horizontal, por uma barra inclinada (/) ou por expoentes negativos. Quando se combinam vários símbolos, é necessário tomar cuidado para evitar qualquer tipo de ambiguidade, por exemplo, utilizando colchetes ou parênteses, ou expoentes negativos. Não se deve utilizar uma barra inclinada mais de uma vez numa expressão sem parênteses, a fim de evitar qualquer ambiguidade.

Exemplo do modo correto de fazer: m/s , $\frac{m}{s}$ ou ms^{-1} .

5.9) A redação do plural dos nomes das unidades obedece a uma série de regras, a saber:

Quando os nomes de unidades são escritos ou pronunciados por extenso, a formação do plural obedece às seguintes regras básicas:

- a) os prefixos SI são invariáveis;
- b) exceto nos casos da alínea c), os nomes de unidades recebem a letra “s” no final de cada palavra:
 - quando são palavras simples. Por exemplo: amperes, becquerels, candelas, curies, decibels, farads, grays, henrys, joules, kelvins, mols, parsecs, pascals, kilogramas ou quilogramas, roentgens, volts, webers, etc.

Nota: Segundo essa regra, o plural do nome da unidade não desfigura o nome que a unidade tem no singular, não se aplicando aos nomes de unidades certas regras usuais de formação do plural de palavras, por exemplo, becquerels, e não “becqueréis”; decibel, e não “decibéis”; mols, e não “moles”; pascals, e não “pascais”, etc.

- quando são palavras compostas em que o elemento complementar de um nome de unidade não é ligado a este por hífen. Por exemplo: metros quadrados, milhas marítimas, unidades astronômicas, etc.; e
- quando o nome da unidade é um termo composto por multiplicação, em que os componentes podem variar independentemente um do outro, o plural do nome da unidade pode ser feito de duas maneiras. Os nomes das unidades devem ser separados por hífen ou um espaço, podendo ser indicados de duas maneiras:

Singular	Plural	Plural
ampere-hora	ampères-horas	ampères-hora
ampere hora	ampères horas	ampères hora
ohm-metro	ohms-metros	ohms-metro
ohm metro	ohms metros	ohms metro
newton-metro	newtons-metros	newtons-metro
newton metro	newtons metros	newtons metro
pascal-segundo	pascals-segundos	pascals-segundo
pascal Segundo	pascals segundos	pascals segundo

watt-hora	watts-horas	watts-hora
watt hora	watts horas	watts hora

c) os nomes ou as partes dos nomes de unidades não recebem a letra “s” no final:

- quando terminam pelas letras s, x ou z. Por exemplo, siemens, lux, hertz, etc.;
- quando correspondem ao denominador de unidades compostas por divisão. Por exemplo, kilometros por hora ou quilômetros por hora, lumens por watt, watts por esferorradiano, etc.; e
- quando, em palavras compostas, são elementos complementares de nomes de unidades e ligados a estes por hífen ou preposição. Por exemplo, anos-luz, unidades (unificadas) de massa atômica, etc.

5.10) No Quadro 10 estão apresentadas, de acordo com INMETRO (2013), algumas unidades aceitas pelo SI e que são correntemente utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal.

Quadro 10 - Exemplos de unidades comumente utilizadas em Mensuração e Manejo Florestal pertencentes ao SI.

Grandeza	Nome da Unidade Singular (Plural)	Símbolo da Unidade
Comprimento	metro	m
Área	metro quadrado	m^2
Volume	metro cúbico	m^3
Ângulo plano	radiano	rad
Tempo	segundo	s
Velocidade	metro por segundo	m/s
Massa	kilograma*	kg
Densidade, massa específica	kilograma por metro cúbico	kg/m^3

* Em INMETRO (2021), recomenda-se utilizar apenas a nomenclatura “kilo” ou “kilograma” e evitar “quilo” ou “quilograma”, para acolher as decisões do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.

Fonte: adaptado de INMETRO (2013).

5.11) Algumas unidades são correntemente empregadas, mas não necessariamente fazem parte do SI. Nessa situação, existe uma tolerância para o caso de algumas unidades que, embora não façam parte do SI, já são utilizadas há muito tempo, o que torna difícil a sua exclusão. No Quadro 11 estão apresentados alguns exemplos desse tipo de unidade.

Quadro 11 - Exemplos de unidades fora do SI, mas em uso com o SI.

Grandeza	Nome da Unidade Singular (Plural)	Símbolo da Unidade	Valor em unidades SI
tempo	minuto (minutos)	min	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
	hora (horas)	h	$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$
	dia (dias)	d	$1 = 24 \text{ h} = 86400 \text{ s}$
ângulo plano	grau (graus)	°	$1^\circ = (\pi/180) \text{ rad}$
	minuto (minutos)	'	$1' = (1/60)^\circ = (\pi/10800) \text{ rad}$
	segundo (segundos)	"	$1'' = (1/60)' = (\pi/648000) \text{ rad}$
área	hectare (hectares)	ha	O hectare é utilizado para exprimir áreas agrárias. $1 \text{ ha} = 1 \text{ hm}^2 = 10^4 \text{ m}^2$
volume	litro (litros)	l, L	O símbolo L (ele maiúsculo) foi adotado como alternativa para evitar o risco de confusão entre l e o algarismo um (1) $1 \text{ L} = 1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
massa	tonelada (toneladas)	t	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$

Fonte: INMETRO (2013).

5.12) O valor de uma grandeza deve ser expresso como o produto de um número por uma unidade. Entre o número e a unidade, deve haver um espaço, que deve atender à conveniência de cada caso. Por exemplo, em frases de textos correntes, é dado normalmente o espaçamento correspondente a uma ou a meia letra.

Nota: quando houver possibilidade de fraude, não se deve usar espaçamento.

- Exemplo:

valor numérico	prefixo da unidade
250,8	cm
espaço de até um caractere	unidade (comprimento)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas argumentações apresentadas no presente documento, foi possível verificar a importância da padronização da nomenclatura dos termos comumente utilizados em Mensuração e Manejo Florestal, haja vista a diversidade de símbolos empregados em diferentes documentos científicos, até o momento.

Considerando a coesão sobre as simbologias a serem empregadas e utilizando um critério lógico, foi elaborado um glossário, de modo que esses símbolos passem a ser utilizados de forma sistemática na redação de trabalhos científicos.

Buscando contribuir para a escrita científica em Mensuração e Manejo Florestal, regras foram definidas para a redação de variáveis e expressões matemáticas, bem como para a utilização de unidades e definição do número de casas decimais, visando facilitar a redação e a compreensão do que se quer expressar.

Os autores consideram vantajosa, em diversos aspectos, a sistematização da comunicação científica, no entanto serão necessários o apoio e a adesão dos pesquisadores da área, possibilitando, assim, sua ampla divulgação no meio científico.

REFERÊNCIAS

- ALEGRIA, C. M. M. **Lições de dendrometria e inventário florestal** I. Castelo Branco: Escola Superior Agraria, 2004. 186 p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.11/387>. Acesso em: 22 abr. 2021.
- BATISTA, J. L. F. et al. (Org.). **METRVM - Glossarivm quantitativm silvarvm**. Disponível em: <http://cmq.esalq.usp.br/wiki/doku.php?id=publico:metrvm:glossarivm:start>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal**: Perguntas e respostas. 5. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. 636 p.
- CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES (CGPM). **Comptes rendus des Séances de la Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures**. Paris: CGPM, 1948. p. 70-72. Disponível em: <https://www.bipm.org/documents/20126/33145667/CGPM9.pdf/77fe0fa9-bda8-1620-831e-33646e446cd8>. Acesso em: 13 abr. 2022.
- FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R. **Padronização de símbolos florestais**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1988. 11 p. CEPEF/FATEC. Série técnica, 5).
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM; CEPEF, 1992. 269 p.
- GLAVIČ, P. Review of the international systems of quantities and units usage. **Standards**, Basel, v. 1, n. 1, p. 2–16, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/standards1010002>. Acesso em: 30 abr. 2022.
- HONÓRIO, A. P. A. **Padronização do uso de símbolos em mensuração e manejo florestal**. 2019. 20 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2019. Disponível em: [https://florestaemadeira.ufes.br/files/field/anexo/tcc_ana_paula_alcure_honorio.pdf](https://florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/field/anexo/tcc_ana_paula_alcure_honorio.pdf). Acesso em: 30 abr. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). *Vocabulário internacional de metrologia* – VIM. Conceitos fundamentais e gerais e termos associados. 1. ed. Luso-Brasileira. Rio de Janeiro: INMETRO, 2012. 94 p. Disponível em: https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/documentos-tecnicos-em-metrologia/vim_2012.pdf/@@download/file/vim_2012.pdf. Acesso em: 17 abr. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). Portaria INMETRO Nº 590, de 2 de dezembro de 2013. Aprova a atualização do Quadro Geral de Unidades de Medida adotado pelo Brasil. *Diário Oficial da União*, Brasília-DF, v.150, n.238, seção 1, p.102, 2013. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002050.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). *O sistema internacional de medidas*. Brasília: INMETRO, 2021. 114 p. Disponível em: https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/documentos-tecnicos-em-metrologia/si_versao_final.pdf/@@download/file/Brochura_Tradu%C3%A7%C3%A3o%20lusobrasileira%20de%202021%20do%20SI_Vers%C3%A3o%20BR_20.05.21_final.pdf. Acesso em: 22 abr. 2022.

INTERNATIONAL UNION OF FOREST RESEARCH ORGANIZATION (IUFRO). *The standardization of symbols in forest mensuration*. Orono: Maine Agricultural Experiment Station, 1965. 32 p. (Maine Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin, 15). Disponível em: https://digitalcommons.library.umaine.edu/aes_techbulletin/193/. Acesso em: 09 abr. 2022.

LEITHOLD, L. *O cálculo com geometria analítica*. v.1. 3.ed. São Paulo: Harbra, 1994. 788 p.

LOETSCH, F.; ZOEHrer, F.; HALLER, K. E. *Forest inventory*. v. 2. Munchen: BVL, 1973. 469 p.

LOUREIRO, A. M. **Condução dos povoamentos. apontamentos de silvicultura.** 2. ed. Vila Real: UTAD, 1991. 23 p. (Série Didática. Apontamentos de silvicultura, 7).

PIRES, P. de T. de L.; LOPER, A. A.; MENDES, C. J.; PETERS, E. L.; MAIA, G. N.; ABREU, L. M. de. (Org.). **Dicionário de termos florestais.** 1. ed. Curitiba; FUPEF, 2018. 102 p. Disponível em: https://www.apreflorestas.com.br/wp-content/uploads/2018/03/APRE_dicionario_2018_digital-1.pdf. Acesso em: 30 abr. 2022.

PRODAN, M.; PETERS, R.; FOX, F.; REAL, P. **Mensura Forestal.** San José: GTZ/IICA, 1997. 561 p. Disponível em: <https://repositorio.iica.int/handle/11324/15038?show=full>. Acesso em: 16 abr. 2022.

REMADE. **Glossário.** Disponível em: <http://www.remade.com.br/glossario>. Acesso em: 30 abr. 2021.

ROBERTS, E. G. Standardization of symbols in forest mensuration. **Journal of Forestry**, v. 66, n. 6, p. 494, 1968. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jof/66.6.494>. Acesso em: 30 abr. 2022.

SILVA, J. A. A. da; PAULA NETO, F. de. **Princípios básicos de dendrometria.** Recife: UFRPE, 1979. 191 p. Disponível em: <http://esalqlastrop.com.br/img/aulas/Apostila%20-%20Dentrometria.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2021.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal.** UFV, Viçosa, 2006. 276 p.

SOUZA, P. de. **Terminologia florestal:** glossário de termos e expressões florestais. Rio de Janeiro: IBGE, 1973. 304 p.

STEWART, J.; CLEGG, D.; WATSON, S. **Cálculo.** v.1. São Paulo: Cengage Learning, 2021. 706p.

THOMAS, G.B. **Cálculo.** v.1. 11.ed. São Paulo: Pearson, 2008. 772 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES PARA

PADRONIZAÇÃO DA TERMINOLOGIA FLORESTAL, 1976,
Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1976. 101 p.

VAN SOEST, J.; AYRAL, P.; SCHOBER, R.; HUMMEL, F. C. C.
Recommandation sur la normalization des simboles dans les mesures
forestieres. In: IUFRO, 1956, Oxford. **Annales...** Rome: IUFRO,
1959. p. 1-26.

APÊNDICE A – GLOSSÁRIO DE TERMOS USUALMENTE EMPREGADOS EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL

Um passo muito importante para a atribuição de nomes às variáveis é definir de forma consensual o que realmente as variáveis representam. Neste caso, o exemplo mais famoso é quando se utiliza a sigla *DAP*. Essa sigla é popularmente conhecida como diâmetro à altura do peito. Mas o que seria a altura do peito? No Brasil ela é aceita como sendo a altura de 1,30 m a partir do nível do solo, mas nos Estados Unidos é 1,37 m, em muitos países europeus é 1,29 m e no Japão é 1,25 m. Diante desses fatos, sob o ponto de vista da sistematização científica, utilizar a denominação *DAP* não parece ser uma boa ideia, basicamente por duas razões, a saber: não expressa uma ideia clara da variável que representa, uma vez que altura do peito é algo subjetivo e que pode variar de acordo com o país, e é escrita com mais de uma letra, o que já se demonstrou ser desvantajoso. Situação semelhante acontece com a definição da área basal.

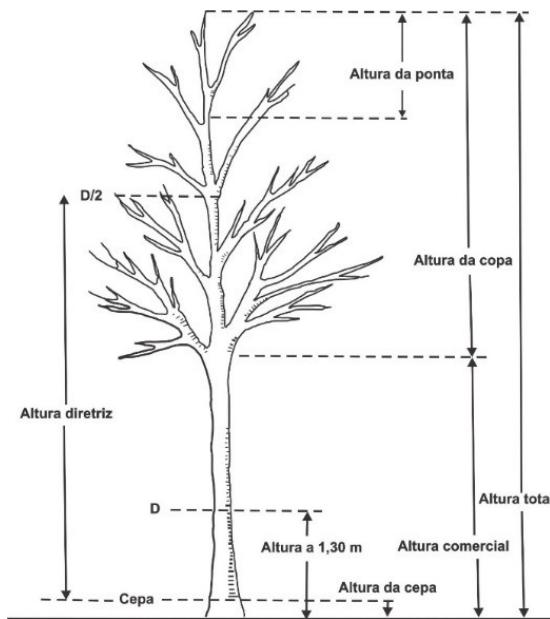
Assim, um passo importante na atribuição de nomes às variáveis é apresentar conceitos claros. Na sequência tem-se um glossário de termos, levando em conta o modelo de padronização construído neste documento (Quadros 1 a 6) e os trabalhos de Souza (1973), UFPR (1976), Pires et al. (2018), Batista et al. (2021) e REMADE (2021).

A

Alometria - refere-se à taxa de crescimento de características dendrométricas das árvores ou do povoamento ao longo do tempo (ver modelo alométrico).

Altura (*h* ou *H*) - distância linear ao longo do eixo principal da árvore, partindo do solo até qualquer ponto referencial. Portanto, a uma mesma árvore podem ser atribuídas diferentes alturas (Figura 1).

Figura 1 - Exemplo de algumas alturas que podem ser tomadas em uma árvore, em que D = diâmetro a 1,30 m do solo; e $D/2$ = diâmetro que representa a metade do D .



Fonte: adaptada de Marques (1981), citado por Alegria (2004).

Altura comercial (h_m) - comprimento do fuste principal da árvore a partir do solo ou da altura da cepa até um ponto acima definido pela especificação de um diâmetro mínimo, conforme a utilização comercial da madeira.

Altura do fuste (h_f) - altura do solo até a inserção no fuste do primeiro ramo vivo.

Altura da cepa ou do toco (h_t) - altura do corte na derrubada da árvore.

Altura da copa (h_c) - altura total menos a altura até a base da copa.

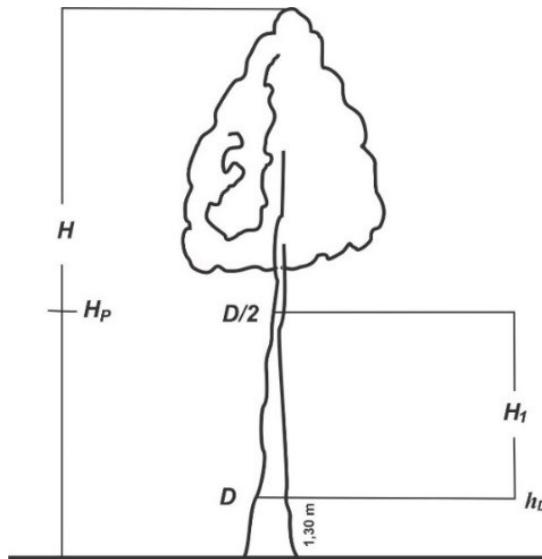
Altura ou comprimento da ponta (h_p) - altura obtida do diâmetro mínimo utilizável até a ponta do ramo mais alto.

Altura diretriz (H_I) - altura obtida a um diâmetro correspondente à metade do D (ponto diretor), ou seja, a altura de Pressler (H_P) menos a altura da cepa (h).

Altura média de Lorey (H_L) - altura média ponderada de diferentes classes de árvores com pesos relacionados às respectivas áreas basais (fórmula de Lorey).

Altura de Pressler (H_P) - medição da altura entre o diâmetro a 1,3 metro (D) e um ponto no fuste onde o diâmetro é igual à metade do D (Figura 2).

Figura 2 - Altura total (H), altura de Pressler (H_P), altura diretriz (H_I), altura a 1,30 m do solo (h_D), diâmetro a 1,30 m do solo (D) e diâmetro que representa a metade do D ($D/2$).



Fonte: adaptada de Silva e Paula Neto (1979).

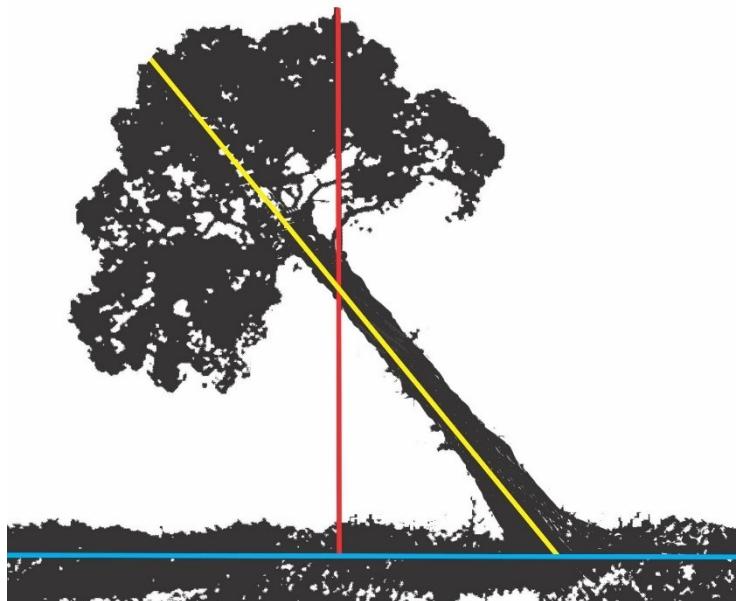
Altura dominante (H_D) - altura média das árvores dominantes (ver definição de árvore dominante).

Altura média aritmética do povoamento (\bar{H}) - média aritmética das alturas das árvores amostradas.

Altura total (H) - distância linear ao longo do eixo principal da árvore, partindo do solo até a ponta do ramo mais alto.

Altura vertical (h_v) - comprimento perpendicular ao solo obtido em árvore ou fuste inclinado, sem correção (Figura 3).

Figura 3 - Altura total (H) - linha amarela e linha vermelha (h_v).



Área basimétrica da árvore (g) - área da secção transversal do tronco de uma árvore à altura de 1,30 m do solo, assumindo que a secção transversal é circular.

Área basal do povoamento (G) - é a soma das áreas basimétricas das árvores (g_i) amostradas expressa por unidade de área.

Área de projeção da copa (A_c) - área, no plano horizontal, ocupada pela projeção vertical da copa de uma árvore, assumindo que a área projetada é circular.

Área seccional ou transversal da árvore (a) - área da secção transversal do tronco de uma árvore a qualquer altura, exceto a 1,30 m do solo, assumindo que a secção transversal é circular.

Árvore dominante - árvore cuja copa se situa no dossel superior, recebendo luz direta em toda a copa.

B

Biomassa - massa total de matéria orgânica presente em um dado momento numa determinada área.

Biomassa florestal - massa total ou dos compartimentos das árvores ou florestas, normalmente com base na matéria seca (teor de umidade igual a 0%).

Biomassa da árvore (w) - massa composta por folhas, galhos, frutos, troncos e raízes de uma determinada árvore.

Biomassa do povoamento (W) - massa composta por folhas, galhos, frutos, troncos e raízes de todas as árvores de um povoamento.

C

Casca (espessura) (E) - medida do quanto espessa é a casca.

Circunferência (c) - linha curva, fechada, cujos pontos são equidistantes de um ponto fixo, o centro. O ponto fixo é o centro, e a equidistância, o raio da circunferência. É tomada perpendicularmente ao longo do eixo principal da árvore, portanto a uma mesma árvore podem ser atribuídas diferentes circunferências.

Circunferência à altura do peito (C) - circunferência medida perpendicularmente ao eixo principal da árvore a 1,30 m do solo, geralmente convertida em diâmetro ($D = C/\pi$).

Classe de altura ou hipsométricas - intervalos em que se dividem as alturas de uma floresta, quanto à classificação e utilização.

Classe de idade - intervalos de idades em que se divide o povoamento.

Classe de diâmetro ou diamétricas - divisão em intervalos de diâmetros de árvores em um povoamento. Normalmente, as classes de diâmetro são definidas com base em D .

Classe de sítio - unidade de classificação de sítio, baseada em normas quantitativas (ex.: altura dominante - H_D).

Classificação de idade - quanto à idade (t), um povoamento pode ser equiâneo ou inequiâneo (Ver povoamento equiâneo e inequiâneo).

Constante de Bitterlich (fator de área basal) (K) - $K = 2500 \left(\frac{d_m}{l_K} \right)^2$ em que d_m = abertura da mira, em cm; l_K = comprimento da barra de Bitterlich, em cm.

Copa - parte da árvore constituída de galhos e folhas.

Corda de uma circunferência - é um segmento cujas extremidades pertencem à circunferência.

Crescimento - aumento gradual e irreversível das dimensões de uma árvore, uma floresta ou um povoamento com o passar do tempo.

Crescimento (componentes) - no caso do atributo dendrométrico ser um total, os componentes do crescimento florestal são: árvores sobreviventes ou remanescentes, ingresso ou recrutamento de árvores, mortalidade de árvores e corte (colheita ou desbaste).

Crescimento (mudança líquida) - total de um atributo na segunda ocasião de monitoramento menos o total do mesmo atributo na primeira ocasião de monitoramento.

Crescimento anual - crescimento de um atributo dendrométrico da árvore ou do povoamento no decorrer de um ano.

Crescimento bruto - crescimento da floresta ou do povoamento considerando todos os seus componentes: sobreviventes ou remanescentes, ingresso ou recrutamento de árvores, mortalidade de árvores e corte (colheita ou desbaste).

Crescimento líquido - crescimento da floresta ou do povoamento considerando sobreviventes ou remanescentes, ingresso ou recrutamento de árvores e corte (colheita ou desbaste), ou seja, é o crescimento bruto menos a mortalidade.

D

Dendrometria - é o ramo da Ciência Florestal que estuda os equipamentos e os métodos de medição das dimensões das árvores, visando à determinação dos diversos produtos de árvores e povoamentos.

Densidade básica da madeira (ρ) - é determinada pela razão da massa da madeira seca em estufa (massa seca) pelo volume da madeira saturada de água (volume verde).

Diâmetro (d) - é o comprimento da corda que passa pelo centro de uma circunferência, sendo este o dobro do raio. Essa medida pode ser tomada em qualquer ponto perpendicular ao longo do eixo principal da árvore, portanto a uma mesma árvore podem ser atribuídos diferentes diâmetros. Aqui se utilizou o símbolo de diâmetro com casca (d), mas a mesma ideia se aplica para os diâmetros sem casca (d_s). Isto vale para os demais diâmetros abaixo definidos.

Diâmetro à altura da base (d_b) - diâmetro do tronco medido à altura da base, isto é, junto à superfície do solo.

Diâmetro à altura do peito (D) - diâmetro medido a 1,30 metro do nível do solo, no caso do Brasil.

Diâmetro da árvore de área basimétrica central (d_z) - representa a árvore que divide a distribuição da área basal acumulada em 50%.

Diâmetro da copa da árvore (d_c) - média dos diâmetros da projeção horizontal da copa no terreno.

Diâmetro da cepa ou toco (d_t) - diâmetro medido na parte superior da cepa ou do toco após o corte da árvore.

Diâmetro dominante (D_D) - média dos diâmetros das árvores com maior D (designadas por árvores dominantes). Há necessidade de especificação do número de árvores amostradas (n) de maiores diâmetros.

Diâmetro equivalente (D_e) - diâmetro que representa a área basimétrica de uma árvore multifuste.

Diâmetro máximo (D_{max}) - pode representar o diâmetro máximo de uma amostra ou população.

Diâmetro médio aritmético (\bar{D}) - é a média aritmética dos diâmetros.

Diâmetro médio quadrático (D_g) - diâmetro correspondente à área basimétrica média do povoamento.

Diâmetro mínimo (D_{min}) - pode representar o diâmetro mínimo de uma amostra ou população.

Distância (l) - comprimento do segmento de reta que liga dois pontos.

E

Equação - equação é o resultado do ajuste do modelo com atribuição de valores (coeficientes) aos parâmetros do modelo. Caso o modelo seja determinístico (ver modelos determinísticos e estocásticos), normalmente essa atribuição é automática. No caso de modelos estocásticos, especialmente aqueles advindos de procedimentos estatísticos, é recomendável representar a variável dependente com um acento circunflexo ($\hat{}$ = símbolo de estimação), como comumente ocorre em modelos de regressão amplamente utilizados em Mensuração e Manejo Florestal.

- Exemplo:

-Modelo estocástico

$$v_i = \beta_0 + \beta_1(D_i^2 H_i) + \varepsilon_i \quad (\text{Modelo de Spurr, Quadro 3, do Apêndice B})$$

Equação associada ao modelo por meio de uma amostra

$$\hat{v}_i = 0,0097719 + 0,0000336(D_i^2 H_i)$$

em que

β_0 e β_1 = são os parâmetros do modelo; e

ε = erro aleatório (componente estocástico do modelo).

F

Fator de área basal - ver Constante de Bitterlich.

Fator de forma (f_i) - razão entre os volumes real e do cilíndrico da árvore. Deve-se especificar qual diâmetro foi usado como base para o cálculo da área do cilindro. Sem especificação, subentende-se o fator de forma comum.

Fator de forma comum (f) - razão entre os volumes real e do cilíndrico da árvore, sendo a área da base do cilindro calculada por meio do D . $f = v/\{(\pi/4)D^2H\}$

Fator de forma de Hohenadl - razão entre o volume real e do cilíndrico da árvore, sendo a área da base do cilindro calculada por meio do diâmetro a 1/10 de H , ou seja, neste caso o fator de Hohenadl é representado por f_i , em que $i = 1/10$ de H .

Fuste - é a parte do tronco livre de ramificações, suscetível de ser industrializada.

Fuste inclinado - aquele que cresce numa posição oblíqua ao plano horizontal.

Fuste reto - é aquele que se desenvolve perpendicular ao plano horizontal.

I

Idade da árvore (t_i) - tempo transcorrido desde a germinação da semente ou da brotação do tronco ou da raiz.

Idade base, índice ou de referência (ts) - idade de referência para definir o índice de sítio ou local de um povoamento florestal.

Idade do povoamento (t_i) - idade média das árvores, mas essa definição só tem sentido para povoamentos equiâneos, isto é, povoamentos com árvores de mesma idade.

Incremento (I) - crescimento de árvores e/ou florestas (circunferência, diâmetro, área basal, altura, volume, biomassa) medido em intervalos regulares de tempo. Deve-se especificar a que parâmetro dendrométrico e a que período se refere o incremento.

Incremento corrente (I_c) - incremento medido a cada ano ou mês de crescimento da floresta.

Incremento médio (I_m) - média dos incrementos anuais ou mensais medidos durante o crescimento da árvore ou do povoamento florestal. É obtido pelo tamanho da árvore ou do povoamento florestal dividido pela sua idade em anos ou meses. Sem especificação, subentende-se como relativo ao volume.

Incremento periódico (I_P) - produção total no fim do período menos produção total no início do período. Deve-se especificar a que período e a que parâmetro dendrométrico ele se refere.

Índice de área foliar (A_f) - razão entre a área foliar do dossel e a unidade de superfície projetada no solo.

Índice de sítio ou local (S) - descrição quantitativa do sítio de um povoamento florestal, geralmente referida como a altura dominante média numa idade de referência (idade índice ou idade base).

Ingresso ou recrutamento (I_n) - refere-se às árvores que ingressaram na amostra (atingiram o nível de inclusão considerado no levantamento) no período entre duas medições de uma parcela permanente. Pode ser definido tanto em termos do número de árvores que ingressaram, quanto em termos da área basal, volume, biomassa, etc.

M

Mensuração Florestal - É a ciência que trata das informações quantitativas e qualitativas sobre árvores e povoamentos necessárias para pesquisa e gerenciamento de recursos florestais.

Modelos - representação simplificada de uma realidade. Podem ser icônicos, analógicos, simbólicos, determinísticos ou estocásticos. Em Mensuração Florestal, é muito comum o uso de modelos simbólicos determinísticos ou estocásticos.

Modelos determinísticos e estocásticos - existem diferentes maneiras de se definir modelos determinísticos e estocásticos. Para os interesses da Mensuração e do Manejo Florestal, uma definição útil é a de que em modelos determinísticos o resultado é predeterminado em razão dos dados de entrada, não existindo a estrutura de erro. Ex.: $\rho = m/v$. Nesse exemplo, uma vez que se conhecem os valores de entrada de m (massa) e v (volume), o valor para ρ (densidade) é conhecido de forma exata. Por outro lado, no modelo estocástico o resultado não depende somente dos dados de entrada, mas também de outros fatores, normalmente aleatórios (a parte não explicada pelo modelo), que compõem a estrutura do erro. Isto requer um modelo probabilístico. Em Mensuração e Manejo Florestal, é muito comum o uso de modelos estocásticos na forma de modelos de regressão (ver Apêndice B).

Monitoramento - acompanhamento temporal de um sistema, visando observar e mensurar as alterações que ocorrem.

Mortalidade (M) - refere-se às árvores que morrem na amostra no período entre duas medições de uma parcela permanente. A mortalidade pode ser definida em termos absolutos com base no número de árvores por unidade de área, ou ainda segundo a área basal, o volume e a biomassa.

N

Nível de inclusão - diâmetro (D), ou altura (H), mínimo considerado para incluir o indivíduo/fuste em levantamentos de inventário florestal.

Número de árvores (N) - contagem do número de árvores por hectare.

Número de fustes (N_f) - contagem do número de fustes na árvore.

P

Ponta da árvore - parte da árvore definida pelo diâmetro mínimo utilizável até a ponta do seu ramo mais alto.

Povoamento florestal - conjunto de árvores em condições ecológicas similares.

Povoamento equiâneo - o povoamento é assim considerado quando todas as árvores têm a mesma idade. Em situações especiais, aceita-se como sendo equiâneo povoados em que a idade das árvores varia de no máximo 20% (LOUREIRO, 1991) a 30% (BATISTA et al., 2021) da rotação especificada.

Povoamento inequiâneo - o povoamento inequiâneo é composto por árvores de idades diferentes, ou ainda povoados em que a idade das árvores varia mais do que 20% (LOUREIRO, 1991) ou 30% (BATISTA et al., 2021).

Produção - expressa a quantidade total do volume, ou outra variável (área basal, diâmetro, altura, biomassa, etc.), acumulada num determinado tempo.

Produção líquida (Y_l) - produção excluindo a mortalidade (crescimento líquido)

Produção bruta ou total (Y_b) - volume (ou área basal, diâmetro, altura e biomassa), total produzido por uma árvore ou um povoamento até determinada idade. A produção total (V ou G) de um povoamento inclui o volume (área basimétrica) das árvores mortas ou desbastadas.

Q

Quociente de forma (k) - razão entre dois diâmetros tomados em alturas diferentes. Deve-se especificar quais os diâmetros usados.

Quociente de forma de Hohenadl - razão entre D e o diâmetro a 1/10 da altura.

Quociente de forma de Girard - razão entre o diâmetro sem casca do tronco na altura do topo da primeira tora comercial D , com casca.

Quociente De Liocourt (q) - razão entre número de árvores de classes diamétricas sucessivas decrescentes em povoamentos inequianos.

R

Raio de uma circunferência - é um segmento com uma extremidade no centro e outra num ponto da circunferência.

S

Secção transversal (a) - em Dendrometria, diz-se da secção de um tronco ou fuste, obtido em ângulo reto com o eixo longitudinal.

Sítio ou local - conceito que engloba os fatores do ambiente que determinam a qualidade de um dado local para sustentar o crescimento de árvores e, portanto, que condicionam a produção florestal de um dado povoamento. Este é geralmente descrito quantitativamente pelo índice de sítio ou local (S).

Sobrevivência, sobreviventes ou remanescentes (R) - refere-se às árvores que sobrevivem em um período entre duas medições de uma parcela permanente, isto é, as árvores que são medidas em duas ocasiões sucessivas. A sobrevivência pode ser definida em termos absolutos quanto ao número de árvores, à área basal, ao volume ou à biomassa.

T

Tamanho de amostra (n) - número de unidades medidas em um levantamento por amostragem.

Torete ou tora - parte do tronco de uma árvore, livre de ramificação, suscetível de ser industrializada, sob qualquer forma.

Tronco - é formado pelo eixo principal da árvore, compreendido entre o nível do solo e o botão terminal (coníferas), ou nas ramificações da copa (folhosas).

V

Volume - medida usada tradicionalmente para expressar a produção de madeira tanto de árvores ou toras individuais, quanto de florestas ou povoamentos florestais. Portanto, para expressar a produção de madeira se pode ter diferentes tipos de volume.

Volume aproveitável - soma dos volumes com ou sem casca de toras de madeira do(s) tronco(s) de uma árvore.

Volume cilíndrico da árvore (v_{cil}) - volume de uma árvore considerando um cilindro hipotético cuja altura é igual à altura total ou comercial da árvore, e o diâmetro é igual a D .

Volume comercial (v_m) - volume comercializável de madeira de árvores e povoamentos florestais conforme os objetivos de produção.

Volume da ponta (v_p) - volume da ponta da árvore definida pelo diâmetro mínimo utilizável até a ponta do ramo mais alto.

Volume de um torete ou de uma tora (v_a) - volume individual de um torete ou de uma tora de uma árvore.

Volume com casca (V - povoamento; v - árvore) - trata-se do volume da madeira adicionado ao volume da casca.

Volume individual (v) - volume total de determinada árvore.

Volume sem casca (V_s - povoamento; v_s - árvore) – trata-se apenas do volume da madeira.

Volume total (V) - volume de madeira de árvores e povoamentos florestais independentemente das formas de utilizações da madeira, ou seja, sem considerar um diâmetro mínimo de utilização.

APÊNDICE B – EXEMPLOS DA PADRONIZAÇÃO APLICADA A MODELOS EMPREGADOS EM MENSURAÇÃO E MANEJO FLORESTAL

Quadro 12 - Exemplos de modelos hipsométricos encontrados na literatura.

Modelos	Relação Funcional
Polinomiais	$H_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + \varepsilon_i$
	$H_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + \beta_2 D_i^2 + \varepsilon_i$
	$H_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + \beta_2 D_i^2 + \beta_3 D_i^3 + \varepsilon_i$
Hiperbólicos	$H_i = \beta_0 + \beta_1 / D_i + \varepsilon_i$
	$H_i = \beta_0 + \beta_1 / D_i^2 + \varepsilon_i$
	$H_i - 1,3 = \frac{D_i^2}{(\beta_0 + \beta_1 D_i + \beta_2 D_i^2)} + \varepsilon_i$
	$H_i = \left[\frac{D_i}{\beta_0 + \beta_1 D_i} \right]^2 + \varepsilon_i$
Potências	$\ln(H_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(D_i) + \varepsilon_i$
	$\ln\left(\frac{1}{H_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 \ln(D_i) + \beta_2 \ln(D_i^2) + \varepsilon_i$
	$\ln(H_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln\left(\frac{D_i}{(1 + D_i)}\right) + \varepsilon_i$
Exponenciais	$\ln(H_i) = \beta_0 + \beta_1 / D_i + \varepsilon_i$
	$\ln(H_i) = \beta_0 + \beta_1 / D_i^2 + \varepsilon_i$
Semilogarítmico	$H_j = \beta_0 + \beta_1 \ln(D_i) + \varepsilon_i$

Continua...

Quadro 12, cont.

Modelos	Relação Funcional
Funções de crescimento	$H_i = \beta_0 [1 - e^{-\beta_1 D_i}]^{\beta_2} + \varepsilon_i$
	$H_i = \beta_0 [1 - e^{-\beta_1 D_i^{\beta_2}}] + \varepsilon_i$
	$H_i = \beta_0 [1 - \beta_1 e^{-\beta_2 D_i}] + \varepsilon_i$
	$H_i = \beta_0 e^{-\beta_1 e^{-\beta_2 D_i}} + \varepsilon_i$
Modelos genéricos	$\frac{1}{H_i - 1,3} = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D_i} + \beta_2 \frac{1}{t_i} + \varepsilon_i$
	$H_i - 1,3 = \frac{D_i^2}{\beta_0 + \beta_1 D_i + \beta_2 D_i^2 + \beta_3 D_i t_i} + \varepsilon_i$
	$\ln(H_i) = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D_i} + \beta_2 \frac{1}{t_i} + \beta_3 \frac{1}{D_i t_i} + \varepsilon_i$

Quadro 13 - Exemplos de modelos associados a tabelas de volume local, em que β_k = parâmetros do modelo; e ε = erro aleatório.

Autor	Modelo
Kopezy – Gehrhardt	$v_i = \beta_0 + \beta_1 D_i^2 + \varepsilon_i$
Dissescu – Meyer	$v_i = \beta_1 D_i + \beta_2 D_i^2 + \varepsilon_i$
Hohenald – Krernm	$v_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + \beta_2 D_i^2 + \varepsilon_i$
Husch	$\log(v_i) = \beta_0 + \beta_1 \log(D_i) + \varepsilon_i$
Brenac	$\log(v_i) = \beta_0 + \beta_1 \log(D_i) + \beta_2 \log\left(\frac{1}{D_i}\right) + \varepsilon_i$

Fonte: Loetsch, Zoehrer e Haller (1973).

Quadro 14 - Exemplos de modelos associados a tabelas de volume regional, em que D = diâmetro a 1,30 m; H = altura total; β_k = parâmetros do modelo; e ε = erro aleatório.

Autor	Modelo
Schumacher-Hall	$v_i = \beta_0 D_i^{\beta_1} H_i^{\beta_2} \varepsilon_i$
Schumacher-Hall	$\log(v_i) = \beta_0 + \beta_1 \log(D_i) + \beta_2 \log(H_i) + \log(\varepsilon_i)$
Spurr	$v_i = \beta_1 D_i^2 H_i + \varepsilon_i$
Spurr	$v_i = \beta_0 + \beta_1 D_i^2 H_i + \varepsilon_i$
Stoate	$v_i = \beta_0 + \beta_1 D_i^2 + \beta_2 H_i + \beta_3 D_i^2 H_i + \varepsilon_i$
Meyer	$v_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + \beta_2 D_i^2 + \beta_3 D_i H_i + \beta_4 D_i^2 H_i + \varepsilon_i$
Ogaya	$v_i = D_i^2 (\beta_0 + \beta_1 H_i) + \varepsilon_i$
Takata	$v_i = D_i^2 H_i / (\beta_0 + \beta_1 D_i) + \varepsilon_i$

Fonte: Loetsch, Zoehrer e Haller (1973).

Quadro 15 - Exemplos de modelos de crescimento e produção.

Autor	Modelo
Modelo de Schumacher	$V_i = e^{\beta_0 + \beta_1(1/t_i)} + \varepsilon_i$
Modelo de Clutter	$\ln(V_i) = \beta_0 + \frac{\beta_1}{t_2} + \beta_2 S_i + \beta_3 \ln(G_{2i}) + \ln(\varepsilon_i)$ $\ln(G_{2i}) = \ln(G_{1i}) \frac{t_{1i}}{t_{2i}} + \alpha_0 \left(1 - \frac{t_{1i}}{t_{2i}}\right) + \alpha_1 \left(1 - \frac{t_{1i}}{t_{2i}}\right)^2 + \ln(\varepsilon_i)$
Modelo de Buckman	$V_i = \beta_0 + \beta_1 (G_i H_{Di}) + \varepsilon_i$ $\ln(I_{cGi}) = \beta_0 + \beta_1 S_i + \beta_2 \frac{1}{t_i} + \beta_3 G_{1i} + \varepsilon_i$
Modelo em função de Idade e Sítio	$V_i = e^{\beta_0 + \beta_1(1/t_i S_i)} + \varepsilon_i$

Fonte: Campos e Leite (2017).

Quadro 16 - Exemplos de modelos de afilamento.

Autor	Modelo
Kozak et al.	$\left(\frac{d_{ij}}{D_i}\right)^2 = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{h_{ij}}{H_i}\right) + \beta_2 \left(\frac{h_{ij}}{H_i}\right)^2 + \varepsilon_{ij}$
Ormerod	$\left(\frac{d_{ij}}{D_i}\right)^2 = \left[\left(\frac{H_i h_{ij}}{(H_i - 1,3)}\right)\right]^{2\beta_1} + \varepsilon_{ij}$
Demaerschalk	$\left(\frac{d_{ij}}{D_i}\right)^2 = 10^{\beta_0} D_i^{(2\beta_1 - 2)} H_i^{2\beta_2} (H_i - h_{ij})^{2\beta_3} + \varepsilon_{ij}$
Garay (1979)	$\left(\frac{d_{ij}}{D_i}\right)^2 = \beta_0 + (1 + \beta_1 \ln(1 - \beta_2 h_{ij}^{\beta_3} H_i^{-\beta_3})) + \varepsilon_{ij}$

Fonte: Campos e Leite (2017).

ISBN: 978-65-00-58507-0



Promoção

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL

Apoio

