

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

ALINE PEREIRA DAS VIRGENS

QUANTIFICAÇÃO E ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA EM CAATINGA

**VITORIA DA CONQUISTA – BA
MARÇO DE 2016**

ALINE PEREIRA DAS VIRGENS

QUANTIFICAÇÃO E ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA EM CAATINGA

Monografia apresentada a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / *Campus* Vitória da Conquista – Ba, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA
MARÇO DE 2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

Vitória da Conquista – BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: QUANTIFICAÇÃO E ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA EM CAATINGA

Autor: Aline Pereira das Virgens

Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal, pela banca examinadora:

Prof. Dr. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto - Presidente

Prof. Dr. Alessandro de Paula

Dr. Paulo Henrique Marques Monroe

Data de realização:01/03/2016

Colegiado de Engenharia Florestal UESB – *Campus* Vitória da Conquista, Estrada do bem Querer, km 4.
Telefone: (77) 3425-9380
Cep: 45083-900

Dedico;

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foram o que deram a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu primeiro agradecimento e louvor, pelo dom da vida, por ser minha estrutura, minha rocha, quem eu confio e espero. Obrigada Pai, por ser meu guia e consolo dos momentos de angústia e desespero, eu sei que sem Ti nada seria possível, Sua presença me deu força para seguir.

Aos meus pais Marli e Ailton, por abdicarem de seus sonhos em prol dos meus, por acreditarem em mim em todos os momentos, por fazerem dos meus objetivos os seus objetivos, pela sabedoria de cada palavra, que me deram força e vontade de seguir em frente. Pelo carinho, amor, apoio nas horas mais difíceis, que serviram de acalento. Pelas incansáveis orações, que diminuíram a distância e me fizeram sentir vocês sempre pertinho de mim.

Aos meus irmãos, Lane, que se tornou mais que uma irmã; uma companheira e parceira na luta do dia-a-dia; e Igã, meu melhor amigo, fonte de inspiração. A meu namorado, Adriano, com todo seu carinho e amor, paciência e companheirismo em todas as horas de todas as formas.

Aos colegas de Contendas: Mariana, Flávia, Vanessa, Mariana Nascimento, Jhuly, Paulo, Silvio, Allana, Van Vitor, Willian, Suellen, aos motosserristas, motoristas – Dalvan e Zequinha e os ajudantes de campo, que me ajudaram na difícil tarefa de adentrar na caatinga e sofrer alguns arranhões, foi duro aguentar o sol, o cansaço, o estresse, a fome mas foi um aprendizado pra vida, nunca vou esquecer do esforço de todos e da resenha a noite na sede, dali saiu amizade, brincadeiras, conselhos e alegria. Em especial Flavinha e Mari, que foram essenciais, que me ajudaram nos trabalhos, que me ensinaram muito durante todos os anos de faculdade, que estavam nos piores e melhores momentos, dando a mão, o incentivo e a até a bronca se precisar-se, que foram mais que amigas, irmãs, meninas vocês são pra vida inteira!

Aos mestres, pelo ensinamento, pela troca de saber, por compartilharem conhecimento e experiências. A minha orientadora Patrícia Anjos Bittencourt Barreto, pela oportunidade, confiança, paciência e apoio na execução desse trabalho.

Obrigada a todos que contribuíram para que esse trabalho pudesse ser realizado, seria impossível executa-lo sozinha.

“Adentrar a caatinga não é tarefa fácil: a vegetação possui espinhos, como forma de diminuir a perda d’água, e caminhar na mata quase sempre é garantia de arranhões no corpo. O sertanejo sabe da importância da roupa de couro e de se conhecer onde se anda: o espinho do “quiabento” é perigoso, amortece onde encosta; a folha de “cansação” tem “pelos” que, caso toquem na pele, irritam e deixam marca; dá até pra se alimentar, comendo “umbus”, ou o mel da “mandaçaia”, caso a fome aperte; para tentar amenizar o veneno da cascavel, a casca do “pinhão” é indicada. Se tudo isto der dor de barriga, raspa-se um pouco de “umburana” para tomar o seu chá e até pra dor de dente dá-se um jeito: “cansação de cavalo”.”

*Essa manografia segue as normas para submissão de artigo científico da
Revista Pesquisa Florestal Brasileira.*

QUANTIFICAÇÃO E ESTIMATIVA DE BIOMASSA ARBÓREA EM CAATINGA

Aline Pereira das Virgens ⁽¹⁾ Patrícia Anjos Bittencourt Barreto ⁽²⁾

⁽¹⁾ Graduanda do curso de Engenharia Florestal na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, apereira.aline@hotmail.com ⁽²⁾ Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos; UESB, patriciabarreto@uesb.edu.br.

Resumo

A caatinga é o bioma brasileiro menos conhecido cientificamente e também é o menos protegido, já que menos de 2% do seu território pertence a áreas de unidades de conservação. Assim, em razão dos poucos estudos e das condições climáticas nas quais o bioma está inserido, esse ecossistema tem sido negligenciado quanto à importância da conservação da sua biodiversidade. A quantificação de biomassa ganha importância diante da escassez de informações relacionadas ao tema no bioma, e, em particular, no estado da Bahia. Este estudo teve como objetivo quantificar os estoques de biomassa arbórea e sua distribuição nos diferentes componentes da parte aérea das árvores em conjunto e por espécie, bem como estimar os seus estoques de carbono e avaliar o potencial de utilização do fator de expansão de biomassa FEB médio para obtenção de estimativas de biomassa de Caatinga Arbórea, localizada na Floresta Nacional de Contendas do Sincorá (BA). A biomassa foi quantificada pelo método direto e estimada pelo (FEB). Os estoques médios de biomassa total e carbono por árvore, considerando o conjunto das espécies amostradas, são estimados em 50,71 e 25,3 kg. Os maiores estoques médios de biomassa são verificados nas espécies *Commiphora leptophloeos* (171,0 kg árvore⁻¹), *Coccoloba oblonga* (76,0 kg árvore⁻¹) e *Pseudobombax simplicifolium* (39,8 kg árvore⁻¹). Para a maior parte das espécies, a biomassa seca dos diferentes componentes da parte aérea está distribuída na seguinte ordem: fuste > galhos > folhas. A única espécie que apresenta distribuição diferenciada é *Jatropha mollissima*, com maior participação dos galhos, seguidos do fuste e folhas. A *Coccoloba oblonga* é a espécie que apresenta maior biomassa foliar, seguida pela *Chloroleucon foliolosum* e *Aspidosperma pyrifolium*. O fator de expansão da biomassa (FEB) médio obtido para o conjunto das espécies (1,74) propiciou estimativas sem tendências, com valor médio próximo do real. No entanto, o FEB apresentou baixa correlação com as variáveis: DAP e altura total.

Termos de indexação: Contendas do Sincorá, Manejo florestal Quantificação de Biomassa.

QUANTIFICATION AND ESTIMATION OF TREE BIOMASS IN CAATINGA

Abstract

The caatinga is the least known biome scientifically and is also the least protected, since less than 2% of its territory belongs to areas of conservation units. Thus, because of the few studies and climatic conditions in which the biome is inserted, this ecosystem has been neglected on the importance of conservation of biodiversity. Quantification of biomass

becomes important given the scarcity of information related to the topic in the biome, and in particular in the state of Bahia. This study aimed to quantify the woody biomass stocks and their distribution in different parts of the shoots of trees together and species and estimate their carbon stocks and assess the average BEF use of potential for obtaining estimates biomass Arboreal Caatinga, located in the National Forest Contendas the Sincorá (BA). Biomass was measured by the direct method and estimated the biomass expansion factor (BEF). The average inventory of total biomass and carbon per tree, considering all of the species are estimated at 50.71 and 25.3 kg. The highest average biomass stocks are checked in species *Commiphora leptophloeos* (171.0 kg tree⁻¹), *Coccoloba oblongata* (76.0 kg tree⁻¹) and *Pseudobombax simplicifolium* (39.8 kg tree⁻¹). For most species, the dry biomass of the different components of the aerial part is distributed in the following order: stem > branches > leaves. The only species whose distribution is *Jatropha mollissima*, with greater participation of the branches, followed by the stem and leaves. The *Coccoloba oblongata* is the species that is more leaf biomass, followed by *Chloroleucon foliolosum* and *Aspidosperma pyrifolium*. The biomass expansion factor (BEF) average obtained for all species (1.74) has provided estimates without bias, with near real average. However, BEF showed low correlation with the variables DBH and total height.

Index terms: Contendas do Sincorá, Forest management, Quantification of Biomass.

Introdução

Distribuído em uma área correspondente a cerca de 844 mil quilômetros quadrados, o bioma Caatinga abrange os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Bahia e o Norte de Minas Gerais. Ocupa 11% do território nacional e aproximadamente 54% da região Nordeste (porção semi-árida) (MMA, 2014). Apesar da sua grande importância, especialmente para a região Nordeste, a Caatinga vem sofrendo um intenso processo de degradação, que tem avançado ao longo dos últimos anos.

Segundo Leal et al. (2003), a caatinga é o bioma brasileiro menos conhecido cientificamente e também é o menos protegido, já que menos de 2% do seu território pertence a áreas de unidades de conservação. Assim, em razão dos poucos estudos e das condições climáticas nas quais o bioma está inserido, esse ecossistema tem sido negligenciado quanto à importância da conservação da sua biodiversidade.

Dentre as unidades de conservação localizadas em área de Caatinga no Brasil, a Floresta Nacional Contendas do Sincorá (FLONA Contendas do Sincorá-BA). A quantificação de biomassa nessa unidade de conservação ganha importância diante da escassez de informações relacionadas ao tema no bioma, e, em particular, no estado da Bahia.

A remoção parcial ou total da vegetação em áreas de Caatinga resulta na redução do estoque de biomassa vegetal, bem como na diminuição da cobertura dos solos, o que contribui para o aumento na degradação do bioma (LIMA JÚNIOR et al. 2014).

A quantificação da biomassa florestal permite a obtenção de informações acerca do potencial de produção de madeira para fins energéticos, especialmente quando se visa à utilização de todos os componentes da árvore (raízes, tronco, galhos), além de fornecer subsídios para estudos sobre o sequestro de carbono e ciclagem de nutrientes. Para Higuchi et al. (1998), as estimativas de biomassa representam um importante indicador para monitorar e avaliar a exportação de carbono e nutrientes após exploração florestal, na busca de minimizar os impactos ambientais gerados por essa atividade.

A quantificação de biomassa e carbono em florestas, segundo Sanquetta (2002), podem ser feitas por métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos são aqueles que proporcionam a medida real executada diretamente a campo, como a pesagem em balança dos compartimentos arbóreos. O método indireto consiste na utilização de variáveis de fácil obtenção para estimar a biomassa, dispensando a necessidade do abate de árvores (SILVEIRA et al., 2008). Tal estimativa pode ser feita por meio de relações quantitativas e matemáticas, como o emprego de fatores expansão de biomassa e modelos alométricos, que utilizam dados de inventário florestal, ou ainda pela utilização de uma base de dados em Sistema de Informações Geográficas (SIG) (SILVEIRA et al., 2008).

A utilização de fatores de expansão de biomassa permite a conversão (redução ou expansão) das estimativas de volume em biomassa florestal (SILVEIRA et al., 2008). Esses

fatores geralmente são oriundos da relação da biomassa total com a biomassa do fuste ou com o volume multiplicado pela densidade da madeira (SCHIKOWSKI et al., 2015).

Os estudos de biomassa e carbono em formações florestais são feitos com objetivos diversos, dentre os quais estão a avaliação da ciclagem de nutrientes, a quantificação da madeira para fins energéticos e como base de informações para estudos de sequestro de carbono. Esses estudos são de grande importância para a tomada de decisões no manejo dos recursos florestais.

Nesse contexto, este estudo teve como objetivo: (a) quantificar os estoques de biomassa arbórea e sua distribuição nos diferentes componentes da parte aérea das árvores em conjunto e por espécie, bem como estimar os seus estoques de carbono e (b) avaliar o potencial de utilização do FEB médio para obtenção de estimativas de biomassa de Caatinga Arbórea, localizada na Floresta Nacional de Contendas do Sincorá (BA).

Material e Métodos

Caracterização da área

O estudo foi conduzido na Floresta Nacional (FLONA) Contendas do Sincorá, localizada no município de Contendas do Sincorá, estado da Bahia. A área da FLONA tem vegetação classificada como Savana Estépica Florestada, destaca-se por possuir uma área total de cerca de 11 mil hectares, tendo como limites o riacho da Goiabeira, a Ferrovia Centro Atlântica, a serra da Cabeça Inchada e a Serra das Grotas, tendo sua sede situada nas coordenadas geográficas 13°45'N e 41°02'W (IBAMA, 2006) (Figura 1).



Figura 1 – Limites da Floresta Nacional de Contendas do Sincorá

Fonte: ICMBio

O clima é caracterizado como semi-árido quente (tipo BSw^h'), de acordo com a classificação de Köppen), com estação chuvosa no período de novembro a janeiro. A precipitação varia entre 500 a 1.000 mm anuais, a temperatura fica entre 21 e 28°C e a umidade relativa entre 60 e 70% (LIMA & LIMA, 1999).

Quantificação da biomassa

Foram lançadas aleatoriamente 16 parcelas de 20 x 20 m (400 m²), onde foi realizada a medição de diâmetro à altura de 1,30 m (DAP) de todos os indivíduos arbóreos, tendo como nível de inclusão $DAP \geq 5,0$ cm. Em decorrência de grande parte das espécies ocorrentes possuírem crescimento perfilhado, ou seja, uma mesma árvore possui vários fustes, foram medidos os DAP's de todos os fustes originados até 1,30 m. As medidas de DAP dos fustes foram agrupadas em classes de diâmetro com amplitude correspondendo a oito centímetros (Tabela 1).

A quantificação da biomassa foi realizada pelo método destrutivo, utilizando 25 árvores, representativas de três classes diamétricas (Tabela 1), que foram selecionadas de forma aleatória. Na ocasião do desbaste, o povoamento apresentava DAP variando entre 5,0 e 45 cm.

Tabela 1. Distribuição diamétrica dos fustes de árvores da Floresta Nacional de Contendas do Sincorá.

Classes de diâmetro (cm)	Centro de classe (cm)	Frequência	Número de árvores selecionadas
5,0 – 12,99	8,95	1234	15
13,0 – 20,99	17,05	96	6
21,0 – 28,99	25,05	25	4

O abatimento e determinação da biomassa das árvores selecionadas foram realizados com base no método de simples separação (SANQUETTA et al., 2004). Cada árvore-amostra foi medida para obtenção de diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (H) e, em seguida, fracionada nos compartimentos folhas, galhos (ramificações abaixo de 5 de DAP) e fuste, que foram pesados em balança mecânica, com capacidade de 150 kg e precisão de 50 g, para determinação da biomassa verde.

Após a pesagem, foram retiradas amostras de aproximadamente 300 g de cada compartimento da biomassa, que foram ensacadas, identificadas e conduzidas ao laboratório. As amostras foram levadas para secagem em estufa a 65 °C até estabilização do peso de matéria seca. A biomassa seca dos componentes das árvores (folhas, galhos, casca e fuste) foi estimada por meio da multiplicação da biomassa verde total pela massa seca da amostra dividida pela massa da amostra úmida de acordo com a fórmula (1):

$$PS(c) = \frac{PU(c) \times PS(a)}{PU(a)}$$

(1)

Em que:

PS(c) = Biomassa em kg

PU(c) = peso de matéria úmida de folhas, galhos e raízes, em kg

PU(a) = peso de matéria úmida da amostra levada ao laboratório

PS(c) = peso da matéria seca da amostra, em kg

Ainda em campo, algumas das árvores selecionadas tiveram suas espécies identificadas pelo nome vulgar. Além disso, de cada árvore-amostra foi retirada uma amostra botânica e, posteriormente, foi realizada a identificação das espécies no laboratório de Manejo Florestal da UESB, com consulta a bibliográfica especializada e acesso a herbário virtual (www.tropicos.org, <http://fm1.fieldmuseum.org>).

Os valores de biomassa seca das árvores-amostra em conjunto foram projetados para hectare, considerando o número médio de indivíduos em 16 parcelas de 400 m² cada.

Estimativa do Carbono estocado na Biomassa

A quantidade de carbono estocado na biomassa das amostras foi estimada por meio da multiplicação do peso seco pelo fator 0,5, proposto pelo IPCC (2006), que considera que a biomassa seca contém aproximadamente 50% de carbono.

Fator de Expansão de Biomassa

Para o cálculo do fator de expansão de biomassa (FEB) das árvores, foi utilizada a fórmula (2), indicada pelo IPCC (2006):

$$FEB = \frac{P_{(copa)} + P_{(fuste)}}{P_{(fuste)}} = \frac{P_{(aéreo)}}{P_{(fuste)}}$$

(2)

Em que:

FEB = fator de expansão da biomassa (adimensional);

P(copa) = peso seco da copa da árvore (g);

P(fuste) = peso seco do fuste da árvore (g);

P(aéreo) = peso seco do fuste da árvore + peso da copa da árvore (g).

Para a estimativa de biomassa com base do FEB foi usada a equação (3):

$$B = V \times D \times FEB$$

(3)

Em que:

B = Biomassa (kg)

V = Volume (m³)

D = Massa específica básica da madeira (kg/m³)

FEB = Fator de Expansão de Biomassa (adimensional)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estoques de biomassa

A média de biomassa seca total por árvore foi de 50,7 kg (Tabela 3), o que corresponde a cerca de 29,2 Mg ha⁻¹. A distribuição dos estoques nos diferentes compartimentos das árvores mostrou maior participação do fuste, que representou 73,9% da parte aérea, seguido dos galhos (25,5%) e folhas (0,5%) (Tabela 2). Esse mesmo padrão de distribuição foi verificado por Silva et al. (2013), em povoamento de *Pterogyne nitens* com seis anos de idade, em Vitória da Conquista (BA) (fuste>galhos>folhas biomassa área).

Tabela 2 – Estoque médio de biomassa e carbono de indivíduos de uma caatinga arbórea localizada na Floresta Nacional de Contendas do Sincorá.

Compartimento	Biomassa		Carbono
	kg árvore ⁻¹	%	kg árvore ⁻¹
Folha	0,27	0,53	0,14
Galho	12,94	25,52	6,47
Fuste c/c	37,49	73,94	18,75
Total	50,71	100,00	25,35

*Fuste c/c – Fuste com casca

Por outro lado, Alves (2011), quantificando a biomassa arbórea de área de Caatinga no município de Floresta (PE), verificaram distribuição de biomassa na seguinte ordem: galhos > fuste > folha. Esse mesmo autor observou que pode existir diferença no acúmulo de biomassa

entre distintos estágios sucessionais, uma vez que as diferentes espécies ocorrentes estocam quantidades variadas de biomassa. De acordo com Lima Júnior et al. (2014), a produção de biomassa em áreas de caatinga apresenta grande variação espacial e sazonal, principalmente em função da precipitação pluviométrica total baixa e da distribuição irregular das chuvas. Em um mesmo bioma diferentes tipos de vegetação podem ser encontrados, isso pode explicar as diferentes alocações de biomassa.

O estoque médio de carbono da biomassa total por árvore foi estimado em 25,3 kg, o que representa cerca de 15 Mg ha⁻¹. Ribeiro et al. (2010) obtiveram resultado próximo em parcelas de capoeira na Zona da Mata Mineira (19,5 Mg ha⁻¹).

Para os diferentes compartimentos, os estoques médios de carbono por árvore foram de 0,1 kg (folha), 6,5 kg (galhos) e 18,7 kg (fuste).

Foi possível observar grande variação das quantidades de biomassa entre as árvores-amostra, com valor mínimo de 5,0 kg e máximo de 310,0 kg. Vogel et al. (2006), estudando uma Floresta Estacional Decidual em Itaara (RS), também verificaram grande variação de biomassa entre indivíduos e atribuíram esse resultado a grande variedade de espécies, que apresenta diferentes densidades de madeira e tamanhos dos indivíduos. De forma semelhante, Silva (1998) apud Alves (2011), estudando diferentes espécies da Caatinga, encontrou ampla variação de biomassa em função do porte das árvores e tipo de vegetação, atingindo valores de 2 a 156 Mg ha⁻¹.

Ao quantificar a biomassa por espécie foi possível observar que, dentre as nove espécies identificadas. Estudos de Souza et al. (2009) revelaram que espécies vegetais como *Croton* spp., *Manihot glaziovii* e *Commiphora leptophloeos*, apresentam maior dominância e importância ecológica em vegetação do tipo Caatinga Arbustiva, o que pode explicar a ocorrência destas espécies na amostragem da presente pesquisa.

Commiphora leptophloeos apresentou maior biomassa total média (171,0 kg árvore⁻¹), seguida por *Coccoloba oblonga* (76,0 kg árvore⁻¹) e por *Pseudobombax simplicifolium* (39,8 kg árvore⁻¹) (Tabela 3). Os estoques médios de carbono total destas três espécies foram de 85,5; 38,0; 19,9, kg árvore⁻¹, respectivamente. Por sua vez, a menor biomassa foi observada na *Manihot glaziovii* (4,3 kg árvore⁻¹).

Para oito das espécies identificadas, a distribuição dos estoques de biomassa nos diferentes compartimentos seguiu a ordem fuste > galhos > folhas, representando aproximadamente 74, 25 e 1 %, respectivamente. A única espécie que apresentou padrão distinto de distribuição foi a *Jatropha mollissima*, com (69,9 %), seguido do fuste (30,0 %) e folhas (0,1 %) (Tabela 3).

Tabela 3 – Estoques médios de biomassa e carbono por espécie

Espécie	Biomassa				Carbono Total
	Folha	Galhos	Fuste c/c	Total	
	----- kg árvore ⁻¹ -----				
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	0,47	15,50	18,55	34,51	17,26
<i>Coccoloba oblonga</i> Lindau	2,39	19,92	53,65	75,96	37,98
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G.P. Lewis	0,74	6,19	8,94	15,86	7,93
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	0,02	35,96	134,98	170,95	85,47
<i>Croton</i> sp.	0,09	4,34	35,01	39,44	19,72
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	0,01	7,16	3,08	10,24	5,12
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg	0,03	1,73	2,56	4,33	2,16
<i>Patagonula bahiensis</i> Moric.	0,27	3,66	12,29	16,21	8,11
<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A. Robyns	0,01	8,40	31,35	39,75	19,88
	----- % -----				
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	1,4	44,9	53,8		
<i>Coccoloba oblonga</i> Lindau	3,1	26,2	70,9		
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G.P. Lewis	4,7	39,0	56,4		
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	0,0	21,0	79,0		
<i>Croton</i> sp.	0,2	11,0	88,8		
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	0,1	69,9	30,1		
<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg	0,7	40,0	59,1		
<i>Patagonula bahiensis</i> Moric.	1,7	22,6	75,8		
<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A. Robyns	0,0	21,1	78,9		

*Fuste c/c – Fuste com casca

As espécies *Coccoloba oblonga*, *Chloroleucon foliolosum* e *Aspidosperma pyrifolium* apresentaram as maiores quantidades de biomassa foliar (2,39; 0,74 e 0,47 kg árvore⁻¹,

respectivamente). As demais espécies apresentaram biomassa foliar variando entre 0,01 e 0,27 kg árvore⁻¹, que representaram pequenas participações na composição da biomassa total (0,1 a 1,7%) (Tabela 3). Comportamento semelhante foi obtido por Alves (2011), também em espécies nativas da caatinga, que observou pequena contribuição da fração folhas. O autor atribuiu o resultado ao fato de que grande parte das espécies apresentam comportamento caducifólio, perdendo a folhagem no período de seca, por meio da senescência natural e ação mecânica, como defesa natural para evitar a perda de água por transpiração.

Estimativas de biomassa para as condições deste estudo

O valor médio para a variável FEB foi de 1,74, variando entre 1,02 e 4,45, o que demonstra grande variabilidade nessa variável (Tabela 4). Corte et al. (2012) também verificaram elevada amplitude de variação do FEB em povoamentos de *Pinus* spp. no Sul do Brasil, observando valores entre 1,09 e 3,74. Schikowski et al. (2015) constataram valores de FEB de 1,17 a 2,24, com média de 1,51, para *Populus* sp. Já Corte et al. (2015), avaliando a variável FEB em diferentes idades de *Eucalyptus grandis*, observaram pequena variação (de 1,02 a 1,09).

A grande variação do FEB nas condições estudadas pode ser explicada pela diversidade de espécies e consequente diferenciação da alocação de biomassa por compartimento entre indivíduos. De acordo Lima Júnior et al. (2014), a quantidade de biomassa de uma floresta nativa pode variar muito, não só de acordo com o tipo de floresta, mas também pelas condições edafoclimáticas, especialmente em áreas de caatinga que costumam apresentar grande variação espacial e sazonal de biomassa.

Também foi observada elevada variação das medidas de DAP, que estiveram entre 5,3 e 26,8 cm (Tabela 4), o que se refletiu em um coeficiente de variação (CV) de 53,3%. A variável altura apresentou CV de 23,5%, com valor mínimo de 3,5 m e máximo de 11,2 m.

Mesmo apresentando um coeficiente de variação de aproximadamente 44%, o FEB permitiu estimar um valor médio de biomassa de 51,3 kg árvore⁻¹, muito próximo do valor médio da biomassa determinada pelo método direto (50,7 kg árvore⁻¹) (Tabela 2).

Os resíduos máximos positivos e mínimos negativos da biomassa estimada com base no FEB em relação a biomassa real foram de 70,5 e 61,0 %, respectivamente. A distribuição gráfica dos resíduos em função do DAP não demonstrou tendências nítidas, o que sugere que o FEB pode gerar estimativas consistentes da biomassa arbórea nas condições estudadas (Figura 2).

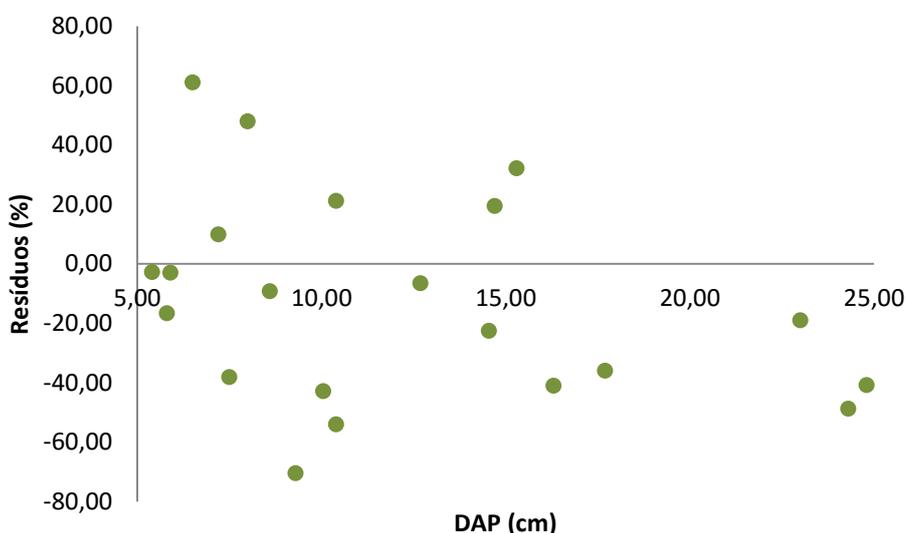


Figura 2 – Distribuição dos resíduos da biomassa estimada com base no FEB em função do DAP.

Tabela 4 - Estatística descritiva dos dados observados de DAP, altura e FEB

Estatísticas	DAP (cm)	H (m)	FEB
Média	12,35	7,21	1,74
Máximo	26,80	11,20	4,45
Mínimo	5,30	3,50	1,02
Desvio padrão	6,59	1,69	0,77
Coeficiente de variação (%)	53,33	23,49	44,46

Ao realizar um gráfico de dispersão das relações do FEB com as variáveis diâmetro e altura (Figura 3) foi possível observar uma leve tendência de diminuição do FEB com o aumento do DAP, já em relação a altura não foi possível observar uma variação regular. Todavia, a matriz de correlação entre estas variáveis demonstraram um baixo grau de associação das variáveis com o FEB, significando que o estabelecimento de relações matemáticas entre as variáveis pode não resultar em ajustes satisfatórios para a modelagem da variável FEB (tabela 5).

Esta mesma tendência foi observada por Schikowski et al. (2015) e Corte et al. (2015), também trabalhando com a variável FEB.

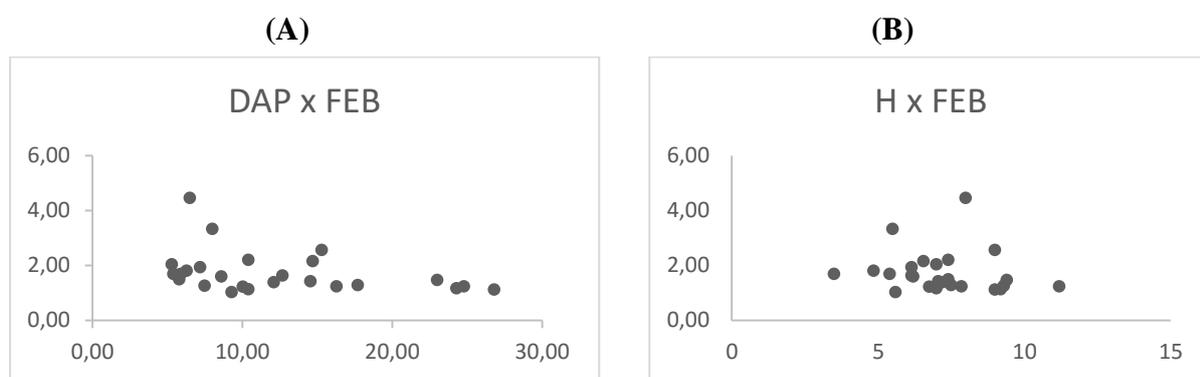


Figura 3 – Gráfico de dispersão das relações entre FEB versus DAP e FEB versus altura

Tabela 5 - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis FEB, DAP e H.

	DAP (cm)	H (m)	FEB
DAP (cm)	1		
H (total)	0,594*	1	
FEB	-0,361 ^{ns}	-0,129 ^{ns}	1

DAP= diâmetro à altura do peito; H = altura total; FEB= fator de expansão de biomassa; * = correlação significativa a 5% de probabilidade de erro; ns = correlação não significativa.

Ao analisar o valor médio do FEB por espécie (Tabela 6), observa-se que o menor valor foi observado na espécie *Croton* sp. (1,13), enquanto o maior valor foi observado para *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (3,33), o que sugere que a utilização de valores *default* de

FEB, como os sugeridos pelo IPCC (2006), pode acarretar em erros implícitos nas estimativas de biomassa.

Tabela 6 – Fator de expansão de biomassa por espécie.

Família	Espécies	FEB Médio
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	1,63
Polygonaceae	<i>Coccoloba oblonga</i> Lindau	1,42
Fabaceae	<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth.) G.P. Lewis	1,71
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	1,76
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	1,13
Euphorbiaceae	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	3,33
Euphorbiaceae	<i>Manihot glaziovii</i> Müll. Arg	1,69
Boraginaceae	<i>Patagonula bahiensis</i> Moric.	1,63
Malvaceae	<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A. Robyns	1,70

CONCLUSÕES

Os estoques médios de biomassa total e carbono por árvore, considerando o conjunto das espécies amostradas, são estimados em 50,71 e 25,3 kg.

Os maiores estoques médios de biomassa são verificados nas espécies *Commiphora leptophloeos* (171,0 kg árvore⁻¹), *Coccoloba oblonga* (76,0 kg árvore⁻¹) e *Pseudobombax simplicifolium* (39,8 kg árvore⁻¹).

Para a maior parte das espécies, a biomassa seca dos diferentes componentes da parte aérea está distribuída na seguinte ordem: fuste > galhos > folhas. A única espécie que apresenta distribuição diferenciada é *Jatropha mollissima*, com maior participação dos galhos, seguidos do fuste e folhas.

A *Coccoloba oblonga* é a espécie que apresenta maior biomassa foliar, seguida pela *Chloroleucon foliolosum* e *Aspidosperma pyrifolium*.

O fator de expansão da biomassa (FEB) médio obtido para o conjunto das espécies

(1,74) propiciou estimativas sem tendências, com valor médio próximo do real. No entanto, o FEB apresentou baixa correlação com as variáveis: DAP e altura total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. R. **Quantificação de biomassa e ciclagem de nutrientes em áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta, Pernambuco**. 2011. 116f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F.H.B.B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n 13, p. 961-974, 2009.

CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, F.; SCHIKOWSKI, A. B.; RUZA, M. S. Fator de expansão de biomassa, razão de raízes-parte aérea e modelos para carbono para *Eucalyptus grandis* plantados no sul do Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, p. 1078-1091, 2015.

HIGUCHI, N. et al. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**. Manaus. n 28, v 1, p. 153-166, 1998.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano de Manejo Floresta Nacional Contendas do Sincorá**. 2006. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades/coservacao/contendas_do_sincora1.pdf. Acesso em: 23/07/2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: agriculture, forestry and other land use**. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2(4):2.1-2.59. 2006.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003, 822p.

LIMA, P. C. F.; LIMA, J. L. S. Composição florística e fitossociologia de uma área de caatinga em Contendas do Sincorá, Bahia, microrregião homogênea da Chapada Diamantina. **Acta Botânica Brasílica**, p. 441-450, 1999.

LIMA JÚNIOR, C. *et al.* Estimativa de biomassa lenhosa da caatinga com uso de equações alométricas e índice de vegetação. **Scientia Forestalis** (IPEF), v 42, p. 289-298, 2014.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caatinga**. Brasília, 2014. Disponível em: <www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em: 23/07/2014

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; NARDELLI, A. M. B.; SOUZA, A. L. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma capoeira da Zona da Mata Mineira. **Revista Árvore**, v. 34, p. 495-504, 2010.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M. A. B. Proposta metodológica para quantificação e monitoramento do carbono estocado em florestas plantadas. In: SANQUETTA, C.R. ZILLIOTTO, M. A. B. **Mercado de carbono: Mercado e ciência**, p. 120-150, 2004.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. **In: SANQUETTA, C. R. et al. As florestas e o carbono**. Curitiba: Universidade Federal de Paraná, 2002. p.119-140.

SCHIKOWSKI, A. B.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R.; RODRIGUES, A. L.; VASCONCELLOS, B. N. Análise e ajuste do fator de expansão de biomassa e razão raízes-parte aérea para álamo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, p. 107-119, 2015

SILVA, L. C. S.; BARRETO, P. A. B.; SANQUETTA, C. R.; MELO, L. C.; NOVAES, A. B. Estimativas de Biomassa Total de madeira-nova (*Pterogyne nittens* Tul.). **In: IV CONEFLO**, 2013, Vitória da Conquista. Anais do IV Congresso Nordeste de Engenharia Florestal, Vitória da Conquista: UESB, 2013. CD-ROM.

SILVEIRA, P.; KOEKLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta, Curitiba**, v. 38, n. 1, p. 185-206, 2008.

SOMOGYI, Z.; CIENCIALA, E.; MÄKIPÄÄ, R., MUUKKONEN, P.; LEHTONEN, A.; WEISS, P. Indirect methods of large forest biomass estimation. **Europe Journal Forest Research**, February, 2006.

SOUZA, B. C.; CARVALHO, E. C. D.; MELO, E. B. S.; TROVÃO, D. M. B. M. Diversidade florística e estimativa de biomassa aérea em zona serrana do semiarido paraibano. **In: Congresso de Ecologia do Brasil**. Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 2009.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; TRUBY, P. Quantificação da biomassa em uma floresta estacional decidual em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 16, p. 419-425, 2006.

SUBMISSÕES NA REVISTA FLORESTAL BRASILEIRA

Diretrizes para Autores

Artigo científico

- **Corpo do texto:** máximo de 25 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras) e contendo, preferencialmente, os seguintes itens, nessa ordem: Título, Resumo, Termos para indexação, Título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, todos em negrito e com iniciais em maiúsculo.
- **Título:** 15 palavras no máximo, em letras minúsculas. Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- **Resumo e Abstract:** máximo de 200 palavras; o Abstract deve ser a tradução fiel do Resumo.
- **Termos para indexação:** mínimo três e máximo seis.
- **Conclusões:** frases curtas, elaboradas com base nos objetivos do artigo, com o verbo no presente do indicativo e evitando citações.
- **Referências:** de acordo com a NBR 6023 da ABNT; em ordem alfabética dos nomes dos autores.

Elementos Gráficos

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas no corpo do texto, acompanhadas de Título e Notas de rodapé.

- **Título:** em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes;

- **Notas de fonte:** indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências;

- **Notas de chamada:** são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não significativo); * e ** (significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente).

- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu formatar Parágrafo.

- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos e obrigatoriamente acompanhadas de **créditos de autoria**.
- Devem ser numeradas sequencialmente em algarismos arábicos, tendo como indicação de chamada o próprio título da figura.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito,
- A figura deve ser inserida no texto.
- Deve ser elaborada de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 cm ou 17,5 cm de largura, com, no mínimo, **300 dpi** de resolução e ser salva em arquivos de extensão TIF ou JPEG.
- Não usar negrito nas figuras.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas, se estritamente necessário.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100 %, para cinco variáveis).
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.

- As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante. - As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

Referências e Citações

As referências devem ser normalizadas de acordo com a NBR6023 da ABNT observando algumas adaptações:

– Mencionar todos os autores da obra;

– Grafar os títulos das obras e dos periódicos em negrito;

Exemplos de Referências

Artigos de periódicos

IWAKIRI, S.; CAPRARA, A. C.; SAKS, D. de C. O.; GUI SANTES, F. de P.; FRANZONI, J. A.; KRAMBECK, L. B. P.; RIGATTO, P. A. Produção de painéis de madeira aglomerada de alta densificação com diferentes tipos de resinas. **Scientia Forestalis**, São Paulo, n. 68, p. 39-43, 2005.

Artigo de periódicos em meio eletrônico

COSTA, R. B. da; RESENDE, M. D. V. de; ARAUJO, A. J. de; GONCALVES, P. de S.; HIGA, A. R. Selection and genetic gain in rubber tree (*Hevea*) populations using a mixed mating system. **Genetic and Molecular Biology**, v. 23, n. 33, p. 1-16, set. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47572000000300028>. Acesso em: 09 out. 2001.

Artigo de periódicos em meio eletrônico com DOI

PELISSARI, A. L.; LANSSANOVA, L. R.; DRESCHER, R. Modelos volumétricos para Pinus tropicais, em povoamento homogêneo, no Estado de Rondônia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 67, p. 173-181, jul./set. 2011. <http://dx.doi.org/10.4336/2011.pfb.31.67.173>.

Livro

FONSECA, S. M. da.; RESENDE, M. D. V. de; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. da S.; ASSIS, T. F. de; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético de eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. 200 p.

Capítulo de livro

POMPÉIA, S. Recuperação da vegetação da Serra do Mar em áreas afetadas pela poluição atmosférica de Cubatão: uma análise histórica. In: GALVÃO, A. P. M.; PORFÍRIO-DASILVA, V. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 119-143.

Trabalho de evento Publicado em periódicos

AMAZONAS, M. A. L. de A. Champignon do Brasil (*Agaricus brasiliensis*): nutrition, health, market demands and regulatory concerns. **Acta Edulis Fungi**, v. 12, p. 111-119, 2005. Supplement. Edição dos Proceedings of the Fifty International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, 2005, Shanghai.

Trabalho de evento publicado em Anais (considerados em parte)

MEDEIROS, A. C. de S.; WALTERS, C.; HILL, L. Sensitivity of *Araucaria angustifolia* embryos to low water contents and temperature. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEED BIOLOGY, 7., 2002, Salamanca. **Workshop...**[S.I.]: International Society for Seed Science, 2002. p. 138.

Tese

HIMOYAMA, V. R. de S. **Estimativas de propriedades da madeira de *Pinus taeda* através do método não destrutivo emissão de ondas de tensão, visando a geração de produtos de alto valor agregado**. 2005. 151 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Modos de Citação

Citações

Não são aceitas autocitação, citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados;

Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

Redação das citações dentro de parênteses

- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.
- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados por “&”, seguidos de vírgula e ano de publicação.
- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.
- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- Citação de citação: não são aceitas citações de citações.

Redação das citações fora de parênteses

- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Outras Informações

- As opiniões e conceitos emitidos nos manuscritos são de exclusiva responsabilidade dos seus respectivos autores.
- A menção de métodos, marcas, produtos e equipamentos nos manuscritos não implica sua recomendação por parte do Comitê Editorial.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos manuscritos submetidos e de decidir sobre a sua publicação.
- Casos especiais serão analisados pelo Comitê Editorial.