



FATORES DE EXPANSÃO E DE CONVERSÃO DE BIOMASSA E RAZÃO DE RAÍZES EM POVOAMENTOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM RONDÔNIA

Carlos Roberto Sanquetta¹; Alexis de Sousa Bastos²; Marcelo Lucian Ferronato³; Mateus Niroh Inoue Sanquetta⁴; Ana Paula Dalla Corte¹

1 - Eng. Florestal, Dr., Professor da Universidade Federal do Paraná
(carlossanquetta@gmail.com)

2 - Geógrafo, Dr., Centro de Estudos Rioterra, Porto Velho-RO

3 - Biólogo, M.Sc., Associação Ecológica Guaporé-ECOPORE, Rolim de Moura-RO

4 - Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná
Av. Lothário Meissner, 900 – Jardim Botânico
Curitiba – PR, 80.210-170 – Brasil

Recebido em: 06/04/2019 – Aprovado em: 10/06/2019 – Publicado em: 30/06/2019
DOI: 10.18677/EnciBio_2019A70

RESUMO

O método básico de estimativa de biomassa e carbono em florestas se fundamenta na aplicação de fatores de expansão e conversão de biomassa e razão de raízes. Valores *default* publicados pelo IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) geralmente são usados nos inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Sua definição deve se pautar em dados reais coletados em campo para cada tipologia florestal em particular. Este estudo visou contribuir com a especificação de valores de fatores de expansão (*feb*) e conversão de biomassa (*fcb*) e razão de raízes (*r*) individuais em plantações mistas de restauração florestal na Amazônia. Os cálculos foram efetuados a partir de dados de mensuração de volume do fuste e biomassa de 40 indivíduos de distintas espécies florestais plantadas no Estado de Rondônia. Os volumes foram determinados pelo método de Hohenadl. As biomassas secas do fuste e da copa foram determinadas via pesagem e análises de laboratório. O valor médio de *feb* foi de 1,58 e de *fcb* 1,20, com desvios padrões de 0,36 e 0,59, respectivamente. O valor médio de *r* foi de 0,25 e desvio padrão de 0,15, correspondendo respectivamente a 22,73% e 59,21% de coeficientes de variação. Isso denota que a biomassa do fuste corresponde a 63,25% da biomassa aérea e 53,35% da biomassa total e as raízes representam 25% da biomassa total. Constatou-se que esses novos valores podem aperfeiçoar os cálculos de estoques de biomassa e carbono em larga escala e melhorar a qualidade dos inventários de emissões de GEE.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, emissões, floresta tropical, gases de efeito estufa, volume.

BIOMASS AND CARBON STOCKS OF CULTIVATED PASTURE IN NORTHERN RONDONIA

ABSTRACT

The basic method of estimation of biomass and carbon in forests is based on the application of biomass expansion and conversion factors, and root-to-shoot ratio, as well. Default values published by the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) are generally used in national greenhouse gas (GHG) emissions inventories. Their definition must be based on actual data collected in the field for each forest typology. This study aimed to contribute to the specification of individual expansion factor values (*bef*) and biomass conversion (*bcf*) and root-to-shoot ratio (*r*) in mixed forest restoration plantations in the Amazon. The calculations were made from stem volume and biomass measurement data of 40 individuals of different forest species planted in the State of Rondônia. Volumes were determined by the Hohenadl method. The dried biomass of the stem and crown were determined by weighing and laboratory analysis. The mean value of *bef* was 1.58 and *bcf* 1.20, with standard deviations of 0.36 and 0.59, respectively. The mean value of *r* was 0.25 and standard deviation of 0.15, corresponding to 22.73% and 59.21% in terms of coefficient of variation, respectively. This indicates that the stem biomass corresponds to 63.25% of the aboveground biomass and 53.35% of the total biomass and the roots represents 25% of the total biomass. It was found that these new values can improve the calculations of biomass and carbon stocks on a large scale and improve the quality of the GHG emissions inventories.

KEYWORDS: Amazon, emissions, rainforest, greenhouse gases, volume.

INTRODUÇÃO

O maior volume de gases de efeito estufa (GEE) emitidos para a atmosfera pelo Brasil decorre da mudança no uso da terra e da agropecuária. O principal vetor dessas emissões é o desmatamento, sobretudo no bioma Amazônia, e a consequente conversão da cobertura florestal por outros usos (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2019), como a pecuária, em primeiro plano, e a agricultura, em segundo (OMETTO et al., 2011; BARRETO et al., 2017).

Rondônia é um dos estados da Federação com maiores índices históricos de desmatamento (INPE, 2017; INPE, 2019). Existem vários vetores para esse processo, mas a pecuária e a agricultura são particularmente relevantes. A soja é considerada atualmente uma das culturas mais relevantes nesse contexto (IBGE, 2017; FONTES; PALMER, 2017; COSTA et al., 2017). A conversão de uma categoria de uso da terra por outra induz a emissões ou remoções dos GEE. No caso de perda de estoque de biomassa e carbono há emissão (MCTI, 2016; MCTIC, 2018; AZEVEDO et al., 2018).

As estimativas de emissões dos GEE são dependentes da categoria de uso da terra e suas transições. Por exemplo, de floresta para pastagem ou de agricultura para floresta. Para cada uma dessas categorias, por sua vez, deve haver um conjunto de variáveis que expressem os estoques de volume ou biomassa acima e abaixo do solo. Essas variáveis, geralmente, precisam passar por transformações e conversões até chegarem aos estoques de carbono existentes nos volumes ou biomassas existentes nas categorias de uso da terra. A conversão de biomassa do fuste em biomassa aérea é feita pelo fator de expansão de biomassa (*feb*) e o volume comercial de madeira, mais facilmente obtido por inventário florestal

convencional, é convertido em biomassa acima do solo pelo fator de conversão de biomassa - *fc*b (IPCC, 2006).

Muitos países adotam níveis metodológicos básicos, pela falta de dados nacionais e de indisponibilidade de metodologias mais complexas e completas. Quando isso acontece o país adota os valores propostos como *default* pelo IPCC, atrelados aos que se chama *Tier 1*, nível metodológico mais básico. Os demais *Tiers* 2 e 3 são mais avançados e reduzem as incertezas dos inventários de emissões dos GEE (IPCC, 2003; IPCC 2006).

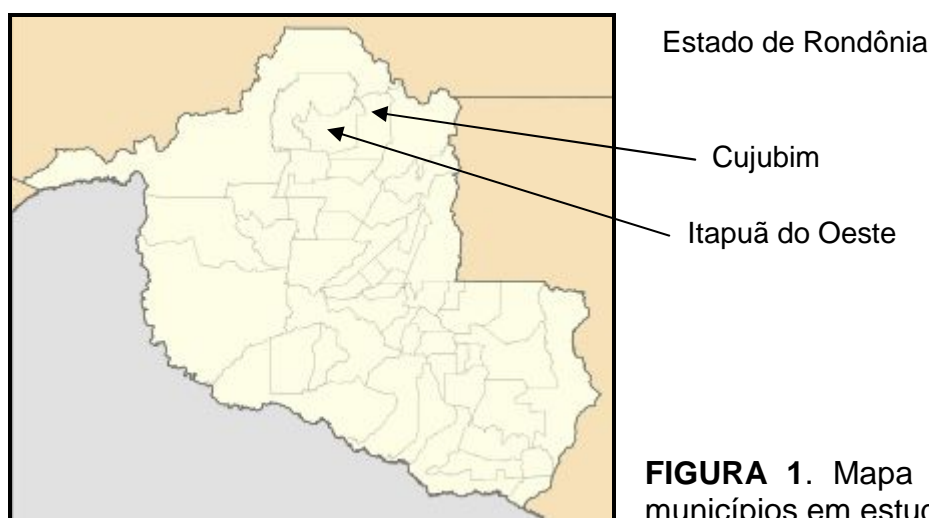
A escolha dos valores de *feb*, *fc*b e *r* exercem grande influência nos resultados de um inventário de emissões de GEE, porque afetam diretamente os estoques de biomassa e carbono, que contribuem para uma maior ou menor emissão ou remoção de GEE. Valores *default* de *feb*, *fc*b e *r* publicados para florestas tropicais úmidas em outras regiões do globo podem não ser adequadas para aplicações no bioma Amazônia.

São poucos os estudos sobre esses fatores nas florestas do Brasil. Trabalhos para florestas plantadas (SANQUETTA et al. 2011; SCHIKOWSKI et al., 2015; DALLA CORTE et al., 2015) foram publicados, assim como para algumas tipologias florestais nativas (NOGUEIRA et al., 2008; SILVEIRA, 2010). Porém, não existem informações sobre o tema para povoamentos florestais implantados para fins de restauração em áreas de preservação permanente e reserva legal.

Este estudo visou contribuir com a especificação de valores de fatores de expansão (*feb*) e conversão de biomassa (*fc*b) e razão de raízes (*r*) individuais em plantações mistas de restauração florestal na Amazônia, com vistas a contribuir com a qualificação e redução das incertezas nos inventários de emissões de GEE no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foram coletados em duas regiões distintas do Estado de Rondônia, sendo a primeira ao norte do estado, nos municípios de Itapuã do Oeste e Cujubim, e a segunda nas proximidades do município de Rolim de Moura, região central do estado (Figura 1).



Os solos da região são predominantemente os Latossolos Vermelho-Amarelos (BASTOS et al., 2015), na região ao norte e Argissolos Vermelho-Amarelos na região central (IBGE, 2006a). O relevo é suave ondulado, com altitudes

variando de 100 a 600 m. O clima é tropical quente, com médias de precipitação entre 1.400 e 2.600 mm anuais, apresentando chuvas intensas de outubro a abril e menos de 50 mm mensais entre junho e agosto. A média geral de temperatura varia entre 24 e 26°C, sendo geralmente superior a 18°C nos meses mais frios e entre 30 e 35°C nos meses mais quentes. A umidade relativa do ar situa-se entre 80 e 90% no verão e 75% no outono e inverno (SEDAM, 2002).

A vegetação original predominante é Floresta Ombrófila Aberta Submontana, com palmeiras e com cipós, com manchas de Savana Florestada na região central próxima a Rolim de Moura (IBGE, 2006b). Nesta, a vegetação primária foi praticamente toda suprimida, dando origem a vegetação secundária em distintos estágios sucessionais.

Plantios de restauração foram estabelecidos nos anos de 2001 a 2003 em área de preservação permanente e reserva legal em propriedades rurais particulares. Foram plantadas distintas espécies florestais e os espaçamentos também variaram caso a caso (SANQUETTA et al., 2018).

Nas duas regiões de estudo foram realizados inventários florestais totalizando uma intensidade de 40 unidades de amostra, sendo 20 em cada região. As unidades de amostra tinham dimensões de 20 m x 10 m, isto é 200 m² de área. Ao lado de cada unidade de amostra foi abatida uma árvore, representativa das espécies ocorrentes e das suas dimensões, para fins de quantificação de biomassa e carbono. Os componentes fuste, copa e raízes foram separados e o fuste foi cubado pelo método de Hohenadl, com 10 secções percentuais da altura até o ponto de inversão morfológica, quando visível, ou então até 5 cm com casca na ponta mais fina (Figura 2).

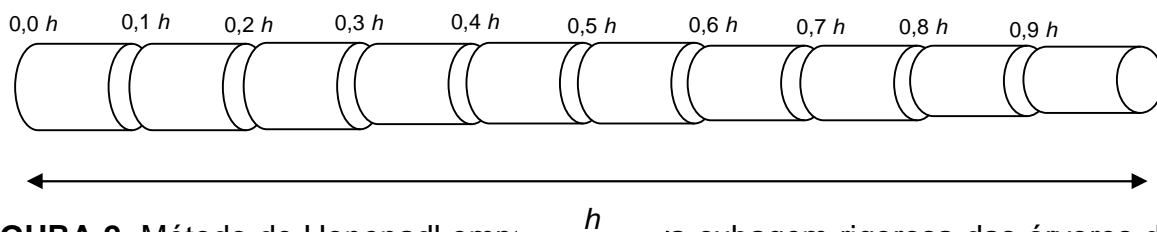


FIGURA 2. Método de Hohenadl empregado para a cubagem rigorosa das árvores do estudo: h = altura total do fuste

Os diferentes componentes de cada árvore foram então pesados em campo com dinamômetro com precisão de 10 g. Amostras de 300-500 g foram retiradas dos componentes e pesadas em laboratório. Após secagem até peso constante em estufa de circulação de ar a uma temperatura de 70°C, as amostras foram novamente pesadas para obter o teor de umidade do material. Com base no teor de umidade obtiveram-se as massas secas (biomassas secas) dos componentes completos de cada árvore.

Os valores de feb , fc_b e r foram calculados pelas equações 1 a 5, como segue:

$$feb = \frac{b_f}{b_a} \quad (\text{equação 1})$$

$$fc_b = \frac{V_f}{b_a} \quad (\text{equação 2})$$

$$r = \frac{b_r}{b_t} \quad (\text{equação 3})$$

$$b_a = b_f + b_c \quad (\text{equação 4})$$

$$b_t = b_f + b_c \quad (\text{equação 5})$$

Sendo:

feb = fator de expansão de biomassa (kg.kg⁻¹);

fcb = fator de conversão de biomassa (m³.kg⁻¹);

r = razão de raízes (kg.kg⁻¹);

b_f = biomassa seca do fuste (kg);

b_a = biomassa seca da parte aérea (kg);

b_r = biomassa seca das raízes (kg);

b_t = biomassa seca total (kg);

v_f = volume do fuste (m³).

Uma vez calculadas as grandezas acima para cada uma das 40 árvores amostradas, foram realizados os cálculos das estatísticas descritivas e analisadas as suas correlações pelo coeficiente de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais variáveis biométricas das 40 árvores amostradas são apresentadas na Tabela 1. O valor médio de *feb* encontrado neste estudo foi de 1,58, com desvio padrão de 0,36, o que se traduz num coeficiente de variação (CV%) de cerca de 22%, considerado baixo, o que indica que essa variável biométrica é relativamente estável, mesmo tratando-se de um povoamento multiespecífico. Considerando esse valor, a participação do fuste na biomassa aérea é de 63,25%.

TABELA 1. Variáveis biométricas de indivíduos arbóreos abatidos em povoamentos de restauração florestal em Rondônia

Variável	Média	Desvio Padrão	CV%
<i>dap</i> (cm)	9,08	3,20	35,21
<i>h</i> (m)	7,80	2,12	27,25
<i>v</i> (m ³)	0,0174	0,0101	58,29
<i>b_a</i> (kg)	24,63	21,11	85,71
<i>b_f</i> (kg)	15,58	12,23	78,50
<i>b_c</i> (kg)	9,05	10,56	116,69
<i>b_r</i> (kg)	4,57	3,49	76,37
<i>b_t</i> (kg)	29,20	23,88	81,78
<i>feb</i> (kg.kg ⁻¹)	1,58	0,36	22,45
<i>fcb</i> (m ³ .kg ⁻¹)	1,20	0,58	48,27
<i>r</i> (kg.kg ⁻¹)	0,25	0,15	58,47

Outros estudos mostraram que *feb* pode não ser correlacionar bem com as variáveis dendrométricas em alguns casos, como no caso ilustrado em *Eucalyptus* (DALLA CORTE et al., 2015), mas podem se associar razoavelmente bem em

outros, como é o caso de *Pinus* (SANQUETTA et al., 2011; SCHIKOWSKI et al., 2015).

O valor *default* de *feb* para florestas na região climática tropical é 3,0, com variações de 2,00 a 9,00 (IPCC, 2003), ou seja, um valor completamente distinto e que não se aplica à realidade de plantios de restauração florestal na Amazônia. Daí ressalta-se a importância e a justificativa de se realizar estudos como este, que propiciam valores mais realistas e que diminuem a incerteza nos inventários.

Por outro lado, a média do *fcf* foi de 1,20, com desvio padrão de 0,58, implicando em um CV% bem mais elevado. Esse fator envolveu a variável volume que, por sua vez, ao ser convertida em biomassa, sofreu o efeito da densidade da madeira, a qual também possui variabilidade natural. Considerando as amostras deste estudo a variabilidade da densidade básica foi de cerca de 45%, o que é esperado, dado que foram implantadas distintas espécies de madeiras. Assim, pode-se dizer que a variação arquitetônica externa das árvores tem menos influência na sua biomassa que a sua variação interna de massa específica, refletida pela densidade básica.

Os valores *default* do IPCC (2006) para florestas na região tropical úmida variam de 0,95 a 9,0, dependendo do grau de estoque volumétricos do povoamento. Considerando a baixa estocagem destes povoamentos analisados, por serem bastante jovens, pode-se afirmar que os números do IPCC também destoam da realidade. Infelizmente, os estudos sobre essa variável, aplicados à realidade da região tropical brasileira são mínimos para não dizer nulos.

O valor médio de *r* encontrado neste estudo foi de 0,25, com desvio padrão de 0,15, portanto, uma variação ainda maior em relação a *fcf*. Essa grandeza biométrica reflete a participação percentual da biomassa das raízes em relação à biomassa total. Assim, pode-se dizer que os sistemas radiculares apresentaram maior variabilidade, em decorrência de variações interespecíficas e do microambiente. É fundamental que essa realidade seja transportada para os inventários de biomassa e carbono e de GEE.

O *default* do IPCC para *r* em florestas na região tropical é 0,37 (IPCC, 2006). A diferença é expressiva em relação ao valor encontrado neste estudo, ou seja, de quase 50%. Desta forma, os inventários que usem o valor *default* em plantios de restauração na Amazônia poderão estar superestimando a biomassa e o carbono estocados nas raízes.

A Tabela 2 exhibe as correlações lineares entre as variáveis biométricas analisadas nesta pesquisa. Observa-se que o *feb* não se relacionou de modo estrito praticamente com todas as variáveis examinadas, tendo apenas uma correlação fraca (<0,7) com a biomassa de copa. Isso também fica evidente quando se observam as Figuras 3a e 3b, que revelaram a independência de *feb* em relação às variações do diâmetro e da altura da árvore. Isso quer dizer que árvores maiores ou menores possuem aproximadamente a mesma proporção de copa, em média.

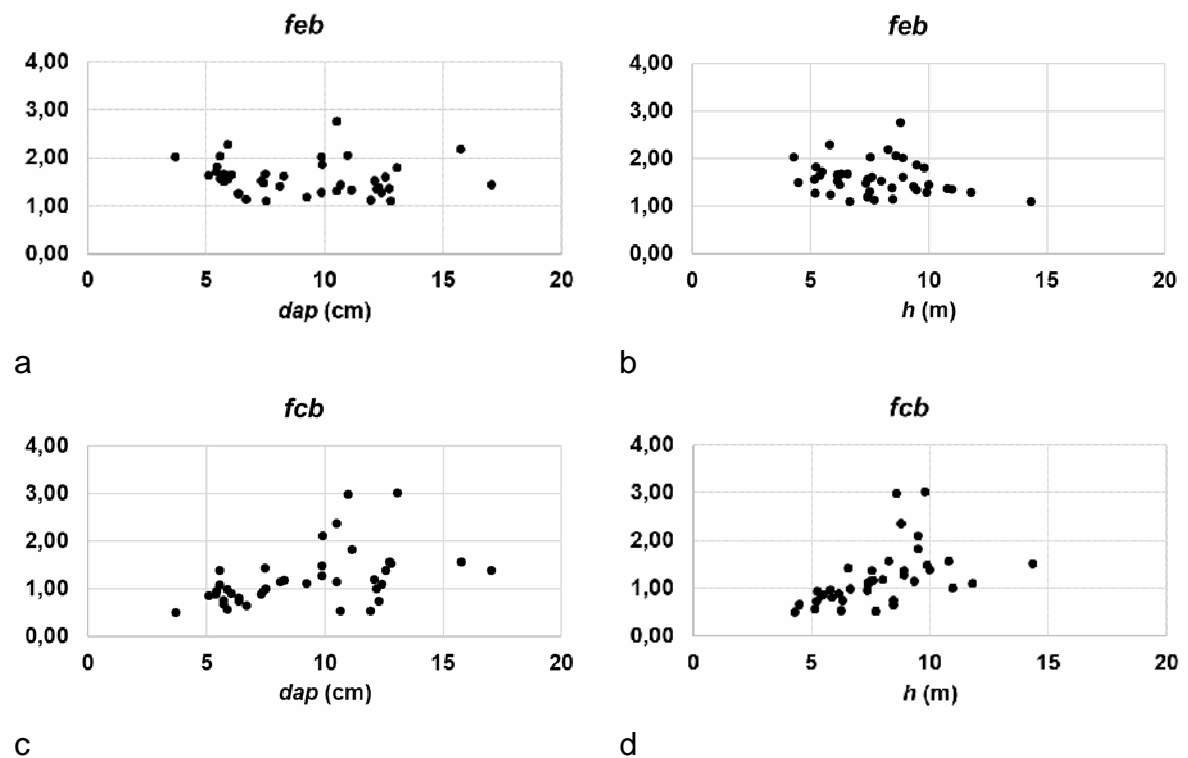
TABELA 2. Correlações lineares de Pearson para variáveis biométricas de indivíduos arbóreos abatidos em povoamentos de restauração florestal em Rondônia

Var.	<i>dap</i> (cm)	<i>h</i> (m)	<i>v</i> (m ³)	<i>b_a</i> (kg)	<i>b_f</i> (kg)	<i>b_c</i> (kg)	<i>b_r</i> (kg)	<i>b_t</i> (kg)	<i>feb</i> (kg.kg ⁻¹)	<i>fcf</i> (m ³ .kg ⁻¹)	<i>r</i> (kg.kg ⁻¹)
<i>dap</i>	1,00										
<i>h</i>	0,74	1,00									
<i>v</i>	0,80	0,74	1,00								
<i>b_a</i>	0,79	0,63	0,71	1,00							

b_f	0,86	0,78	0,74	0,94	1,00						
b_c	0,58	0,36	0,56	0,91	0,71	1,00					
b_r	0,69	0,58	0,51	0,76	0,84	0,55	1,00				
b_t	0,80	0,64	0,70	1,00	0,95	0,89	0,82	1,00			
feb	-0,11	-0,20	0,03	0,28	-0,01	0,58	-0,06	0,24	1,00		
fc_b	0,47	0,51	0,55	0,88	0,76	0,87	0,61	0,86	0,41	1,00	
r	-0,53	-0,48	-0,59	-0,50	-0,47	-0,47	-0,09	-0,46	-0,23	-0,44	1,00

Por outro lado, fc_b denotou outro comportamento, com correlações positivas fortes ($>0,7$) com as biomassas parcial e total. Contudo, a correlação com o diâmetro e a altura também não foram fortes (Figuras 3c e 3d), o que indicou que não houve tendência de aumento ou diminuição da relação volume-biomassa nas árvores estudadas. Como dito previamente, isso pode ser devido ao efeito da densidade básica da madeira, que difere entre espécies.

Por sua vez r se correlacionou de forma inversa (negativa) com todas as demais variáveis analisadas, o que significa que o aumento do tamanho das árvores implica em diminuição proporcional das raízes, ou seja, árvores maiores têm raízes proporcionalmente menores. Contudo, conforme se vê nas Figuras 3d e 3f, essas correlações não são fortes.



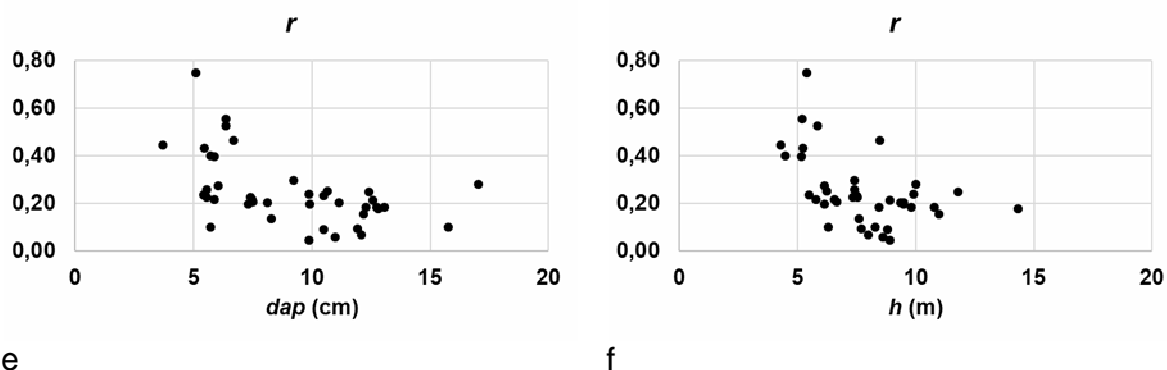


FIGURA 3 Relações entre *feb*, *fc* e *r* com *dap* e *h* de 40 indivíduos arbóreos abatidos em povoamentos de restauração florestal em Rondônia: *dap* = diâmetro à altura do peito do fuste; *h* = altura total do fuste, *feb* = fator de expansão de biomassa, *fc* = fator de conversão de biomassa, *r* = razão de raízes

Em estudo sobre *feb* e *r* em função de variáveis dendrométricas em plantações de *Populus* spp., Schikowski et al. (2015) encontraram correlações negativas fortes de *feb* com *dap* e *h* e fraca com a idade. Já as correlações de *r* com tais variáveis não foram significativas. Dalla Corte et al. (2015) ao estudarem essas relações em *Eucalyptus grandis*, encontraram baixas correlações negativas de *feb* com *dap*, *h* e idade. Em relação a *r*, apenas a correlação com a idade foi significativa, e negativa. Por sua vez, Sanquetta et al. (2011) analisaram as correlações dessas grandezas em plantações de *Pinus* spp., com árvores de ampla variação de idades, verificaram fortes correlações de *feb* e *r* com *dap*, *h* e idade. A análise bibliográfica sobre o tema sugere que a amplitude dimensional e as condições dos povoamentos exercem papel vital nessas relações.

CONCLUSÕES

- As médias de *feb*, *fc* e *r*, em sendo específicas para povoamentos de restauração florestal na região tropical, distinguem-se de seus respectivos valores *default* reportados pelo IPCC para florestas na mesma região climática;
- A aplicação de valores específicos *feb*, *fc* e *r* como os aqui gerados confere maior acurácia e, por consequência, menor nível de incerteza nos inventários de GEE;
- Recomenda-se o uso dos valores deste trabalho para quantificação de biomassa e carbono em povoamentos de restauração florestal jovens na Amazônia, respeitando a similaridade na amplitude dimensional.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, T. R.; COSTA JR, C.; BRANDÃO JR, A.; CREMER, M. S.; PIATTO, M. et al. SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. **Nature, Scientific Data**, 5:180045. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/sdata201845.pdf>> DOI:10.1038/sdata.2018.45 2018.

BARRETO, P.; PEREIRA, R.; BRANDÃO JR, A.; BAIMA, S. **Os frigoríficos vão ajudar a zerar o desmatamento da Amazônia?** IMAZON, ICV. Belém, 2017. 158p.

Disponível em:
<https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Barreto3/publication/318421566_Os_frigorificos_vao_ajudar_a_reduzir_o_desmatamento_da_Amazonia/links/59899d73a6fdcc7562635a81/Os-frigorificos-vao-ajudar-a-reduzir-o-desmatamento-da-Amazonia.pdf>

BASTOS, A. S.; MANIESI, V.; GOMES, F. B. Vulnerabilidade natural à erosão no Sudoeste da Amazônia associada aos seus modos de ocupação? O caso do entorno da Terra Indígena Uru Eu Wau Wau. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, p. 271-282, 2015. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/viewFile/386/462>>

COSTA, O. B.; MATRICARDI, E. A. T.; PEDLOWSKI, M. A.; COCHRANE, M. A.; FERNANDES, L. C. Spatiotemporal mapping of soybean plantations in Rondônia, Western Brazilian Amazon. **Acta Amazônica**, v. 47, n. 1, p. 29-38, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672017000100029> DOI: 10.1590/1809-4392201601544.

DALLA CORTE, A. P.; 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, n. 21; p. 1078-1091, 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/fator%20de%20expansao.pdf>>

FONTES, F.; PALMER, C. **Was von Thünen right? Cattle intensification and deforestation in Brazil**. Centre for Climate Change Economics and Policy Working Paper No. 294, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper No. 261. 2017. Disponível em: <<http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2017/01/Working-paper-261-Fontes-Palmer-1.pdf>>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas. Solos**. 2006a. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/ro_pedologia.pdf>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas. Vegetação**. 2006b. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/unidades_da_federacao/ro_vegetacao.pdf>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário, Rondônia**. 2017. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/pesquisa/24/75511>>.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Projeto PRODES - monitoramento da floresta amazônica por satélite**. 2017. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/sisprodes2000_2016.htm>

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Projeto PRODES - monitoramento da floresta amazônica por satélite**. 2019. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/dashboard/prodes-rates.html>>

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry**. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, UNEP, 2003. Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.html>>

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories**. 2006. Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>>

MCTI – Ministério da Ciência, tecnologia e Inovação. **3ª Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima, Brasília. 2016.

MCTIC – Ministério da Ciência, tecnologia e Inovação e comunicações. **Sistema Nacional de Registro de Emissões - SIRENE**, Brasília. 2018. Disponível em: <http://sirene.mctic.gov.br/portal/opencms/paineis/2018/08/24/Emissoes_em_dioxido_de_carbono_equivalente_por_setor.html>

NOGUEIRA, E.M.; FEARNside, P. M.; NELSON, B. W.; BARBOSA, R. I.; KEIZER, E. W. H. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: new allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p.1853-1867, 2008. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112708005689>>

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa**. 2019. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/o-que-e-o-seeg/>>

OMETTO, J. P.; AGUIAR, A. P. D.; MARTINELLI, L. A. Amazon deforestation in Brazil: effects, drivers and challenges. **Carbon Management**, v. 2, n. 5, p. 575-585, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jean_Ometto/publication/276302940_Amazon_deforestation_in_Brazil_Effects_drivers_and_challenges/links/55acc9b708aea3d086861162/Amazon-deforestation-in-Brazil-Effects-drivers-and-challenges.pdf> DOI: 10.4155/CMT.11.48.

SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A. P.; SILVA, F. Biomass expansion factor and root-to-shoot ratio for Pinus in Brazil. **Carbon Balance and Management**, v. 6, n. 6, p. 1-8, 2011. Disponível em: <<https://cbmjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1750-0680-6-6>> DOI: 10.1186/1750-0680-6-6.

SANQUETTA, C. R.; SANQUETTA, M. N. I.; BASTOS, A. S.; QUEIROZ, A.; DALLA CORTE, A. P. Estimativa da altura e do volume em povoamentos jovens de restauração florestal em Rondônia. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 2, n. 2, p. 23-31,

2017. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/54124>> DOI: 10.5380/biofix.v2i2.54124.

SCHIKOWSKI, A. B.; DALLA CORTE, A. P.; 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, n. 21; p. 107-119, 2015. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrarias/analise%20e%20ajuste.pdf>>

SEDAM – Secretaria estadual de desenvolvimento ambiental. **Atlas Ambiental 2002**. Disponível em: <http://www.desam.ro.gov.br>.

SILVEIRA, P. Estimativa da biomassa e carbono acima do solo em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa utilizando o método da derivação do volume comercial. **Floresta**, v. 40, n. 4, p. 789-800, 2010. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/download/20330/13488>>