



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E
AMBIENTAIS

**SELEÇÃO DE EQUAÇÕES DENDROMÉTRICAS
COM BASE EM ATRIBUTOS BIOFÍSICOS DE
UNIDADES DE AMOSTRA DO INVENTÁRIO
FLORESTAL NACIONAL: ESTUDO DE CASO DE
RONDÔNIA**

Jean Victor de Castro Trovão

Manaus, Amazonas

Maio, 2023

Jean Victor de Castro Trovão

**SELEÇÃO DE EQUAÇÕES DENDROMÉTRICAS
COM BASE EM ATRIBUTOS BIOFÍSICOS DE
UNIDADES DE AMOSTRA DO INVENTÁRIO
FLORESTAL NACIONAL: ESTUDO DE CASO DE
RONDÔNIA**

Orientador: Dr. Joberto Veloso de Freitas

Dissertação apresentada à
Universidade Federal do
Amazonas como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Ciências Florestais e
Ambientais

Manaus, Amazonas

Maio, 2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

T862s Trovão, Jean Victor de Castro
Seleção de equações dendrométricas com base em atributos
biofísicos de unidades de amostra do Inventário Florestal Nacional:
estudo de caso de Rondônia / Jean Victor de Castro Trovão . 2023
103 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Joberto Veloso de Freitas
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Equações alométricas. 2. Volume de madeira. 3. Biomassa. 4.
Rotina de programação. I. Freitas, Joberto Veloso de. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Joberto Veloso pela orientação, apoio e amizade.

À Universidade Federal do Amazonas – UFAM, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais – PPGCIFA, pela oportunidade desta pós-graduação.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pela concessão da bolsa.

Ao Prof. Alberto Carlos pela oportunidade de realização do estágio supervisionado.

Ao Serviço Florestal Brasileiro – SFB, pela disponibilização dos dados necessários para a realização deste trabalho, por meio do Laboratório de Inventário e Mensuração de Florestas Tropicais – LIMFT da UFAM.

Ao Dr. Moacir Campos pelas longas conversas, conselhos, apoio e amizade.

Aos amigos e colegas: Lara, Mahya, Gabriel, Julie, Valdiek e Rose. Pela ajuda nas disciplinas, apoio e suporte emocional.

Aos colegas de trabalho do IBGE, em especial aos da base, pela paciência nas minhas supervisões.

Aos meus familiares mais próximos, gostaria de expressar minha profunda gratidão por todo o amor, apoio e encorajamento que vocês me deram durante minha jornada acadêmica e especialmente durante a elaboração da minha dissertação de mestrado. Sem a ajuda e apoio da minha irmã, mãe, padrasto, meu primo Thiago e minha namorada Erika, eu não teria conseguido alcançar este marco tão significativo em minha vida acadêmica. Seus conselhos e palavras gentis me mantiveram focado e determinado a seguir em frente e concluir esta etapa tão importante da minha vida. Obrigado do fundo do meu coração por tudo.

Muito Obrigado!

RESUMO

Esta pesquisa buscou desenvolver um método para a seleção automatizada de equações dendrométricas por unidade de amostra, considerando os dados do Inventário Florestal Nacional no Bioma Amazônia. A proposta foi conduzida utilizando equações dendrométricas aplicáveis à realidade da região amazônica. A partir da revisão foram reunidas equações da literatura e identificados os principais critérios para seleção das equações, sendo divididos em 3 grupos, relacionados: i) à localização do conglomerado, ii) aos dados dos conglomerados e iii) às equações. Com o uso de recursos de processamento de dados foi desenvolvido um algoritmo para seleção automática das equações, conforme a localização dos conglomerados e considerando dados das subunidades. Para testar e analisar o potencial do algoritmo na seleção das equações, foram utilizados dados oriundos do Inventário Florestal Nacional no Estado de Rondônia. Foram analisadas 309 equações de 27 trabalhos, sendo 15 destinados para equações de volume de madeira, 11 para biomassa de espécies arbóreas e 2 para biomassa de palmeiras. A rotina selecionou 6 equações para a variável volume, 6 para variável biomassa, sendo 3 para palmeiras e 3 para espécies arbóreas. Por meio dessas equações, a rotina, estimou valores variando de 21,7907 m³.ha⁻¹ a 231,5048 m³.ha⁻¹ para volume, e de 55,0961 t.ha⁻¹ a 303,8594 t.ha⁻¹ para biomassa. Os valores encontrados foram condizentes com outros estudos. Ao final dessa pesquisa foram identificados os principais critérios para a seleção automática de equações, e quais áreas da região que apresentam as maiores lacunas de equações. A partir desse trabalho espera-se contribuir para o aprimoramento da seleção de equações dendrométricas no contexto do IFN em outras regiões do país.

Palavras-chave: Equações Alométricas, Volume de Madeira, Biomassa

ABSTRAC

This research aimed at developing a method for automated selection of dendrometric equations individually for sample units (clusters) of the National Forest Inventory (NFI) in the Brazilian Amazon biome. The proposal was conducted using equations applicable to the reality of the region. Equations from literature were gathered, and the main criteria for equation selection were identified and divided into three groups related to i) the location of the cluster, ii) cluster ground data, and iii) equations characteristics. Using data computational programming, an algorithm in Python was developed for the automatic selection of equations. To test and analyze the potential of the algorithm in selecting equations, data from the National Forest Inventory in the state of Rondônia were used and 309 equations from 27 studies were analyzed, with 15 for wood volume equations, 11 for tree species biomass, and 2 for palm tree biomass. The routine selected 3 equations for the volume variable, 6 for the biomass variable, with 4 for palm trees and 2 for tree species. Through these equations, the routine estimated values ranging from 21,7907 m³.ha⁻¹ to 231,5048 m³.ha⁻¹ for volume and from 55,0961 t.ha⁻¹ to 303,8594 t.ha⁻¹ for biomass. The results found were consistent with other studies. At the end of this research, the main criteria for the automatic selection of equations were identified, as well as the areas in the region that have the greatest gaps in equations availability. This work is expected to contribute to

the improvement of the selection of dendrometric equations in the context of the National Forest Inventory in other regions of the country.

Keywords: Allometric Equations, Wood Volume, Biomass

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Objetivos	9
2.1. Geral	9
2.2. Específicos	9
3. Revisão de Literatura	10
3.1. Amazônia	10
3.2. Inventário Florestal Nacional	10
3.2.1. Sistema de Amostragem	10
3.2.2. Conglomerado	11
3.2.3. Tipologias Florestais	12
3.2.4. Definição de floresta usada no IFN	13
3.2.5. Classe de uso/cobertura da terra	14
3.2.6. Inventário Florestal Nacional em Rondônia	15
3.3. Estimativas de volume de madeira e biomassa	15
3.4. Relações dendrométricas utilizadas em inventários florestais	16
3.5. Tipos de equações quanto à aplicabilidade individual	16
3.6. Tipos de equações quanto a variável dependente: volume e biomassa	16
3.7. Equações de biomassa por hábito ou forma de vida	17
3.7.1. Palmeiras	17
3.8. Selecionando o melhor modelo: principais preditores	18
3.9. Ajuste do Modelo	19
3.10. Índice Furnival	19
4. Material e Métodos	19
4.1. Área de estudo e coleta de dados	19
4.2. Etapas da pesquisa	20
4.2.1. Etapa 1: seleção de equações dendrométricas	21
4.2.2. Etapa 2: identificação de critérios	21
4.2.3. Etapa 3: desenvolvimento da rotina	22
4.2.3.1. Subetapa 1 – Pré-processamento	23
4.2.3.2. Subetapa 2 – Ordem de prioridade dos critérios	23
4.2.3.3. Subetapa 3 – Seleção de Equação de Volume	25
4.2.3.4. Subetapa 4 – Seleção de Equação de Biomassa e Palmeira	26
4.2.4. Etapa 4: Verificação da qualidade de seleção da rotina	27

5.	Resultados	27
5.1.	Descrição dos conglomerados do IFN-RO	27
5.2.	Descrição das equações	29
5.3.	Equações selecionadas pela rotina	31
5.3.1.	Equações de volume	31
5.3.2.	Equações para palmeiras	33
5.3.3.	Equações de biomassa	35
5.4.	Valores de volume e biomassa por hectare	37
6.	Discussão	40
6.1.	Análise dos critérios de seleção de equações	40
6.2.	Análise das estimativas de volume e biomassa	43
6.3.	Disponibilidade de equações	45
6.4.	Inventários Florestais Nacionais e equações de volume e biomassa	46
7.	Conclusão	46
8.	Referências	48
	Anexo I – Lista dos conglomerados	57
	Anexo II – Modelos de equações	65
	Anexo III – Lista de Trabalhos	67
	Anexo IV – Lista de equações de Volume	70
	Anexo V – Lista de equações de Palmeiras	82
	Anexo VI – Lista de equações de Biomassa	84
	Anexo VII – Rotina de seleção de equações	90
	Anexo VIII – Valores de volume de madeira e biomassa seca total por conglomerado.	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Códigos de classificação das classes de uso/cobertura do solo utilizado no Inventário Florestal Nacional de Rondônia.	14
Tabela 2. Critérios eliminatórios e suas condições para não eliminação da equação....	22
Tabela 3. Sistema de pontuação para os critérios classificatórios R^2 e S_{yx}	23
Tabela 4. Combinações de ordem de prioridade dos critérios.....	24
Tabela 5. Distribuição das Tipologias Vegetais dos conglomerados de Rondônia.	28
Tabela 6. Distribuição das Tipologias Vegetais dos conglomerados do Bioma Amazônia.....	28
Tabela 7. Distribuição das Tipologias Vegetais dos conglomerados de Rondônia após substituição da tipologia Contato.	29
Tabela 8. Lista de equações utilizadas nesse trabalho distribuídas por Tipologia Vegetal.....	29
Tabela 9. Equações de volume selecionadas pela rotina.	31
Tabela 10. Equações para estimativa de biomassa de palmeiras selecionadas pela rotina. Todas as equações selecionadas foram desenvolvidas por Goodman et al. (2013).	34
Tabela 11. Equações de biomassa selecionadas pela rotina.	36
Tabela 12. Valor de volume de madeira comercial em $m^3.ha^{-1}$ dos conglomerados em cada combinação de critérios.....	38
Tabela 13. Valor de biomassa seca total (acima + abaixo do solo) em $t.ha^{-1}$ dos conglomerados em cada combinação de critérios e os respectivos valores no FRA (2020).....	38
Tabela 14. Resultados da comparação entre os valores de volume estimados pela rotina desenvolvida e pelas equações do SFB para cada tipologia florestal. Os valores apresentados incluem números de conglomerados por tipologia (n), médias de volume estimadas pela rotina e pelo SFB, estatística t calculada e valor de p associado ao teste de comparação. A interpretação dos resultados indica se há diferença significativa entre as estimativas de volume. Não há diferença significativa quando o valor de p é maior que 0,05.	39
Tabela 15. Resultados da comparação entre os valores de volume estimados pela rotina desenvolvida e pelas equações do SFB para cada tipologia florestal. Os valores apresentados incluem números de conglomerados por tipologia (n), médias de biomassa seca total estimadas pela rotina e pelo SFB, estatística t calculada e valor de p associado ao teste de comparação. A interpretação dos resultados indica se há diferença significativa entre as estimativas de biomassa. Não há diferença significativa quando o valor de p é maior que 0,05.	40
Tabela 16. Lista com dados dos conglomerados do Inventário Florestal Nacional de Rondônia.....	57
Tabela 17. Compilação dos modelos utilizados nas equações de volume e biomassa, das publicações consultadas. Onde: Y = biomassa ou volume, respectivamente, em kg e m^3 ; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ = coeficientes do modelo; DAP = diâmetro à altura de 1,30 m acima do nível do solo, em cm; h = altura total ou comercial, em m; C = circunferência à altura de 1,30 m acima do nível do solo, em cm; C0 = diâmetro ao nível do solo, em cm; CD = diâmetro de copa, em m; ρ = densidade específica da madeira, em $g.cm^{-3}$; dmf = fração de massa seca; t = conteúdo de carbono, em $dg.kg^{-1}$	65
Tabela 18. Lista descritiva dos trabalhos utilizados na rotina.....	67

Tabela 19. Lista descritiva das equações de volume utilizadas na rotina.....	70
Tabela 20. Lista descritiva das equações de palmeiras utilizadas na rotina.	82
Tabela 21. Lista descritiva das equações de biomassa utilizadas na rotina.....	84
Tabela 22. Comparação entre valores de volume e biomassa estimados com equações selecionadas pela rotina (Combinação C) e valores estimados com equações utilizadas no SFB.	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da GNPA, ilustrando a distribuição dos pontos amostrais do IFN (pontos em preto). Os pontos vermelhos, no círculo inferior, constituem o adensamento da grade.	11
Figura 2. Representação esquemática do conglomerado.....	12
Figura 3. Classificação das áreas de floresta utilizada pelo SFB.	14
Figura 4. Distribuição dos Pontos Amostrais do Inventário Florestal Nacional em Rondônia.....	20
Figura 5. Árvore de decisão para utilização dos critérios de seleção das equações.	25
Figura 6. Fluxograma esquemático representando a subetapa 3 - Seleção de equação de volume.	26
Figura 7. Fluxograma esquemático representando a subetapa 4 - Seleção de equação de biomassa.	27
Figura 8. Frequência das equações de volume selecionadas pela rotina nos conglomerados organizada por tipologia. A- combinação de critérios A; B - combinação de critérios B; C - combinação de critérios C e D - combinação de critérios D. As equações 9, 84, 94 não são visíveis no gráfico devido a suas ocorrências serem abaixo de 1% nas tipologias.	32
Figura 9. Frequência das equações para palmeiras selecionadas pela rotina nos conglomerados, organizada por tipologia. A - combinação de critérios A; B - combinação de critérios B; C - combinação de critérios C e D - combinação de critérios D.	34
Figura 10. Frequência das equações de biomassa selecionadas pela rotina nos conglomerado organizada por tipologia. A- combinação de critérios A; B - combinação de critérios B; C - combinação de critérios C e D - combinação de critérios D.....	36
Figura 11. Representação dos Scrips utilizados na rotina e suas respectivas subetapas.	90
Figura 12. Modelo exemplificativo de <i>Scrip</i> utilizado na rotina. Ao final de cada <i>scrip</i> , em destaque, é salvo o resultado em planilhas em formato excel para ser utilizado em scrips subseqüentes.	91

1. Introdução

O Inventário Florestal Nacional (IFN) é uma ação coordenada e executada pelo governo federal, com o objetivo de produzir informações sobre os recursos florestais brasileiros. Essas informações auxiliam nas tomadas de decisões e na boa gestão desses recursos em nível nacional, regional e mundial (RAMIREZ et al., 2021). Entre as principais variáveis quantitativas obtidas no IFN destacam-se o volume de madeira e o estoque de biomassa das florestas.

O volume de madeira possui grande relevância na avaliação de uma floresta, principalmente quando a matéria-prima florestal é destinada para fins comerciais (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2009). Já a biomassa tem alcançado uma maior relevância no contexto do tema mudança climática. De acordo com Fearnside (1994), 50% da biomassa de florestas tropicais é composta de carbono. Esse carbono quando liberado para atmosfera na forma de CO₂ a partir das queimadas e da queima de combustíveis fósseis, reage com as moléculas de oxigênio da camada de ozônio danificando-a, e não obstante, também contribuindo para os gases de efeito estufa que ocasionam o superaquecimento da atmosfera terrestre.

Nesse cenário, as florestas cumprem um importante papel de minimizar esses efeitos ao funcionar como sumidouros de carbono, pois as mesmas armazenam carbono em sua estrutura a partir da fotossíntese (MEIRA et al., 2020; SILVEIRA et al., 2008). Portanto, quantificar o volume de madeira, a biomassa e o estoque de carbono, além de auxiliar os governos na gestão desses recursos também permite identificar, num contexto global, sua contribuição na diminuição dos fatores que afetam negativamente as mudanças climáticas.

Por sua vez, a quantificação dessas variáveis pode ser realizada por meio de dois métodos distintos: direto e indireto. No método direto, como o próprio nome já sugere, a medição é feita com técnicas onde a variável de interesse é mensurada diretamente. Nesse caso o volume pode ser obtido por meio de cubagem, xilômetro ou volume de Francon, e a biomassa por meio de pesagem da árvore inteira. Já no método indireto chega-se a uma estimativa da variável de interesse utilizando-se equações ajustadas com base em modelos volumétricos e de biomassa que utilizem variáveis de fácil obtenção.

A utilização do método direto pode apresentar valores mais acurados das variáveis de interesse do que o método indireto. Entretanto, para inventários florestais, que podem ter milhares de árvores a serem mensuradas, o método direto torna-se impraticável devido ao tempo e o custo serem muito elevados. Dessa forma, apesar do método indireto ser menos preciso que o anterior, a utilização de variáveis de fácil obtenção, como o diâmetro das árvores, permite que a quantificação das variáveis de interesse seja realizada em tempo hábil e com custos mais acessíveis.

Contudo, na região Amazônica, assim como na maior parte do país, há escassez de equações disponíveis para estimar essas variáveis e assim cobrir todas as tipologias e regiões, além da heterogeneidade característica dessas florestas (LIMA, et al., 2012; ROLIM et al., 2006; THAINES et al., 2010). Consequentemente, os modelos de equações já desenvolvidos para a região ainda são poucos, e muitos acabam tendo que ser aplicados de forma generalizada em grandes áreas (ROLIM et al., 2006).

Em inventários florestais pontualmente localizados é possível escolher equações por fácil consulta à literatura. Entretanto, no caso do Inventário Florestal Nacional, que utiliza amostragem sistemática com milhares de unidades de amostras (conglomerados) distribuídas na região, esta seleção poderia ser feita de forma objetiva e automatizada, de modo a considerar as condições locais de aplicação e assim reduzir o grau de subjetividade nesta escolha e melhorar a acuracidade e precisão das estimativas.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é desenvolver critérios de seleção de equações dendrométricas para conglomerado do IFN, tendo como base atributos biofísicos tais como a sua localização geográfica, variáveis ambientais e dados do próprio IFN, considerando também o universo de equações dendrométricas publicadas na literatura nos últimos anos.

2. Objetivos

2.1. Geral

Desenvolver um método para a seleção automatizada de equações dendrométricas por unidade de amostra do inventário nacional realizado no Bioma Amazônia.

2.2. Específicos

- Identificar equações de volume e biomassa desenvolvidas para uso na Amazônia e organizá-las por critérios objetivos de aplicabilidade e qualidade do ajuste;
- Identificar critérios nos dados relacionados aos conglomerados e às suas localizações aplicáveis à seleção de volume e biomassa, no contexto do Inventário Florestal Nacional na Amazônia.
- Desenvolver uma rotina automatizada, do tipo árvore de decisão, para a seleção de equações por unidade de amostra do IFN, que considere atributos relacionados à sua localização geográfica e aos dados por indivíduo;
- Verificar qualidade da seleção gerada pela rotina a partir da comparação com estimativas de volume e biomassa da literatura geradas para o Estado de Rondônia.

3. Revisão de Literatura

3.1. Amazônia

Reconhecido internacionalmente pela sua biodiversidade e riquezas naturais, o Bioma Amazônia possui uma área de 6,4 milhões de quilômetros quadrados e estende-se ao longo de oito países da América do Sul: Brasil, Peru, Colômbia, Bolívia, Venezuela, Guiana, Suriname, Equador e o território francês denominado Guiana Francesa (PEREIRA et al., 2010). No Brasil, a sua área compreende os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e parte dos territórios do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins.

A região é considerada como a maior reserva de diversidade biológica do planeta, havendo estimativas de que abrigue, ao menos, a metade de todas as espécies vivas (SFB, 2019). Tamanha biodiversidade traz à sociedade diversos benefícios, já apontados pela literatura, tais como: ético, econômico, cultural, recreativo, intelectual, científico, espiritual, emocional e estético (ALHO, 2008). Com tantos benefícios, utilizar os recursos florestais da Amazônia de forma sustentável é estratégico para o país e uma necessidade para manutenção da vida na Terra e bem-estar social. Nesse contexto, levantamentos, como os realizados por Inventários Florestais Nacionais, são passos importantes para que os governos possam realizar uma boa gestão desses recursos.

3.2. Inventário Florestal Nacional

O Inventário Florestal Nacional (IFN) foi realizado pela primeira vez no Brasil, na década de 1980, em edição única, com o objetivo principal de gerar informações sobre os estoques de madeira de florestas naturais e plantadas. A partir de então, apenas inventários regionais foram realizados no país, para atender demandas particulares de informações e subsidiar programas de colonização ou planejamento (RAMIREZ et al., 2021).

Em 2012, por meio da Lei nº 12.651 em seu artigo 71, foi estabelecido que “a União, em conjunto com os Estados, Distrito Federal e Municípios, realizará o Inventário Florestal Nacional, para subsidiar a análise da existência e qualidade das florestas do país, em imóveis privados e terras públicas” (BRASIL, 2012).

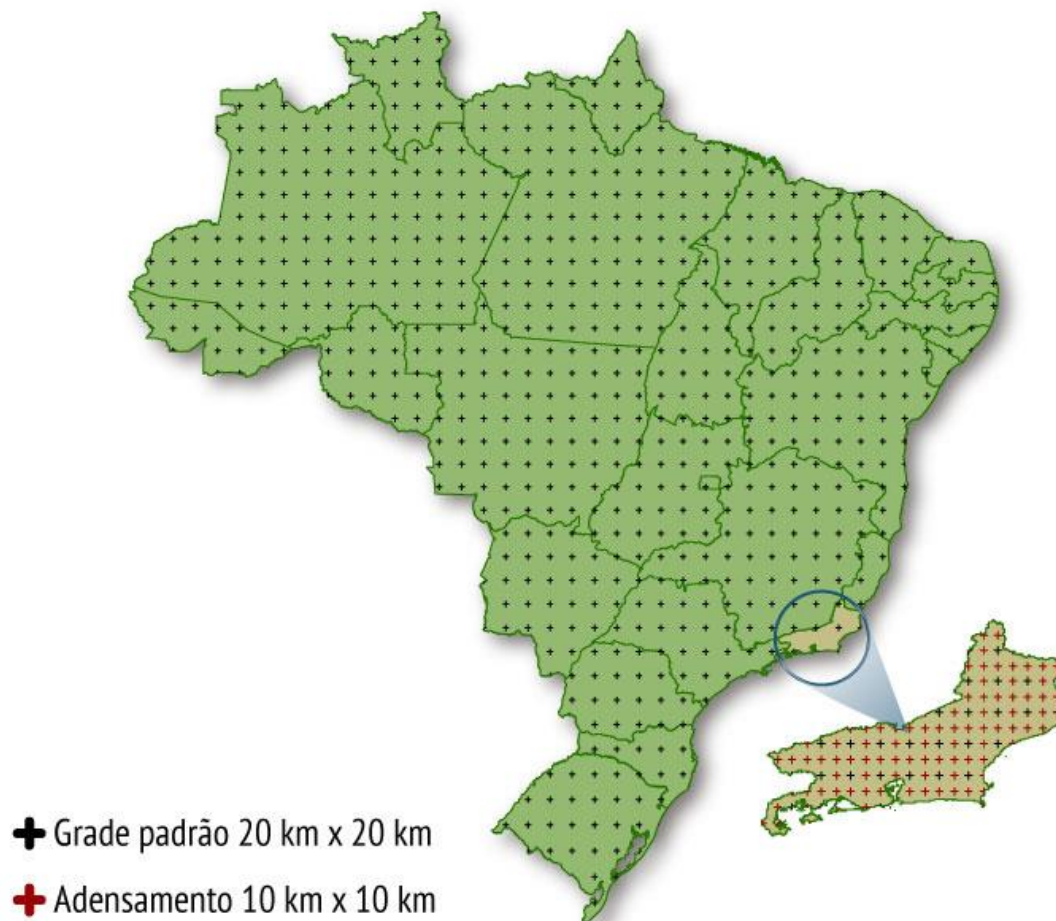
Atualmente, o IFN é uma ação coordenada pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB), órgão gestor das florestas públicas federais para a produção sustentável de bens e serviços, que busca produzir informações estratégicas sobre os recursos florestais do país. O SFB, até dezembro de 2019, havia realizado o levantamento em 18 das 27 unidades federativas do país e está progressivamente implementando nos restantes, conforme os recursos disponíveis e negociações com os governos locais e instituições financiadoras (RAMIREZ et al., 2021).

3.2.1. Sistema de Amostragem

Do ponto de vista estatístico o processo de Amostragem do IFN é o sistemático. Nesse processo, as unidades amostrais são selecionadas a partir de um esquema rígido e preestabelecido de sistematização, com o propósito de cobrir a população, em toda a sua extensão, e obter um modelo sistemático simples e uniforme (NETTO; BRENA, 1997).

Utilizando este processo, o IFN distribui pontos amostrais segundo uma grade nacional estabelecida pelo Serviço Florestal Brasileiro. A Grade Nacional de Pontos Amostrais do IFN (GNPA) consiste em pontos equidistantes em 20 km, denominada grade nacional padrão 20 km x 20 km. O adensamento da grade pode ser necessário para aplicações especiais, visando a representatividade das diferentes fitofisionomias e em inventários estaduais, municipais, dentre outras possibilidades. Esses adensamentos podem ser de 10 km x 10 km (grade 10), 5 km x 5 km (grade 5) ou com distâncias ainda menores (**Figura 1**) (SFB, 2020).

Figura 1. Representação esquemática da GNPA, ilustrando a distribuição dos pontos amostrais do IFN (pontos em preto). Os pontos vermelhos, no círculo inferior, constituem o adensamento da grade.



Fonte: SFB, 2020

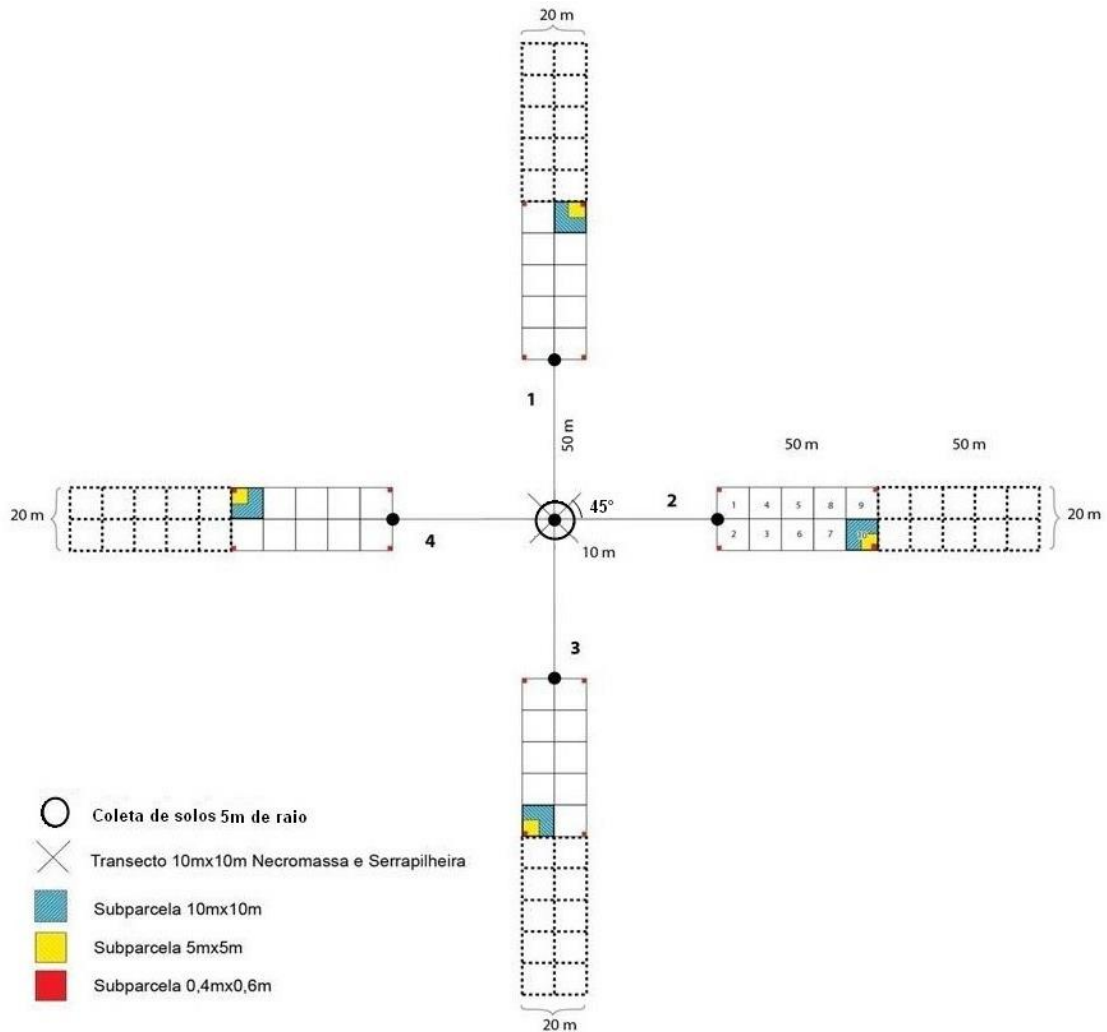
3.2.2. Conglomerado

Sobre cada ponto da Grade Nacional de Pontos Amostrais (GNPA) é instalado um **conglomerado**. O conglomerado tem a forma da cruz de malta, constituído por quatro subunidades retangulares de área fixa, perpendiculares em relação ao seu ponto central, orientadas na direção dos pontos cardeais e numeradas de 1 a 4 (**Figura 2**).

Essas subunidades, por sua vez, são divididas em 20 subparcelas, no Bioma Amazônia, ou em 10 subparcelas, nos demais Biomas, com dimensões fixas de 10 m x 10 m. Estas subparcelas são classificadas quanto a cobertura/uso do solo e nelas são

levantados dados das árvores, cactos e palmeiras com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) igual ou superior a 10 cm nas 10 primeiras subparcelas. No Bioma Amazônia, nas 10 últimas subparcelas restantes são levantadas apenas árvores com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) superior à 40 cm.

Figura 2. Representação esquemática do conglomerado.



Fonte: SFB, 2020

3.2.3. *Tipologias Florestais*

No IFN é utilizado o Sistema de Classificação da Vegetação estabelecido pelo IBGE como base para a definição de áreas e atribuição aos dados coletados em cada conglomerado. Nessa classificação há uma hierarquia de formações florestais, sendo estas detalhadas em primeiro lugar pela fitossociologia e em seguida por estudos ecológicos. Nesse sistema estão incluídos todos os tipos de vegetação ou Regiões Fitoecológicas brasileiras, as Formações Pioneiras, os Refúgios Vegetacionais e as faixas de Tensão Ecológica entre duas ou mais Regiões Fitoecológicas.

A hierarquia do nome de cada tipologia inicia da esquerda para a direita. O primeiro termo define a classe de formação que é também usada como sinônimo de

Tipo de Vegetação. Em seguida, pode haver até cinco subdivisões: subclasse de formação, grupo de formação, subgrupo de formação, formação propriamente dita e subformação. O termo subclasse de formação conceitua a fase climática da mesma; o termo grupo de formação conceitua a fase fisiológica; o termo subgrupo de formação conceitua a fisionomia estrutural da formação; o termo formação propriamente dita conceitua a fase ambiental e o termo subformação é a subdivisão que apresenta fáceis específicas que alteram a fisionomia da formação.

Por exemplo, quando definimos uma determinada área de floresta como sendo uma área de Floresta Ombrófila Densa Aluvial com dossel Uniforme, devemos entender que:

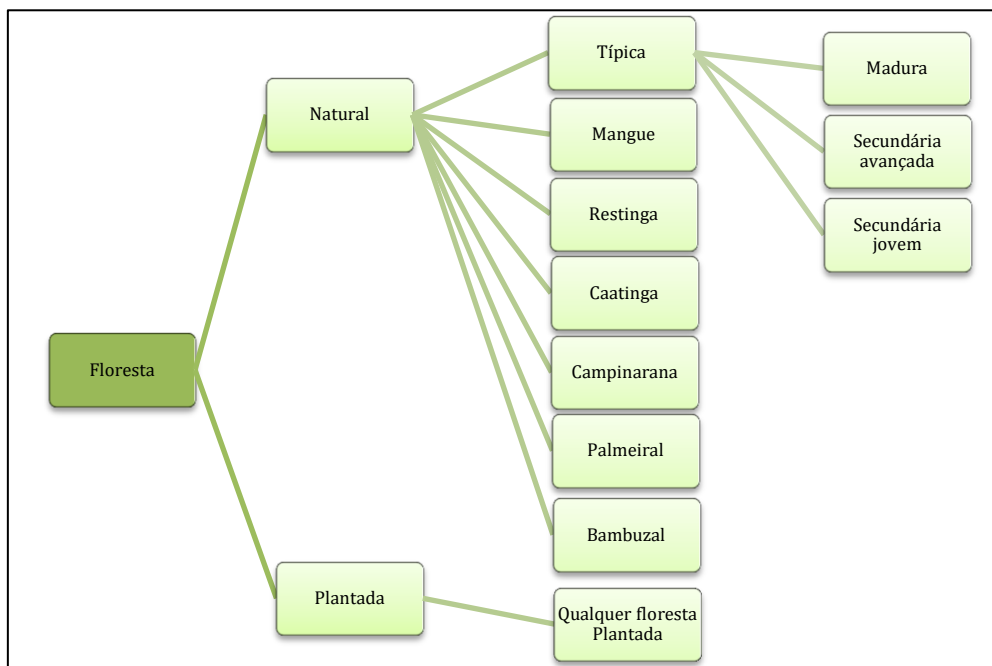
- A classe de formação é **Florestal**;
- A subclasse de formação é **Ombrófila**;
- O subgrupo de formação é **Densa**;
- A formação propriamente dita é **Aluvial**;
- E a subformação é **com dossel uniforme**.

3.2.4. Definição de floresta usada no IFN

O IFN utiliza a mesma definição de floresta estabelecida pela FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura). Por essa definição, uma área é enquadrada como floresta quando atende a três atributos: i) área igual ou superior a 0,5 hectare; cobertura de copa em mais de 10% da área; e as árvores da área devem atingir uma altura mínima de 5 metros em seu estágio adulto (FAO, 2020). Além desses atributos, para esta área ser classificada como floresta não deve estar sob cultivo agrícola ou uso urbano (SFB, 2020).

Depois de identificadas como floresta, estas áreas são classificadas como naturais ou plantadas. A fim de facilitar o processamento e análise dos dados, as florestas naturais são ainda divididas em subcategorias que melhor caracterizem a sua estrutura e composição (**Figura 3**). Já as florestas plantadas não são sub classificadas, uma vez que o registro das árvores indicará a composição de espécies ali plantadas (SFB, 2020).

Figura 3. Classificação das áreas de floresta utilizada pelo SFB.



Fonte: SFB, 2020 (adaptado).

3.2.5. Classe de uso/cobertura da terra

No IFN, as subparcelas de cada subunidade dos conglomerados são classificadas quanto ao uso/cobertura da terra e, para o caso de Rondônia, foram utilizados códigos de classificação conforme apresentados na **Tabela 1**. Em situações que mais de um tipo de cobertura/uso da terra ou tipologia ocorra numa mesma subparcela de 10 m x 10 m, deverá ser considerado aquele que ocorra em maior extensão na subparcela.

Tabela 1. Códigos de classificação das classes de uso/cobertura do solo utilizado no Inventário Florestal Nacional de Rondônia.

Classe	Categoria	Classe de uso/cobertura ou tipo de vegetação	Código
1	Florestas	Floresta típica madura	111
		Floresta típica secundária avançada	112
		Floresta típica secundária jovem	113
		Mangue (arbóreo)	12
		Restinga (arbórea)	13
		Cerrado (Cerradão e cerrado <i>sensu stricto</i>)	14
		Caatinga (arbórea densa e aberta)	15
		Campinarana (densa e aberta)	16
		Predominância de palmeiras	17
		Predominância de bambus	18
2	Outras terras com árvores	Qualquer Floresta plantada	19
		Pequenos fragmentos florestais	20
		Bosques Urbanos	21
3	Outras terras com vegetação natural	Outras fitofisionomias com árvores esparsas	22
		Fitofisionomias com predominância de arbustos	31

		Campus naturais em todos os biomas	32
4	Agricultura	Frutíferas arbóreas	41
		Culturas arbustivas perenes	42
		Culturas de ciclo curto	43
		SAF	44
		Pastagem cultivada	45
5	Outras áreas	Solo exposto, estéril	51
		Mineração	52
		Construção rural	53
		Estrada	54
		Influência urbana	55
		Praias, Dunas e areais	56
		Afloramento rochoso	57
Superfície com água	58		

Fonte: SFB, 2020.

3.2.6. Inventário Florestal Nacional em Rondônia

Iniciada em dezembro de 2014 e finalizada em maio de 2016, a coleta de dados em campo do IFN-RO ocorreu em 423 unidades amostrais (conglomerados) distribuídos sistematicamente sobre todo o território do estado, com exceção das terras indígenas e outras áreas de difícil acesso. No total foram medidos 34.013 indivíduos entre árvores e palmeiras e coletadas 3.108 amostras de espécies de diferentes hábitos de vida.

De acordo com Relatório Técnico do SFB, a cobertura de florestas naturais de Rondônia é de aproximadamente 13,4 milhões de hectares, o que equivale a 57% do território do estado. Nessas áreas, predomina a floresta do tipo ombrófila aberta, que representa 72% da cobertura florestal natural do estado com cerca de 9,7 milhões de hectares (SFB, 2020).

O mesmo relatório informa que, nas áreas de floresta de Rondônia, o volume médio de madeira é aproximadamente de 269 m³/ha e de 3,6 bilhões de m³ para a área total de florestas do estado. Quanto ao estoque de biomassa/necromassa, nas áreas de floresta de Rondônia, foi estimado em 337 t/ha. Já o estoque médio de carbono foi de aproximadamente 297 t/ha ou 5,4 bilhões de toneladas totais, considerando o estoque na floresta e no solo.

3.3. Estimativas de volume de madeira e biomassa

A FAO define volume de madeira ou estoque em crescimento como sendo o volume com casca de todas as árvores vivas com uma altura de 1,3 m ou mais acima do nível do solo até um diâmetro superior de 0 cm, excluindo ramos (FAO, 2020). Já a biomassa florestal ou fitomassa é a quantidade, expressa em unidade de massa, do material lenhoso contido em uma unidade de área da floresta (ARAÚJO et al., 1999).

Quantificar essas variáveis é essencial para que o gestor tenha informações que auxiliem na tomada de decisão e na boa gestão desses recursos. Além disso, a partir de 2009 as equações de volume começaram a ser exigidas na Amazônia brasileira, em áreas de manejo florestal. A Resolução CONAMA, 406 de fevereiro de 2009, determinou que a partir do segundo Plano Operacional Anual (POA) o cálculo do

volume de árvores em pé só seria aceito mediante equação de volume, desenvolvida especificamente para o Plano de Manejo Florestal Sustentável (BRASIL, 2009).

Como mencionado anteriormente, existem duas formas principais de quantificar esses dois recursos florestais: método direto e indireto. Os dois métodos possuem vantagens e desvantagens. A principal vantagem do método direto é a de possibilitar a determinação do valor real do volume e da biomassa. Entretanto, possui a desvantagem de demandar tempo e normalmente envolve alto custo de operação tornando simplesmente impossível de ser utilizado em grandes áreas como toda a Amazônia (HIGUCHI; CARVALHO, 1994). Já o método indireto possui como principais vantagens apresentar menor custo e demandar menos tempo, quando comparado ao método anterior. E como principal desvantagem o de apresentar menos precisão que o método indireto.

3.4. Relações dendrométricas utilizadas em inventários florestais

O termo alometria é composto das palavras *allos* (outra) e *metron* (medida) (NIKLAS, 1995). Envolve o estudo da relação do crescimento de um organismo inteiro a partir do crescimento de uma parte desse organismo. Na área florestal é utilizada no estudo da biomassa ou volume de madeira (todo) em função de partes do todo (DAP, altura total e altura comercial). Assim, o termo equações alométricas tem sido aplicado para se referenciar às equações dendrométricas.

O uso de equações de regressão está intimamente ligado a este estudo, pois por meio dos modelos ajustados com regressão é possível estimar uma variável dependente, como volume e biomassa, a partir de uma ou mais variáveis independentes, como DAP, altura e densidade da madeira, ou as combinações entre elas.

3.5. Tipos de equações quanto à aplicabilidade individual

Visando absorver a heterogeneidade característica das florestas tropicais, os tipos de equações de volume e de biomassa mais frequentemente abordados são: equações para espécies individuais, equações para grupos de espécies por morfo-espécie e equações gerais para toda a área (AKINDELE; LEMAY, 2006).

A escassez de dados para muitas espécies arbóreas tropicais prejudica o desenvolvimento de equações de volume confiáveis e específicas para cada espécie. Um estudo desenvolvido por Akindele e Lemay (2006) mostra que este problema pode ser mitigado agregando as espécies em grupos e desenvolvendo equações apropriadas para cada grupo. As equações de volume e biomassa para grupos de espécies parecem ser mais precisas devido ao número relativamente grande de observações e, portanto, devem ser usadas em vez das equações por espécie, para as quais o tamanho da amostra for pequeno (AKINDELE; LEMAY, 2006; VANCLAY, 1991).

3.6. Tipos de equações quanto a variável dependente: volume e biomassa

As equações disponíveis na literatura para volume e biomassa possuem algumas variações, de acordo com a metodologia empregada ou finalidade de cada pesquisa.

Nas equações de volume as principais diferenças são quanto à inclusão ou não da casca da árvore e da variável altura. A altura, quando presente nas equações, poder ser aquela conhecida como comercial, que inclui apenas a extensão do tronco que vai da

base até a sua primeira bifurcação, ou a altura total, que inclui a região do tronco que vai da base até o ponto mais alto da árvore. Entretanto, nas estimativas de volume de madeira, o uso da altura comercial é a mais comum (ALMEIDA et al., 2020; COLPINI et al., 2009; CYSNEIROS et al., 2017; SCOLFORO, J. R. et al., 1994; SILVA, L. B. D. DA et al., 2020).

Já para biomassa, as equações podem se referir: à biomassa acima do solo, à biomassa abaixo do solo, à necromassa e à biomassa total, que inclui a biomassa acima e abaixo do solo. De acordo com IPCC (2003), a biomassa acima do nível do solo inclui tronco, galhos grossos e finos, casca, flores, frutos e folhas; a biomassa abaixo do solo inclui as raízes maiores do que 2 mm em diâmetro de base e; a biomassa de matéria morta ou necromassa, inclui todos os materiais vegetais mortos não contidos na serapilheira, sejam em pé, no chão ou no solo. Quanto ao teor de umidade, a biomassa ainda pode ser diferenciada em seca ou úmida/fresca, sendo esta última normalmente mensurada em campo logo após o abate das árvores.

3.7. Equações de biomassa por hábito ou forma de vida

Devido à heterogeneidade de florestas tropicais como a do Bioma Amazônia, é natural a ocorrência de diferentes hábitos ou formas de vida. Dessas, são incluídas no IFN cinco hábitos: árvore, palmeira, bambu, liana e cipó. Por apresentarem crescimento e estruturas internas diferentes, não seria adequado utilizar uma mesma equação de biomassa para todas essas formas de vida. Entretanto, ainda há uma carência de equações como um todo na região do Bioma Amazônia, sendo concentradas principalmente em equações para o hábito de vida arbóreo e algumas poucas para palmeiras.

3.7.1. *Palmeiras*

As palmeiras, representantes da família Arecaceae ou Palmae, desempenham papéis importantes nos processos dos ecossistemas (LAFRANKIE; SAW, 2005; PETERS et al., 2004) e nos meios de subsistência locais (JOHNSON, 1996; MAY et al., 1985; RUNK, 1998). É constituída por 252 gêneros e aproximadamente 2.600 espécies (DRANSFIELD et al., 2008). No Brasil ocorrem, até o momento, 87 gêneros e cerca de 386 espécies, sendo que dessas, 149 estão presentes na região Amazônica (SOARES et al., 2022).

Na Amazônia Brasileira, elas apresentam variações na contribuição da biomassa acima do solo do povoamento, podendo representar desde poucas porcentagens (BROWN, S., 1997; SILVA, et al., 2015) a até aproximadamente 100% (BROWN, S., 1997). Devido à taxa elevada de utilização de água (KUNERT et al., 2013), elas ocorrem especialmente em florestas com inundações frequentes (KAHN et al., 1988; TERBORGH; ANDRESEN, 1998) e solos com fracas propriedades físicas, tais como profundidade de enraizamento pouco profunda (EMILIO et al., 2013). São espécies monocotiledóneas que crescem em altura, mas carecem de crescimento secundário (RICH et al., 1986; TOMLINSON, 2006) e de ramos, fatores esses que nas espécies arbóreas podem contribuir substancialmente para a estimativa da biomassa (GOODMAN; PHILLIPS; BAKER, 2013).

Devido a essas particularidades, estimativas de biomassa de palmeiras feitas a partir de modelos arbóreos tendem, provavelmente, a sobrestimar a biomassa, especialmente quando se usa o diâmetro e a densidade da madeira como variáveis independentes, pois os dois grupos de plantas têm propriedades internas e padrões de crescimento muito distintos (GOODMAN; PHILLIPS; DEL CASTILLO TORRES; et al., 2013). Diante do exposto, esforços destinados à construção e à distinção de equações específicas para palmeiras justificam-se na tentativa de minimizar os erros de estimativa principalmente em áreas que este grupo de plantas for predominante.

3.8. Selecionando o melhor modelo: principais preditores

Os parâmetros observados para a seleção da melhor equação dendrométrica de volume são: coeficientes de determinação (R^2) e correlação, menor erro padrão da estimativa (S_{xy}) e a distribuição dos valores residuais uniforme e sem tendência (HIGUCHI et al., 2008; LIMA, et al., 2012). Para a variável biomassa, além desses, podem ser incluídos em ordem de importância a amplitude de variação: do diâmetro do tronco, da densidade básica da madeira e da altura total (ALVAREZ et al., 2012; CHAVE et al., 2005; VIEILLEDENT et al., 2012).

Entretanto, vale ressaltar que apesar de algumas equações de volume e biomassa utilizarem valores de altura em seu modelo e trazerem ótimas estimativas, essa variável é, normalmente, difícil de ser mensurada em inventários florestais. Uma solução para essa situação é utilizar equações hipsométricas que estimam altura a partir do DAP. Nesse caso, deve-se atentar que a partir de determinado valor de DAP os resíduos podem começar a ser negativos indicando que existem limitações mecânicas ou fisiológicas que impedem o crescimento em altura (CHAVE et al., 2005; MIDGLEY, 2003; NIKLAS, 1995).

De maneira similar, a utilização da densidade básica da madeira também precisa ser feita com cautela, pois essa variável possui variações entre espécies e, dentro da mesma espécie, há variações na direção radial e na direção axial do tronco (AMARAL et al., 1971; BRASIL et al., 1977; FARIAS et al., 2023; LIMA, et al., 2020; OLIVEIRA, et al., 2005; TOMAZELLO FILHO, 1985). As médias das diferentes densidades em espécies amazônicas podem variar de 0,480 a 1,031 g.cm⁻³, demonstrando uma alta variação entre espécies e, conseqüentemente, indicando que é muito arriscado usar uma só densidade para todas as espécies de uma região (HIGUCHI; CARVALHO, 1994).

Além desses preditores clássicos, Chave et al. (2005) obtiveram boas correlações ao utilizar a variável tipo de floresta como um preditor para seleção de equações. Em seu trabalho classificou florestas tropicais em 3 grupos distintos: secas (*dry*), úmidas *moist* e superúmidas (*wet*).

As florestas superúmidas (*wet*) foram definidas como florestas sazonais nas quais a evapotranspiração excede a precipitação por menos de um mês do ano. Esta categoria de floresta corresponde a florestas de planície sazonal com precipitação média anual >3500 mm e florestas nebulosas (ALVAREZ et al., 2012).

As florestas úmidas (*moist*) foram definidas como aquelas em que a evapotranspiração excede a precipitação entre um e cinco meses, de acordo com as

médias climáticas ao longo de vários anos. Este tipo de floresta corresponde a florestas semidecíduas de planície, que têm uma precipitação de aproximadamente 1550-3500 mm ano⁻¹ (ALVAREZ et al., 2012).

Finalmente, florestas secas (*dry*) foram definidas como aquelas para as quais a evapotranspiração excede a precipitação por mais de 5 meses e a precipitação total é inferior a 1500 mm ano⁻¹ (ALVAREZ et al., 2012).

Como se pode observar o principal parâmetro utilizado pelo autor para diferenciação entre esses tipos de florestas foi a variável climática precipitação média da área, indicando que variáveis climáticas também podem ser utilizadas para diferenciação entre equações.

3.9. Ajuste do Modelo

O modelo é considerado ajustado ao identificar os valores dos parâmetros e o meio mais comum para esse ajuste é a utilização do método dos mínimos quadrados. Entretanto, apenas modelos lineares são solucionados por esse método. Para modelos não lineares, como modelos que incluem função inversa ou exponencial, é necessário o uso de recursos matemáticos para linearizá-los ou ajustá-los na forma não linear.

3.10. Índice Furnival

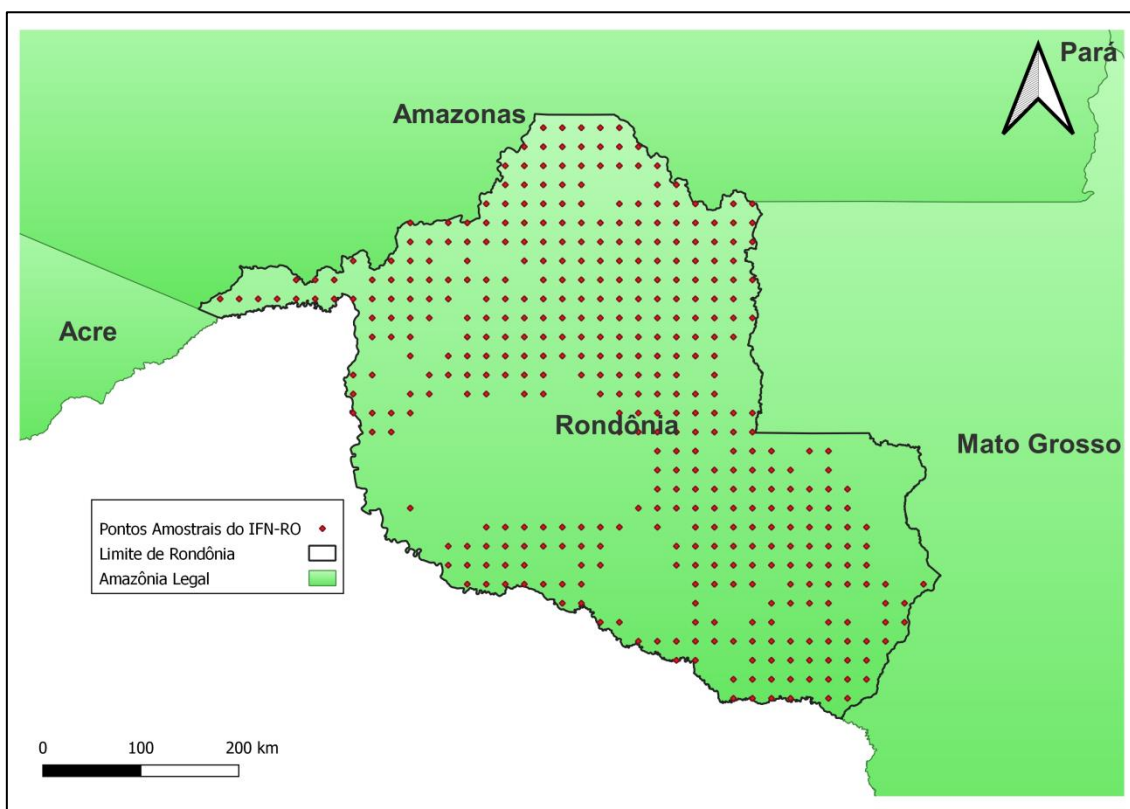
O índice de Furnival é definido como um fator de correção vezes a raiz quadrada do quadrado médio do resíduo do modelo ajustado na escala transformada (FURNIVAL, 1961). Ele é muito utilizado para ajustar equações linearizadas com função logarítmica, pois ao se transformar a variável resposta num modelo linear, produz-se uma transformação na escala de análise e, conseqüentemente, o erro padrão do modelo transformado está na nova escala. Utilizando o índice é possível reparar essa transformação, tornando possível comparar o erro padrão da estimativa entre modelos de regressão linear com diferentes transformações da variável resposta.

4. Material e Métodos

4.1. Área de estudo e coleta de dados

Esse estudo foi desenvolvido utilizando conjuntos de dados de campo oriundos de IFN no contexto do Bioma Amazônia, concentrando-se no Estado de Rondônia (Figura 4). O bioma cobre uma área de 4,2 milhões de km², equivalendo a 49,3% do território nacional e a 5% da superfície terrestre. A principal vegetação que caracteriza o bioma é a floresta ombrófila densa, composta em geral por árvores altas, incluindo as variações “matas de várzea e matas de igapó”. Entretanto, outras florestas podem ser encontradas, tais como: floresta ombrófila aberta, florestas estacionais semidecíduais e decíduais, além de savana e campinarana florestadas (IBGE, 2004).

Figura 4. Distribuição dos Pontos Amostrais do Inventário Florestal Nacional em Rondônia.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Rondônia é um dos estados do Bioma Amazônia que compõem o chamado “arco do desmatamento”, junto com Mato Grosso, Acre e leste do Pará (NOGUEIRA, 2008). Essas áreas são continuamente afetadas pela expansão das atividades da agropecuária que reduzem sua área de cobertura florestal (DOMINGUES; BERMANN, 2012; SOUZA, et al., 2019). Conseqüentemente, em Rondônia, o seu território é ocupado em 57% por área de cobertura florestal, 43% de outros usos do solo tais como agricultura e agropecuária, e apenas 0,12% correspondem a florestas plantadas (SFB, 2018). Do percentual de área de floresta, a tipologia floresta ombrófila aberta é a predominante cobrindo cerca de 72% dessa área (IBGE, 2022). Além dela, outras tipologias também são encontradas, da maior para a menor, na seguinte ordem: Contato, Floresta Ombrófila Densa, Savana, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Sempre Verde e Formação Pioneira (SFB, 2018).

4.2. Etapas da pesquisa

O projeto de pesquisa foi realizado em 4 etapas:

- Seleção de equações dendrométricas para compor o banco de dados de equações.
- Identificação de critérios para construção de árvore de decisão.
- Desenvolvimento de uma rotina de programação para escolha das melhores equações.
- Verificação da qualidade de seleção da rotina.

4.2.1. Etapa 1: seleção de equações dendrométricas

Nessa etapa, foram selecionadas equações dendrométricas publicadas e desenvolvidas para a Amazônia. As equações foram divididas em duas categorias: de volume e de biomassa. Cada conjunto contém equações específicas para espécies e genéricas, com várias espécies de uma determinada região para o hábito de vida do tipo árvore. No caso do conjunto de equações de biomassa incluiu-se equações para o hábito de vida do tipo palmeiras e, assim como as anteriores, contém equações específicas e genéricas.

De cada literatura optou-se por incluir todas as equações desenvolvidas para volume e biomassa, e não apenas as recomendadas pelos autores, deixando a cargo da rotina de programação selecionar as melhores equações para cada caso.

4.2.2. Etapa 2: identificação de critérios

Os critérios foram organizados em 3 grupos, relacionados: i) à localização do conglomerado, ii) aos dados dos conglomerados e iii) à qualidade e adequação da equação.

No grupo da localização do conglomerado, os critérios selecionados foram:

- Coordenadas geográficas;
- Classe de uso/cobertura do solo das subparcelas;
- Tipologia vegetal característica da área;
- Clima.

Quanto ao grupo dos dados do conglomerado, os critérios selecionados foram:

- Espécies, quando disponível;
- Hábito das espécies;
- DAP das espécies.

E quanto à qualidade e adequação da equação os critérios selecionados foram:

- Tipo de equação – se é equação para biomassa ou volume;
- Tipologia Vegetal – tipologia vegetal da região de origem das amostras utilizadas no ajuste da equação;
- Tipo de floresta (primária ou secundária);
- Clima – clima da região de origem das amostras utilizadas no ajuste da equação;
- DAP – amplitude diamétrico de aplicação;
- Espécie – se é equação específica para uma espécie ou genérica para grupos de espécies;
- Coeficiente de determinação (R^2);
- Desvio Padrão (S_{xy});
- Localização geográfica – localização de origem das amostras utilizadas para ajuste da equação.

Adicionalmente, os critérios de qualidade e adequação da equação ainda foram agrupados em 2 tipos distintos: os eliminatórios e os classificatórios. Pelos critérios

eliminatórias as equações são eliminadas quando não atenderem determinada condição (Tabela 2).

Tabela 2. Critérios eliminatórios e suas condições para não eliminação da equação.

Critério	Condição de aceitação da equação
Tipologia Vegetal	Tipologia Vegetal da equação deve ser igual à do conglomerado.
Clima	Clima da equação deve ser igual à do conglomerado.
Amplitude do DAP das amostras	O DAP do indivíduo (árvore ou palmeira) deve estar contido entre o diâmetro mínimo e máximo utilizados no ajuste da equação.

Já pelos critérios classificatórios, as equações são apenas classificadas de acordo com o valor apresentado em seus parâmetros de qualidade de equação, que são eles:

- R^2 – quanto maior o seu valor, melhor será classificada a equação;
- S_{xy} – quanto menor o seu valor, melhor será classificada a equação;
- Distância – distância entre a localização da origem dos dados que geraram a equação e do conglomerado. Quanto mais próxima do conglomerado a equação tiver sido gerada, melhor será classificada a equação. Para o cálculo da distância foi utilizado a seguinte fórmula deduzida do teorema de Pitágoras:

$$\text{Distância} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} * k$$

Onde:

k = coeficiente de conversão de graus decimais em quilômetros = 111

Distância = distância em quilômetros

x_1 = longitude em graus decimais do local onde foi desenvolvida a equação

x_2 = longitude em graus decimais do conglomerado

y_1 = latitude em graus decimais do local onde foi desenvolvida a equação

y_2 = latitude em graus decimais do conglomerado

4.2.3. Etapa 3: desenvolvimento da rotina

A rotina foi desenvolvida em linguagem Python com *scripts* organizados em módulos no intuito de facilitar o manuseio e execução dos mesmos (Anexo VII). Ela possui o seguinte princípio básico: “nenhum indivíduo apto ficará sem equação”. A variável volume teve como indivíduos aptos os que possuem como hábito de vida do tipo árvore, e a variável biomassa teve os indivíduos aptos os com hábito de vida do tipo árvore e palmeira. Para os indivíduos em que não foi possível selecionar uma equação

do banco de dados de equações, a rotina de programação utilizou uma equação regional mais genérica utilizada na região.

De forma a facilitar o acompanhamento e a visualização da rotina, a mesma foi dividida em 4 subetapas a serem descritas a seguir.

4.2.3.1. Subetapa 1 – Pré-processamento

O pré-processamento da rotina consiste em verificar a localização do conglomerado visando identificar a tipologia vegetal, o clima, e o tipo de floresta característica de cada área. Para a identificação da tipologia vegetal e do clima foi utilizado recurso de geoprocessamento fornecido pelo *software* livre QGIS em que por meio da sobreposição de camadas vetoriais identifica a tipologia vegetal e o clima do conglomerado. A tipologia vegetal foi identificada segundo a classificação utilizada pelo IBGE (2012) até o nível de **subgrupo de formação**, já o clima foi identificado segundo classificação climática de Köppen-Geiger revisado e atualizado por Alvares et al. (2013).

Quanto ao tipo de floresta, a rotina seleciona equações apenas para dois tipos de floresta: floresta primária e secundária. As subparcelas classificadas pelo IFN-RO como floresta madura (código 111, conforme tabela 1), foram classificadas como floresta primária pela rotina. Já as subparcelas classificadas pelo IFN-RO como vegetação secundária (códigos 112 e 113, conforme tabela 1) foram classificadas pela rotina como floresta secundária. Para as demais subparcelas que não se enquadrem como floresta primária ou secundária, a rotina automaticamente atribui uma equação regional mais genérica utilizada na região.

4.2.3.2. Subetapa 2 – Ordem de prioridade dos critérios

Uma vez identificada a tipologia vegetal e o clima do conglomerado, a rotina possibilita ao usuário selecionar a ordem de prioridade dos critérios eliminatórios e classificatórios. Entretanto, constatou-se que o critério amplitude de DAP das amostras das equações é essencial na seleção e, portanto, foi excluído da possibilidade de alterar sua ordem de prioridade estando sempre como primeiro critério a ser analisado pela rotina.

Além disso, os critérios classificatórios R^2 e Syx foram pontuados conforme os intervalos apresentados na tabela 3. Uma vez pontuados, os critérios foram somados combinando-os em apenas um critério. Por meio dessa combinação a rotina é induzida a selecionar equações que tenham um melhor desempenho nos dois critérios ao invés de em apenas um isoladamente.

Tabela 3. Sistema de pontuação para os critérios classificatórios R^2 e Syx.

Critério	Intervalo	Pontuação
R^2	< 0,80	1
	0,80 – 0,90	2
	> 0,90	3
Syx (%)	> 20	1
	20 – 10	2
	< 10	3

	Não disponível	0
--	----------------	---

Dessa forma, a partir dos 2 critérios eliminatórios restantes (Tipologia Vegetal e Clima) e dos 2 classificatórios (R^2/Syx e distância), são possíveis até 4 combinações diferentes, são elas:

Tabela 4. Combinações de ordem de prioridade dos critérios.

Combinação	1° Critério	2° Critério	3° Critério	4° Critério
A	Tipologia Florestal	Clima	R^2/Syx	Distância
B	Tipologia Florestal	Clima	Distância	R^2/Syx
C	Clima	Tipologia Florestal	R^2/Syx	Distância
D	Clima	Tipologia Florestal	Distância	R^2/Syx

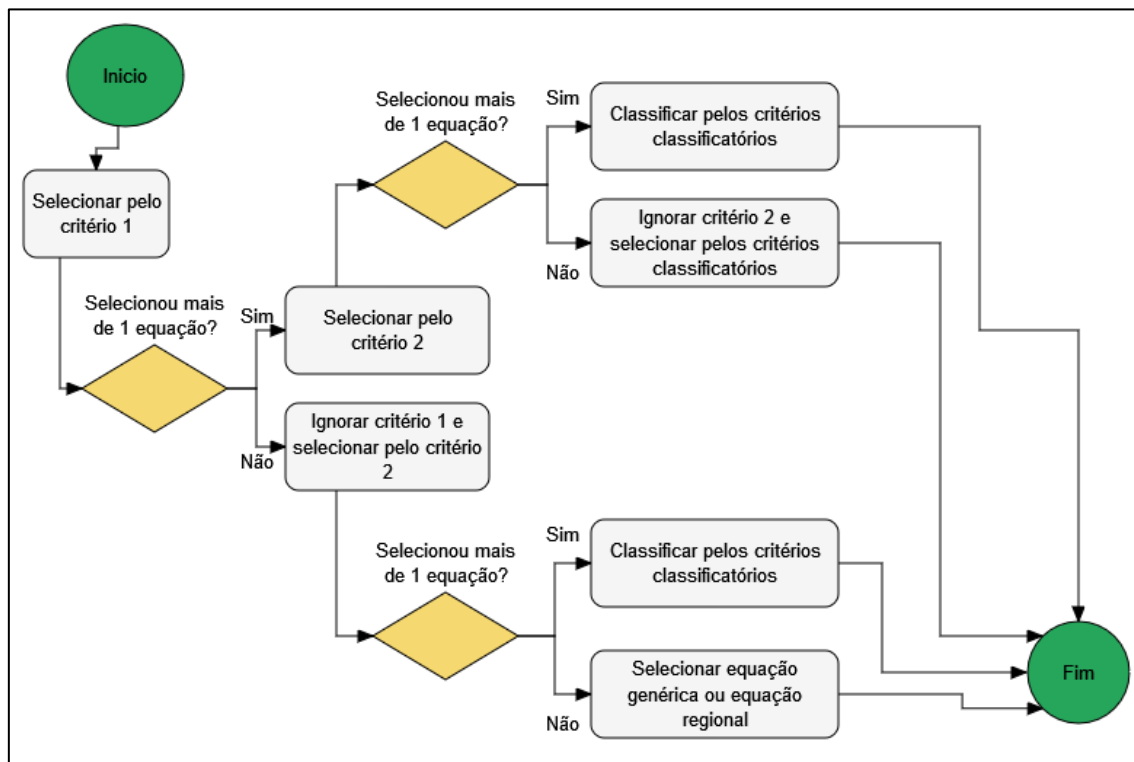
Seguindo essa ordem de prioridade, a rotina irá eliminar as equações que não atenderem a condição de seleção de cada critério até que sobre apenas uma equação. Caso a rotina passe pelos critérios eliminatórios e ainda reste mais de uma equação, as equações restantes serão classificadas segundo ordem de melhor desempenho em cada critério classificatório, sendo então selecionada a equação que apresentar melhor conjunto de desempenho nesses últimos critérios.

Em situações em que um determinado critério eliminatório não selecione qualquer equação, a rotina poderá seguir os seguintes passos:

- Caso seja o primeiro critério, o mesmo será ignorado e a rotina seguirá para o próximo critério;
- Se for o segundo e o critério anterior tenha conseguido selecionar ao menos uma equação, a rotina ignorará o critério atual, retornará à seleção do critério anterior e seguirá para os critérios classificatórios.

Dessa forma, a rotina, utilizando-se dos critérios eliminatórios e classificatórios, poderá trilhar diversos caminhos na seleção de equações específicas ou genéricas para os indivíduos que compõem os dados do conglomerado. A figura 3 a seguir ilustra esses possíveis caminhos.

Figura 5. Árvore de decisão para utilização dos critérios de seleção das equações.



4.2.3.3. Subetapa 3 – Seleção de Equação de Volume

Nesta subetapa são selecionadas equações de volume para os indivíduos do conglomerado com forma de vida do tipo árvore. Primeiramente, a rotina busca selecionar equações específicas do banco de dados de equações para as espécies arbóreas de cada conglomerado. Para isso a rotina analisa o nome científico das espécies arbóreas do conglomerado e verifica se há equação específica para algumas dessas espécies no banco de dados de equações. Caso haja uma ou mais equações para alguma espécie, será realizada a seleção com base em árvore de decisão apresentada na subetapa 2. Para as espécies que não for possível selecionar equação específica, a rotina passa a selecionar equações genéricas para as mesmas.

Ressalta-se que na seleção de equações específicas e genéricas dessa subetapa são utilizados os critérios eliminatórios e classificatórios na ordem previamente estabelecida pela subetapa 2. Caso não haja equações que atendam a condição de seleção de ao menos um dos critérios eliminatórios para a árvore em análise, a rotina irá selecionar uma das seguintes equações:

Equação utilizada para a estimativa do volume de madeira (m³) (DAP 10 - 40 cm)

$$\ln(v) = -9,3381 + 1,96993 * \ln(DAP) + 0,837 \ln(h)$$

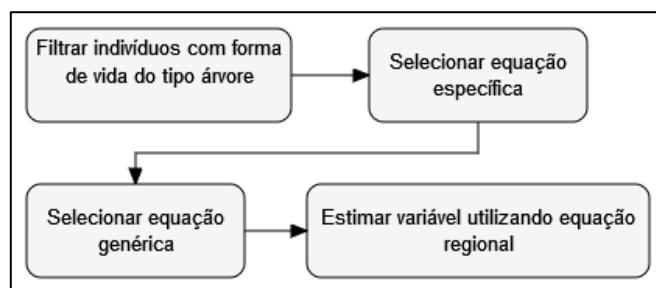
Fonte: COLPINI et al., 2009

Equação utilizada para a estimativa do volume de madeira (m³) (DAP > 40 cm)

$$\ln(v) = -8,272 + 1,804 * \ln(DAP) + 0,763 \ln(h)$$

Fonte: CYSNEIROS et al., 2017

Figura 6. Fluxograma esquemático representando a subetapa 3 - Seleção de equação de volume.



4.2.3.4. Subetapa 4 – Seleção de Equação de Biomassa e Palmeira

Esta subetapa consiste em selecionar equações de biomassa para os indivíduos do conglomerado. A primeira verificação desta subetapa é a identificação do hábito do indivíduo em análise. Esse trabalho se concentrou em 2 hábitos de vida do IFN, são eles: árvore e palmeira. Uma vez identificado o hábito de vida do indivíduo, é realizada a filtragem de equações que sejam próprias para o mesmo. Após essa filtragem a rotina segue de maneira idêntica a seleção para equação de volume. Entretanto, quando não for possível selecionar equação específica ou genérica do banco de dados de equações para esta última, a rotina irá selecionar as seguintes equações:

Equação utilizada para a estimativa da biomassa seca (kg) total (acima + abaixo do solo) de árvores (DAP >10 cm)

$$B_s = \exp(-1,716 + 2,413 \times \ln(DAP))$$

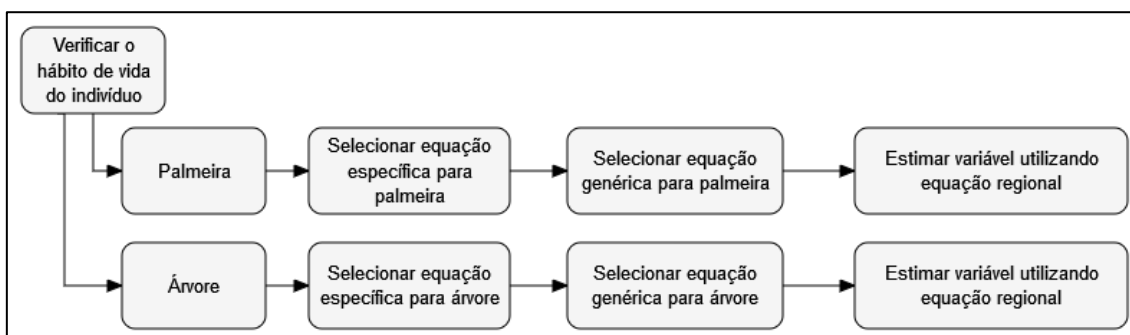
Fonte: (NOGUEIRA et al., 2008)

Equação utilizada para a estimativa da biomassa seca (kg) de palmeiras (DAP >10 cm)

$$B^{0,25} = 0,55512 * (0,37 * D^2 * h)^{0,25}$$

Fonte: (GOODMAN et al., 2013)

Figura 7. Fluxograma esquemático representando a subetapa 4 - Seleção de equação de biomassa.



4.2.4. Etapa 4: Verificação da qualidade de seleção da rotina

Depois de selecionadas as equações para os indivíduos de cada conglomerado e calculados seus respectivos valores de volume e biomassa, foi realizado o cálculo do volume e da biomassa por hectare, em cada tipologia, a fim de comparação com resultados obtidos na literatura para o Estado de Rondônia. Para isso utilizou-se a estimativa por razão desenvolvida por Queiroz (2012), conforme a seguinte expressão:

$$\bar{y}_R = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Onde:

A_i = área do i -ésimo conglomerado correspondente à ocorrência da variável resposta da tipologia considerada;

$\bar{y}_i = \frac{y_i}{m}$ é o valor médio estimado do i -ésimo conglomerado;

y_i = valor total referente ao i -ésimo conglomerado;

m = total de subparcelas nas quais foram registradas a ocorrência de uma determinada tipologia.

Essa expressão também foi aplicada aos dados após o cálculo com as equações do Serviço Florestal Brasileiro (SFB, 2018). Ao final, comparou-se os resultados da rotina com a do SFB por meio de teste t .

5. Resultados

5.1. Descrição dos conglomerados do IFN-RO

Neste trabalho foram analisados dados de 287 conglomerados oriundos do IFN-RO que se distribuem, conforme **Tabela 5**, em ordem decrescente nas seguintes tipologias: Floresta Ombrófila Aberta, Contato, Floresta Ombrófila Densa, Savana, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Sempre-Verde e Formação Pioneira. Entretanto, Floresta Ombrófila Densa e Aberta compõem mais de 75% dos conglomerados. Essa distribuição é representativa do Estado, pois, de acordo com dados do IBGE (2022), essas duas tipologias juntas abrangem cerca de 80% da área de floresta de Rondônia.

Tabela 5. Distribuição das Tipologias Vegetais dos conglomerados de Rondônia.

Tipologia Vegetal	Distribuição (%)	Acumulado (%)
Floresta Ombrófila Aberta	66,73%	66,73%
Contato (Ecótono e Enclave)	19,73%	86,47%
Floresta Ombrófila Densa	10,31%	96,78%
Savana	1,32%	98,10%
Floresta Estacional Semidecidual	1,07%	99,17%
Floresta Estacional Sempre-Verde	0,45%	99,62%
Formação Pioneira	0,38%	100,00%
Total	100,00%	100,00%

No Bioma Amazônia, conforme **Tabela 6**, as tipologias Floresta Ombrófila Densa e Aberta também são predominantes, e não por acaso, os principais trabalhos desenvolvidos na região se concentram nessas tipologias e, portanto, compuseram a maior parte das tipologias das equações selecionadas da literatura.

A lista completa com dados de tipologia vegetal, DAP mínimo e máximo, números de árvores e palmeiras de cada conglomerado segue no **Anexo I** deste trabalho.

Tabela 6. Distribuição das Tipologias Vegetais dos conglomerados do Bioma Amazônia.

Tipologia Vegetal	Distribuição (%)	Acumulado (%)
Floresta Ombrófila Densa	47,91%	47,91%
Floresta Ombrófila Aberta	23,76%	71,67%
Contato (Ecótono e Enclave)	13,20%	84,87%
Floresta Estacional Sempre-Verde	5,37%	90,24%
Corpo d'água continental	2,93%	93,18%
Campinarana	2,87%	96,04%
Savana	1,64%	97,68%
Formação Pioneira	1,33%	99,01%
Floresta Estacional Semidecidual	0,87%	99,88%
Floresta Estacional Decidual	0,12%	100,00%
Total	100,00%	100,00%

A tipologia Contato é a terceira tipologia mais abundante em Rondônia, entretanto, geralmente não são ajustadas equações para a mesma. Por isso, foi necessário identificar e selecionar aquela predominante entre as que compõem esta tipologia conforme banco de dados de informações ambientais divulgado pelo IBGE (2022). Depois de realizada essa identificação, os conglomerados passaram a ter nova distribuição conforme **Tabela 7** a seguir. Com a nova distribuição, Floresta Ombrófila Aberta e Densa passaram a representar 90% dos conglomerados de Rondônia.

Tabela 7. Distribuição das Tipologias Vegetais dos conglomerados de Rondônia após substituição da tipologia Contato.

Tipologia Vegetal	Distribuição (%)	Acumulado (%)
Floresta Ombrófila Aberta	79,70%	79,70%
Floresta Ombrófila Densa	10,31%	90,01%
Savana	5,01%	95,02%
Floresta Estacional Sempre Verde	2,60%	97,61%
Floresta Estacional Semidecidual	1,56%	99,17%
Floresta Estacional Sempre-Verde	0,45%	99,62%
Formação Pioneira	0,38%	100,00%
Total	100,00%	100,00%

5.2. Descrição das equações

Foram selecionadas equações dendrométricas de 27 trabalhos de pesquisa encontrados na literatura. Desses, 15 são destinados para equações de volume de madeira, 11 para biomassa de espécies arbóreas e 2 para biomassa de palmeiras. A partir desses trabalhos, foram identificadas 326 equações. As equações se distribuem em 126 com modelos de simples entrada, 173 de dupla entrada e apenas 7 de tripla entrada (**Tabela 8** e **Anexo III**). Uma compilação dos modelos utilizados nas equações encontra-se disponível no **Anexo II** deste estudo.

Quanto a variável estimada, as equações se distribuíram em: 191 para volume, sendo 91 específicas para uma espécie e 93 para grupo de espécies; 109 equações para biomassa, sendo 17 específicas para uma espécie e 82 para grupo de espécies arbóreas; e 21 para palmeiras, sendo 18 específicas para uma espécie e 3 para grupo de espécies. Entre as equações para palmeiras, 19 foram específicas para uma espécie e 2 para grupo de espécies. Informações detalhadas das equações de volume, palmeira e biomassa utilizadas nesse estudo encontram-se disponível, respectivamente, nos **Anexos IV, V e VI**.

Quanto a tipologia vegetal, as equações se distribuíram em: 37 para Floresta Ombrófila Aberta, 195 para Floresta Ombrófila Densa, 1 para Floresta Estacional Semidecidual Montana, 4 para Floresta Estacional Semidecidual Montana com dossel emergente, 23 para Campinarana, 4 para Campinarana Arborizada e 45 para Floresta Estacional Sempre-verde Submontana.

Tabela 8. Lista de equações utilizadas nesse trabalho distribuídas por Tipologia Vegetal.

Variável dendrométrica	Tipologia principal	Autor	Equações ajustadas
biomassa	D	Araujo et al 1999	2
		Higuchi et al 1998	12
		Lima et al. 2012	6
		Nelson et al 1999	19
		Romero et al 2020	4

		Higuchi e Carvalho 1994	7
		Silva 2007	28
		Bentes et al 2003	4
		Total	82
	L	Woortmann et al 2018	18
		Silva et al 2011	5
		Total	23
	La	Barbosa et al 2004	4
		Total biomassa	109
carbono	D	Romero et al 2020	5
palmeira	A	Goodman et al	11
	D	Da Silva et al. 2015	10
		Total palmeira	21
volume	A	Colpini et al. 2009	10
		Rolim et al. 2006	12
		Gama et al 2017	4
		Moura 1994	16
		Total	42
	D	Almeida et al. 2020	12
		Baima et al	4
		Correa et al. 2018	8
		Cysneiros et al. 2017	26
		De Lima et al. 2014	11
		Gimenez et al. 2015	8
		Romero et al 2020	3
		Thaines et al. 2010	7
		Gomes 2009	15
		Tonini e Borges 2015	9
		Silva e Santana 2014	1
	Total	104	
	Hs	Silva et al 2020	45
		Total volume	191
	Total Geral		

Onde:

A = Floresta Ombrófila Aberta

D = Floresta Ombrófila Densa

Hs = Floresta Estacional Sempre-verde Submontana

L = Campinarana

La = Campinarana Arborizada

5.3. Equações selecionadas pela rotina

5.3.1. Equações de volume

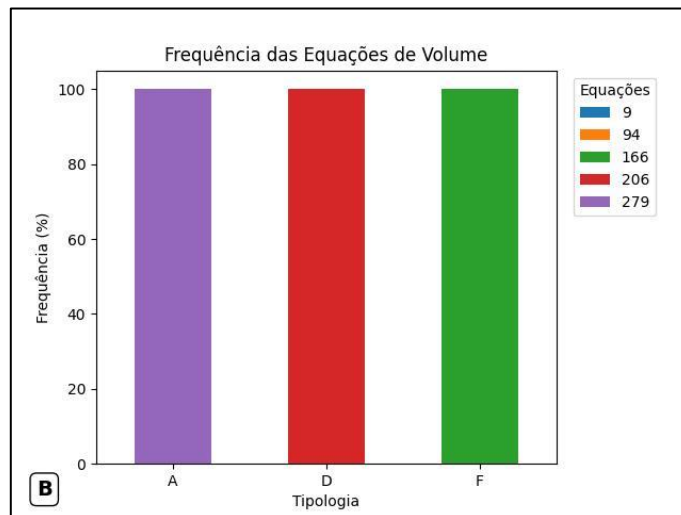
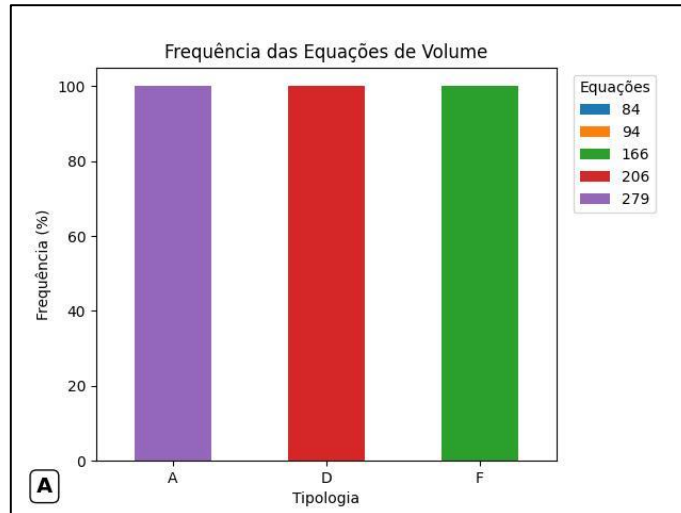
Os resultados da seleção de equações de volume a partir das 4 combinações da ordem de critérios eliminatórios e classificatórios foram muito similares entre si, ocorrendo pequenas diferenças apenas quando alterada a ordem dos critérios classificatórios. O principal fator limitante e diferenciador para a seleção de equações foi a amplitude de DAP das árvores-amostras das equações.

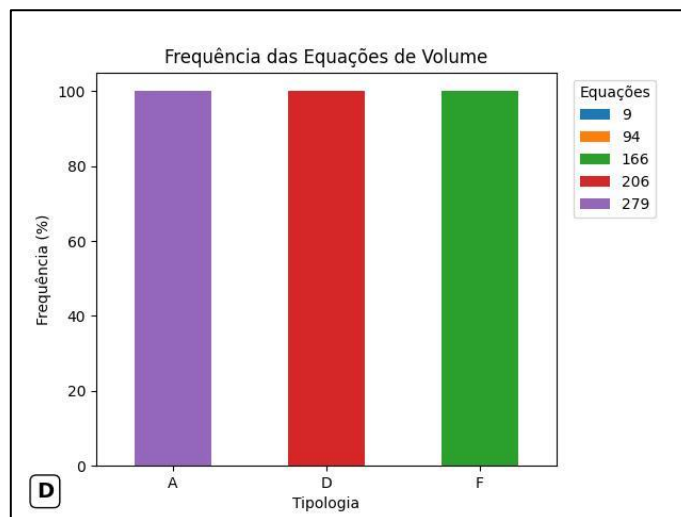
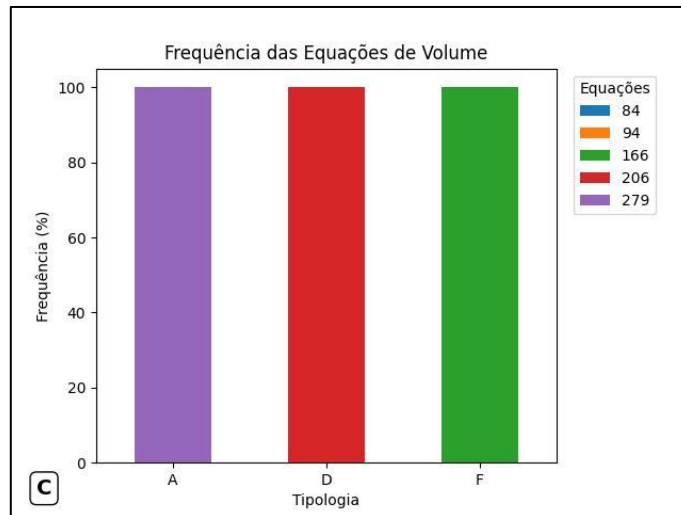
Para a variável volume, a rotina, quando aplicada aos dados, foi capaz de selecionar 6 equações: 9, 84, 94, 166, 206 e 279 (**Tabela 9**). Apenas as tipologias Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual obtiveram equações aptas a serem selecionadas. Para essas tipologias a equação predominante foi, respectivamente, 279 e 206. Em alguns poucos conglomerados foi possível selecionar as equações 9, 84 e 94 que apresentam valores de R^2 e S_{xy} superiores aos das demais, entretanto, possui amplitude de DAP menor (**Figura 8**).

Tabela 9. Equações de volume selecionadas pela rotina.

ID	Autor	Tipologia	Localização	Equação	Ampli. DAP
9	CYSNEIROS et al. (2017)	D	Flona do Jamari – RO	$V = -8,096 + 0,195 * D$	50 – 245 cm
84	THAINES et al. 2010	D	Lábrea - AM	$V = -1,08198 + 0,0062 * D^2 + 0,00002 * D^2 * h + 0,00002 * D * h^2 + 0,00246 * h^2$	50 – 141 cm
94	COLPINI et al. (2009)	A	Cotrigaçu – MT	$V = -1,2407 + 0,0005 * D^2 + 2,88 * 10^{-5} * (D^2 * h) + 0,0887 * h$	15 – 135 cm
166	SCOLFORO et al (1994)	Fme	Viçosa - MG	$V = -0,009326 + 0,00179 * C - 0,000009599631 * C^2 * h - 0,000284 * C * h + 0,000008176534 * C^2 * h$	5 – 72,2 cm
206	GOMES (2009)	D	Fonte Boa – AM	$V = 1,35 * 10^{-5} * (D)^{1,656946} * (h)^{1,220941}$	10 – 180 cm
279	GAMA et al. (2017)	A	Codo – MA	$\ln V = -9,83882 + 2,1688 * \ln D + 0,80601 * \ln h$	5 – 90 cm

Figura 8. Frequência das equações de volume selecionadas pela rotina nos conglomerados, organizada por tipologia. A porcentagem representa a proporção de conglomerados em que cada equação foi selecionada em relação ao total de conglomerados nos quais a rotina conseguiu selecionar equações. A- combinação de critérios A; B - combinação de critérios B; C - combinação de critérios C e D - combinação de critérios D. As equações 9, 84, 94 não são visíveis no gráfico devido a suas ocorrências serem abaixo de 1% nas tipologias.





Onde:

A = Floresta Ombrófila Aberta

D = Floresta Ombrófila Densa

F = Floresta Estacional Semidecidual

5.3.2. Equações para palmeiras

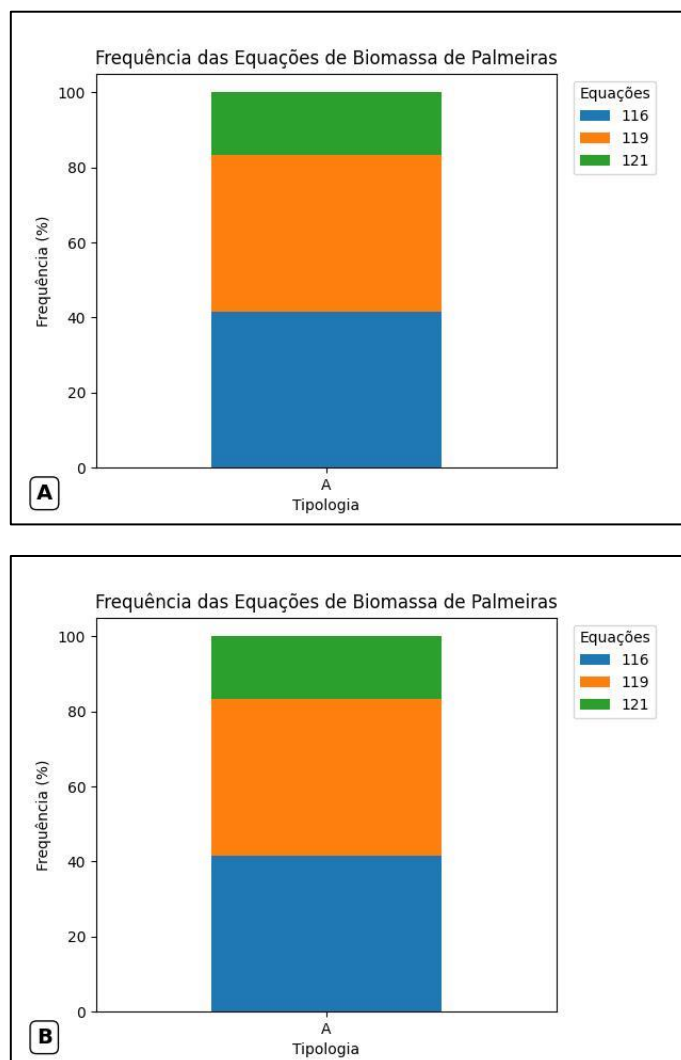
O resultado da seleção de equações para estimativa de biomassa de palmeiras a partir das 4 combinações da ordem de critérios eliminatórios e classificatórios foram muito similares entre si, ocorrendo pequenas diferenças quando alterada a ordem dos critérios eliminatórios. Novamente, o principal fator limitante e diferenciador para a seleção de equações foi a amplitude do DAP das amostras utilizadas no desenvolvimento das equações. A rotina foi capaz de selecionar 3 equações de palmeiras: 116, 119 e 121 (**Tabela 10**).

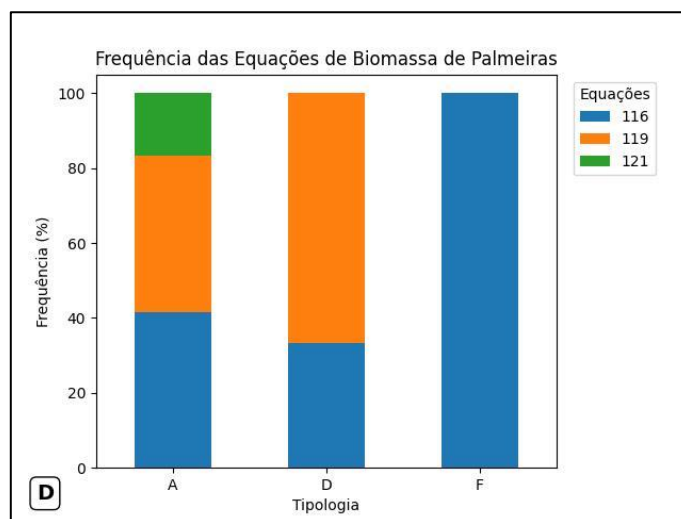
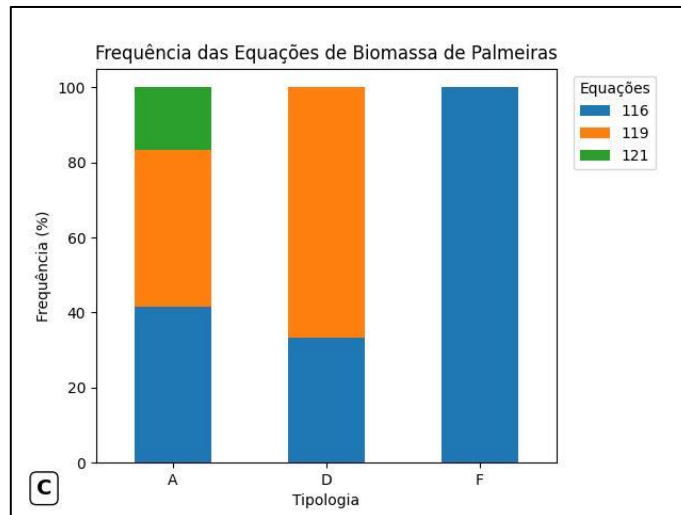
Tabela 10. Equações para estimativa de biomassa de palmeiras selecionadas pela rotina. Todas as equações selecionadas foram desenvolvidas por Goodman et al. (2013).

ID	Espécie	Equação	Ampli. DAP	Ampli. H
116	<i>Attalea phalerata</i>	$\ln B = 3,2579 + 1,1249 * \ln(h + 1)$	17 – 50 cm	1 – 20,1m
119	<i>Mauritia flexuosa</i>	$\ln B = 2,4647 + 1,3777 * \ln h$	19 – 36 cm	5,1 – 30,5m
121	<i>Oenocarpus bataua</i>	$\ln B = 4,5496 + 0,1387 * h$	21 – 41 cm	2,9 – 14,5m

Quanto às tipologias, nas combinações A e B foram selecionadas equações específicas para espécies apenas na Floresta Ombrófila Aberta. Já nas combinações C e D, foram selecionadas equações específicas para espécies nas tipologias Floresta Ombrófila Aberta, Densa e em Campinarana (**Figura 9**).

Figura 9. Frequência das equações para palmeiras selecionadas pela rotina nos conglomerados, organizada por tipologia. A porcentagem representa a proporção de conglomerados em que cada equação foi selecionada em relação ao total de conglomerados nos quais a rotina conseguiu selecionar equações. A - combinação de critérios A; B - combinação de critérios B; C - combinação de critérios C e D - combinação de critérios D.





Onde:

A = Floresta Ombrófila Aberta

D = Floresta Ombrófila Densa

F = Floresta Estacional Semidecidual

5.3.3. Equações de biomassa

A seleção de equações de biomassa a partir das 4 combinações da ordem de critérios eliminatórios e classificatórios também foram muito similares entre si. Novamente, o principal fator limitante e diferenciador para a seleção de equações foi a amplitude do DAP das amostras das equações.

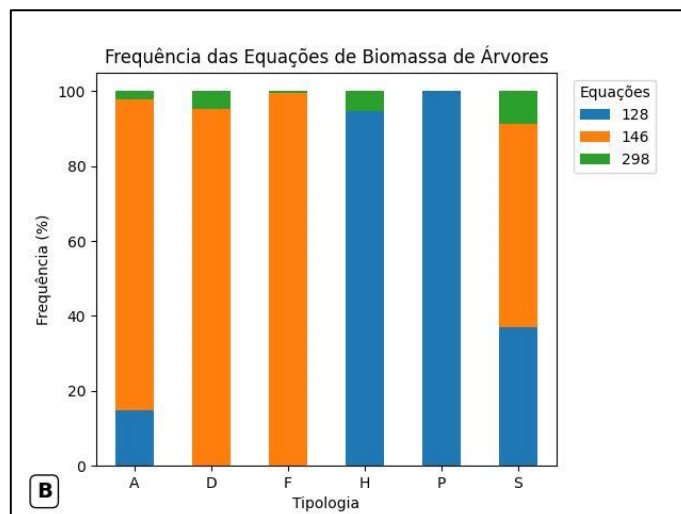
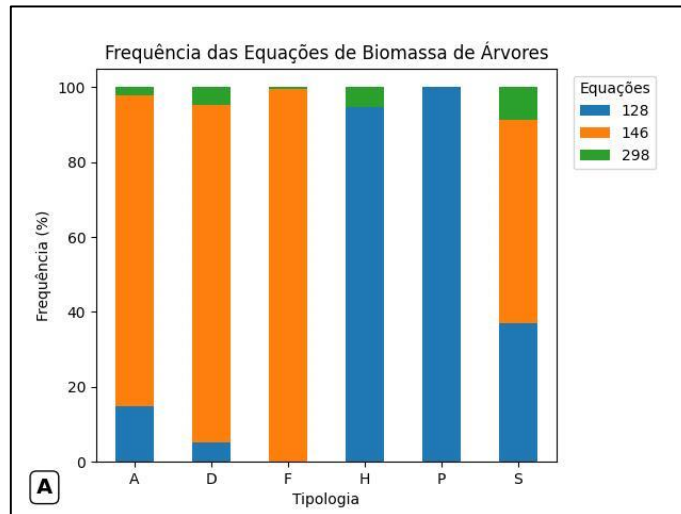
A rotina foi capaz de selecionar 3 equações, que são elas: 128, 146 e 298 (**Tabela 11**). Entre as combinações ocorreu apenas pequenas diferenças na combinação A, em que, diferente das demais, na tipologia Floresta Ombrófila Densa incluiu a equação 128 em sua seleção. Para as tipologias Floresta Estacional Sempre-verde (H) e

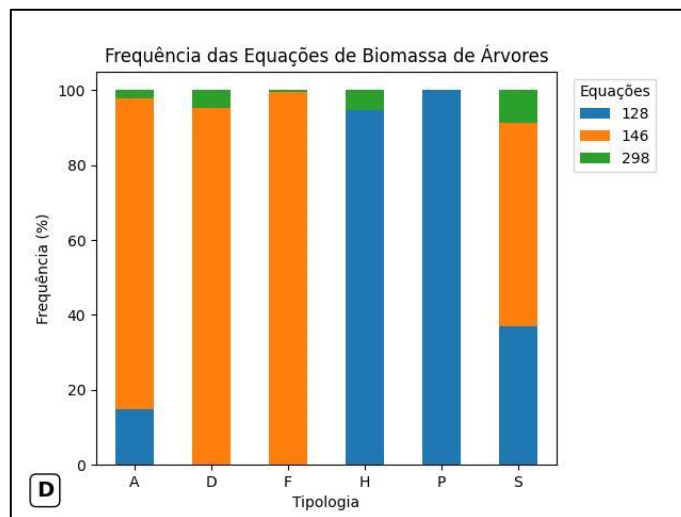
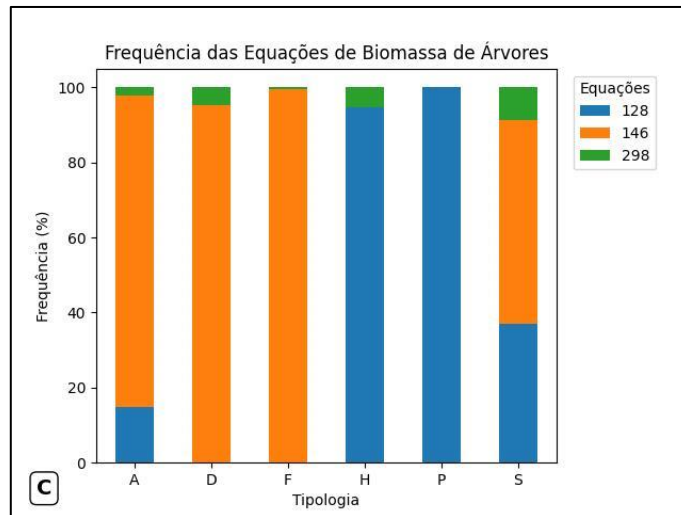
Formação Pioneira (P) a equação predominante foi a 128 e para as demais a equação predominante foi a 148 (**Figura 10**).

Tabela 11. Equações de biomassa selecionadas pela rotina.

ID	Autor	Tipologia	Localização	Equação	Ampli. DAP
128	WOORTMANN et al. (2018)	L	Manaus – Am	$\ln B = -1,373 + 2,546 \ln D$	5 – 60 cm
146	HIGUCHI et al. (1998)	D	Manaus – AM	$\ln B = -1,497 + 2,548 \ln D$	5 – 120 cm
298	SILVA (2007)	D	Manaus – AM	$B = 2,7179 \times DAP^{1,8774}$	5 – 37,2 cm

Figura 10. Frequência das equações de biomassa selecionadas pela rotina nos conglomerado organizada por tipologia. A porcentagem representa a proporção de conglomerados em que cada equação foi selecionada em relação ao total de conglomerados nos quais a rotina conseguiu selecionar equações. A- combinação de critérios A; B - combinação de critérios B; C - combinação de critérios C e D - combinação de critérios D.





Onde:

A = Floresta Ombrófila Aberta

D = Floresta Ombrófila Densa

F = Floresta Estacional Semidecidual

H = Floresta Estacional Sempre-verde

P = Formação Pioneira

S = Savana

5.4. Valores de volume e biomassa por hectare

Na **Tabela 12** a seguir são apresentados os valores médios de volume por hectare das tipologias presentes nos conglomerados de Rondônia para cada combinação de critérios e os respectivos valores disponíveis no relatório do Brasil para a Avaliação Global dos Recursos Florestais da FAO para o ano 2020, o FRA (FAO, 2020). O volume variou entre 21,7907 m³.ha⁻¹ a 231,5086 m³.ha⁻¹, sendo o menor valor observado na tipologia Formação Pioneira e o maior na Floresta Ombrófila Densa. Os

valores foram muito similares nas diferentes combinações da ordem de prioridade dos critérios, a maior diferença foi apresentada na tipologia Floresta Ombrófila Densa, que variou de 207,5086 m³.ha⁻¹ a 231,5048 m³.ha⁻¹. Considerando todos os conglomerados, sem distingui-los por tipologia, o volume variou de 194,5249 a 199,5622 m³.ha⁻¹.

Tabela 12. Valor de volume de madeira comercial em m³.ha⁻¹ dos conglomerados em cada combinação de critérios.

Tipologia	Volume de madeira (m ³ .ha ⁻¹)				
	A	B	C	D	FRA 2020
Floresta Ombrófila Aberta	207,501	204,264	207,501	204,264	342,98
Floresta Ombrófila Densa	231,505	207,509	231,505	207,509	355,92
Floresta Estacional Sempre-Verde	21,7907	21,7907	21,7907	21,7907	-
Floresta Estacional Semidecidual	95,9486	95,9486	95,9486	95,9486	315,94
Formação Pioneira	65,2311	65,2311	65,2311	65,2311	37,14
Savana	64,018	64,018	64,018	64,018	1,49 a 82,75
TODAS	199,562	194,525	199,562	194,525	358,15

Já na **Tabela 13** são apresentados os valores de biomassa por hectare das tipologias presentes nos conglomerados de Rondônia para cada combinação de critérios e os respectivos valores no FRA (2020). A biomassa variou entre 55,0961 t.ha⁻¹ a 304,2062 t.ha⁻¹, sendo o menor valor apresentado na tipologia Formação Pioneira e o maior na Floresta Ombrófila Aberta. Os valores foram muito similares nas diferentes combinações da ordem de prioridade dos critérios.

Tabela 13. Valor de biomassa seca total (acima + abaixo do solo) em t.ha⁻¹ dos conglomerados em cada combinação de critérios e os respectivos valores no FRA (2020).

Tipologia	Biomassa seca (t.ha ⁻¹)				
	A	B	C	D	FRA 2020
Floresta Ombrófila Aberta	304,206	303,859	303,859	303,859	285,27
Floresta Ombrófila Densa	288,188	290,285	292,636	290,359	331,77
Floresta Estacional Sempre-Verde	55,0961	55,0961	55,0961	55,0961	-
Floresta Estacional Semidecidual	165,302	165,302	165,488	165,488	239,63
Formação Pioneira	87,7685	87,7685	87,7685	87,7685	21,28 e 49,3
Savana	129,279	129,279	129,279	129,279	7,97 a 62,12
TODAS	289,374	289,29	289,522	289,299	-

Para comparação com as equações utilizadas no SFB optou-se pela ordem de critérios da combinação C. Nas **tabelas 14 e 15** são apresentadas, respectivamente, a análise comparativa dos valores de volume e biomassa obtidos através das equações selecionadas pela rotina e das equações utilizadas pelo SFB.

No caso do volume, o SFB utilizou duas equações específicas para o estado de Rondônia. Essas equações são as mesmas utilizadas pela a rotina quando a mesma não conseguia selecionar uma equação do banco de dados de equações. Já para a biomassa, o SFB utiliza apenas a equação desenvolvida por Brown (1995) e a rotina, quando não conseguia selecionar uma equação do banco de dados, atribuiu a equação de Nogueira et al. (2008).

Nas tabelas 14 e 15, para obter os valores de volume e biomassa de SFB, os mesmos dados utilizados na rotina foram utilizados, porém calculados com as equações específicas que o SFB utiliza. Dessa forma, a comparação entre as equações selecionadas pela rotina e as equações utilizadas pelo SFB permite avaliar a concordância ou divergência nos resultados de volume e biomassa, considerando as abordagens adotadas por ambos os métodos.

Informações detalhadas dos valores médios de volume de madeira e biomassa seca total por conglomerado encontra-se disponível no **Anexo VIII** deste trabalho. Para volume, foram observados os seguintes resultados:

Tabela 14. Resultados da comparação entre os valores de volume estimados pela rotina desenvolvida e pelas equações do SFB para cada tipologia florestal. Os valores apresentados incluem números de conglomerados por tipologia (n), médias de volume estimadas pela rotina e pelo SFB, estatística t calculada e valor de p associado ao teste de comparação. A interpretação dos resultados indica se há diferença significativa entre as estimativas de volume. Não há diferença significativa quando o valor de p é maior que 0,05.

Tipologia	n	Volume (m ³ .ha ⁻¹)		Estatística t	Valor de p	Interpretação
		Rotina	SFB			
Floresta Ombrófila Aberta	239	207,5014	188,8575	0,83134	0,406198	NS
Floresta Ombrófila Densa	28	231,5048	187,6775	1,077542	0,286029	NS
Floresta Estacional Sempre-Verde	5	21,79067	21,47841	0,018125	0,985983	NS
Floresta Estacional Semidecidual	4	95,94859	95,71518	0,006	0,995407	NS
Formação Pioneira	2	65,23105	65,23105	0	1	NS
Savana	9	64,01796	62,85346	0,036596	0,97126	NS

Na tipologia Floresta Ombrófila Aberta, com um total de 239 amostras, o valor médio de volume gerado pela rotina foi de 207,50 m³.ha⁻¹, enquanto o valor médio pelo SFB foi de 188,86 m³.ha⁻¹. O teste t mostrou uma estatística de 0,83 e um valor de p de 0,41, indicando que não há diferença significativa entre os resultados.

Na tipologia Floresta Ombrófila Densa, com 28 amostras, o valor médio de volume obtido pela rotina foi de 231,50 m³, enquanto o valor médio pelo SFB foi de 187,68 m³. O teste t revelou uma estatística de 1,08 e um valor de p de 0,29, indicando novamente a ausência de diferença significativa.

Nas demais tipologias, com um número reduzido de amostras, não foram encontradas diferenças significativas entre os valores de volume estimados pela rotina e pelo SFB, como indicado pelos testes t realizados.

Quanto a biomassa seca total, foram observados os seguintes resultados:

Tabela 15. Resultados da comparação entre os valores de volume estimados pela rotina desenvolvida e pelas equações do SFB para cada tipologia florestal. Os valores apresentados incluem números de conglomerados por tipologia (n), médias de biomassa seca total estimadas pela rotina e pelo SFB, estatística t calculada e valor de p associado ao teste de comparação. A interpretação dos resultados indica se há diferença significativa entre as estimativas de biomassa. Não há diferença significativa quando o valor de p é maior que 0,05.

Tipologia	n	Biomassa (t.ha ⁻¹)		Estatística t	Valor de p	Interpretação
		Rotina	SFB			
Floresta Ombrófila Aberta	239	303,8594	324,0915	-0,54803	0,583929	NS
Floresta Ombrófila Densa	28	292,6361	317,3429	-0,45558	0,650521	NS
Floresta Estacional Sempre-Verde	5	55,0961	79,14287	-0,85194	0,419019	NS
Floresta Estacional Semidecidual	4	165,4876	191,4893	-0,43618	0,677962	NS
Formação Pioneira	2	87,76854	112,0496	-0,25114	0,825155	NS
Savana	9	129,2789	140,4399	-0,20344	0,841352	NS

Na tipologia Floresta Ombrófila Aberta a biomassa média estimada pela rotina foi de 303,86 t.ha⁻¹, enquanto pelo SFB foi de 324,09 t.ha⁻¹. O teste t resultou em uma estatística de -0,55 e um valor de p de 0,58, indicando a ausência de diferença significativa entre os resultados.

Na tipologia Floresta Ombrófila Densa, a biomassa média estimada pela rotina foi de 292,64 t.ha⁻¹, enquanto pelo SFB foi de 317,34 toneladas. O teste t revelou uma estatística de -0,46 e um valor de p de 0,65, indicando mais uma vez a não existência de diferença significativa.

Nas demais tipologias, com um número limitado de amostras, não foram encontradas diferenças significativas entre os valores de biomassa estimados pela rotina e pelo SFB, conforme demonstrado pelos resultados dos testes t.

6. Discussão

6.1. Análise dos critérios de seleção de equações

6.1.1. Tamanho da amostra

Inicialmente foi proposto utilizar o número de indivíduos utilizados no ajuste das equações como um critério de seleção, visto que essa informação geralmente está presente em todas as publicações sobre equações. Entretanto, o maior tamanho da amostra não necessariamente implica em melhores equações. Por exemplo, ao

desenvolver uma equação com mais de 5000 árvores (CYSNEIROS et al., 2017), não necessariamente podemos afirmar que está equação será melhor que outra desenvolvida com uma amostra menor.

Isso porque, ao ajustar-se uma equação não se deve prestar atenção apenas ao número de amostras, mas também a outros aspectos, como por exemplo ao quanto a população é bem representada (DUNCANSON et al., 2015; ROXBURGH et al., 2015). Para isso, é importante garantir a homogeneidade e normalidade das amostras, condicionantes da análise de variância, ajustando uma equação com um número suficiente de indivíduos por classe de diâmetro (NETER et al., 1983). Pode ser preferível ter um número de observações (n) menor, mas distribuídas em várias classes de diâmetro do que muitas amostras concentradas em apenas algumas.

Entretanto, são poucos os trabalhos que apresentam lista completa com todas as árvores utilizadas para o ajuste das equações (ARAÚJO et al., 1999; LIMA, et al., 2012; SILVA, et al., 2015), o que é essencial para identificar a distribuição das amostras em cada classe de diâmetro. Dessa forma, em vista dessa escassez, optou-se por descartar esse parâmetro como critério na rotina.

6.1.2. Clima

Ao selecionar uma equação para estimar a biomassa de uma floresta, é essencial levar em consideração as particularidades da região em questão. Uma das maneiras de fazer isso é por meio de critérios de seleção baseados em fatores climáticos. Por exemplo, Chave et al. (2005) utilizaram a precipitação média anual para classificar diferentes tipos de florestas e obtiveram bons resultados. Nesse sentido, optou-se por adotar, nesse estudo, o clima a partir da classificação de Köppen-Geiger, amplamente utilizado na literatura, como critério de seleção de equações.

No entanto, apesar da sua utilidade, esse critério não foi suficiente para diferenciar equações em diferentes regiões de Rondônia, uma vez que todo o estado é classificado como Am de acordo com a classificação de Köppen-Geiger Am (ALVARES et al., 2013). Em contrapartida, ele foi eficaz para distinguir equações de outros estados da região amazônica com a mesma tipologia vegetal dos conglomerados de Rondônia. Além disso, o critério de clima foi útil para a seleção de equações para conglomerados com tipologia vegetal que não possuíam equações no Bioma Amazônia.

6.1.3. Amplitude de DAP

O uso da amplitude diamétrica (DAP) das árvores amostras utilizadas no ajuste das equações como critério de seleção foi essencial para evitar erros de estimativa. De acordo com Brown (1997), equações de regressão não devem ser usadas para estimar a biomassa de árvores cujo diâmetro excede em grande parte o intervalo dos dados originais. É muito provável que um modelo que se enquadre bem na região dos dados originais terá um baixo desempenho fora dessa região (MONTGOMERY et al., 2012; NETER et al., 1983).

Para o cálculo de volume, não foram considerados indivíduos herbáceos e de regeneração natural, ou seja, apenas indivíduos com $DAP \geq 10$ cm. Entretanto, muitas das equações de volume disponíveis na literatura abrangem uma pequena amplitude de

DAP ou utilizam amostras com DAP mínimo acima dos 10 cm, que é o diâmetro mínimo de inclusão global do IFN. Uma provável explicação para isso decorre do fato de que esses trabalhos visam desenvolver equações para projetos de manejo florestal onde o enfoque é em árvores de porte comercial ($DAP \geq 50$) e, principalmente, onde há ampla disponibilidade de dados de cubagem durante a colheita de madeira (ALMEIDA et al., 2020; BAIMA et al., 2001; CORRÊA et al., 2018; CYSNEIROS et al., 2017; GIMENEZ et al., 2015; ROMERO et al., 2020; THAINES et al., 2010; TONINI; BORGES, 2015). De qualquer forma, poucas equações de volume foram viáveis a serem selecionadas pela rotina tendo a amplitude diamétrica como principal fator limitante.

6.1.4. Distância

Lima et al. (2012) ao estimar biomassa em diferentes regiões da Amazônia identificou que indivíduos com DAP semelhante diminuía sua respectiva biomassa na seguinte ordem: Amazônia oriental > Amazônia Central > Amazônia Meridional > Amazônia Setentrional.

Já Nogueira et al. (2008) identificou que nas áreas de maior altitude no sul e sudoeste da Amazônia (nos estados do Pará, Mato Grosso, Rondônia e parte do Acre), onde o desmatamento está concentrado, os resultados demonstram menor biomassa.

Esses dados sugerem que a utilização de uma mesma equação para as diversas regiões do Bioma Amazônia pode ser inadequado. Dessa forma, incluiu-se na rotina o critério distância que se refere à distância entre o conglomerado e o local de origem das amostras das equações. Este critério visa possibilitar a seleção de equações diferentes para regiões distintas do Bioma Amazônia quando houver mais de uma equação disponível. Entretanto, para o Estado de Rondônia não foi possível identificar variação significativa entre as equações selecionadas pela rotina na utilização deste critério em virtude da escassez de equações desenvolvidas para o Estado.

6.1.5. Densidade da madeira

Diversos autores defendem a inclusão da densidade da madeira aos modelos alométricos para biomassa (BROWN, et al., 1989; CHAVE et al., 2005; OVERMAN et al., 1994). Por sua vez, Silva (2007) alerta que, apesar de ser importante para estimar a biomassa, a densidade da madeira é uma variável difícil e cara de ser obtida com precisão no campo para cada espécie e nem sempre consegue explicar a variação dos dados. Dessa forma, o usuário deve sempre avaliar se a melhoria obtida por essa variável irá de fato compensar o elevado custo de sua inclusão.

Uma alternativa poderia ser a inclusão de um valor médio de densidade da madeira por região. Entretanto, Higuchi e Carvalho (1994) indicam que esta prática é muito arriscada para as espécies amazônicas em vista da alta variação entre as espécies e, também dentro da mesma espécie, no sentido medula-casca e base-topo.

Diante do exposto, no banco de dados de equações deste trabalho, foram incluídas algumas equações de biomassa que possuem a variável densidade da madeira entre suas variáveis de entrada. Mas optou-se pela não utilização delas, no atual momento, uma vez que nem todos os indivíduos analisados possuem identificação

botânica disponível em nível de espécie. Ainda assim, a rotina deixa em aberto a oportunidade futura para que tais equações sejam utilizadas caso o usuário assim deseje.

6.2. Análise das estimativas de volume e biomassa

Com base nos resultados obtidos, foi possível comparar as estimativas de volume de madeira e biomassa por hectare das diferentes tipologias florestais para o estado de Roraima. Ao comparar os resultados obtidos com as estimativas do IFN-RO, verificou-se que o valor médio de volume de madeira por hectare neste estudo (considerando todo o Estado de Rondônia) foi inferior aos valores encontrados no IFN-RO, que foi de $269 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ (SFB, 2018). Já em relação aos valores do FRA (2020), os resultados mostraram que as tipologias Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual apresentaram estimativas de volume de madeira superiores às encontradas neste estudo, com $342,98 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, $355,92 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, $315,94 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ e $37,14 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, respectivamente. Entretanto, para a tipologia Savana, os resultados deste estudo apresentaram estimativas de volume dentro do intervalo de valores do FRA (2020), que variou de 1,49 a $82,75 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$.

Além disso, foram encontrados outros estudos na literatura que apresentaram resultados diversos para a região amazônica. Souza et al. (2012) encontraram valores de volume de madeira superiores aos deste estudo em uma floresta tropical úmida densa de terra-firme localizada no município de Manaus-AM, com valores entre 345,62 e $360,67 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. Higuchi et al. (1998) também apresentaram valores de volume superiores aos encontrados neste estudo, com $430,5 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ em transectos na região da bacia do Rio Cuieiras. Nessa mesma área de estudo, Teixeira et al. (2007) encontraram valores para volume de madeira de $323,97 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ em 2000 e $346,38 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ em 2004. Por fim, os resultados deste estudo foram superiores aos encontrados por Romero et al. (2021) em uma floresta manejada em Porto do Acre-AC, onde predominam as tipologias de Floresta Ombrófila, variando de Aberta à Densa, com $79,19 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$.

Cabe ressaltar que, na Amazônia, as equações de volume geralmente são desenvolvidas em locais onde há ampla disponibilidade de dados de cubagem durante a colheita da madeira e, frequentemente, próxima de centros urbanos. Porém, essa abordagem pode não ser representativa para áreas antropizadas incluídas no IFN-RO, como as de agropecuária, onde as árvores apresentam características diferentes das encontradas nas florestas naturais (UHL et al., 1988). A escassez de dados e de estudos nessas áreas pode resultar em superestimativas de volume, principalmente em árvores de grande porte (NOGUEIRA et al., 2008).

Quanto à biomassa, o presente estudo apresenta estimativas em valores de biomassa seca total, incluindo a biomassa acima e abaixo do solo. Esse tipo de biomassa também é calculada no IFN-RO e no FRA, o que permite comparar diretamente os valores estimados. No entanto, é importante destacar que os valores reportados por outros autores podem se referir a diferentes tipos de biomassa, o que limita a comparação com os dados deste estudo.

Ao comparar os resultados obtidos com as estimativas do IFN-RO, observou-se que o valor médio de biomassa por hectare neste estudo (considerando todo o Estado de Rondônia) foi inferior aos valores encontrados no IFN-RO, que foi de $337 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$ (SFB, 2018). Já a comparação com os resultados do FRA indicou que as estimativas de

biomassa seca total do presente estudo são inferiores aos valores encontrados para as mesmas tipologias florestais, com exceção da Floresta Ombrófila Aberta e Formação Pioneira, que apresentou valores superiores no presente estudo em relação ao FRA, que foram respectivamente de 285,27 e 49,3 t.ha⁻¹.

Além disso, foram encontrados outros estudos na literatura que apresentaram resultados diversos para a região amazônica. Souza et al. (2012) encontraram valores de biomassa em uma floresta tropical úmida densa de terra-firme, estimando a biomassa fresca total (acima + abaixo do solo) em 613,01 t/ha, 631,90 t.ha⁻¹ e 639,05 t.ha⁻¹ em diferentes anos. Já em estudo de Brown et al. (1995) a biomassa seca acima do nível do solo em Rondônia foi estimada em 325 t.ha⁻¹, considerando troncos caídos no solo e liteira. Lima et al. (2012), estimaram a biomassa seca total na região do alto Rio Negro (São Gabriel da Cachoeira – AM) e encontraram valor inferior, que foi de 252,6 t.ha⁻¹. Alves et al., (1997) estimou a biomassa seca acima do solo em Floresta Ombrófila Densa na região de Cacaúlândia – RO, e obteve valores dentro da faixa de valores encontrados para a mesma tipologia florestal do presente estudo, variando entre 291 a 495 t.ha⁻¹ para vegetação primária e de 4 a 273 t.ha⁻¹ para vegetação secundária.

Piva (2021) utilizou dados do Projeto Paisagens Sustentáveis – EMBRAPA – e do Projeto RADAMBRASIL para estimar a biomassa viva acima do solo para as tipologias Floresta Ombrófila Densa e Aberta do bioma Amazônia, sendo considerados apenas indivíduos arbóreos, com DAP \geq 30 cm. Suas estimativas foram obtidas por meio de equações de biomassa da literatura (CHAMBERS et al., 2001; HIGUCHI et al., 1998; NOGUEIRA et al., 2008; SILVA, 2007), dados Lidar e algoritmos de aprendizado de máquina. Em floresta densa seus valores variaram de 100,76 t.ha⁻¹ a 328,35 t.ha⁻¹, já em floresta aberta seus valores variaram de 95,31 a 252,90 t.ha⁻¹.

De acordo com Fearnside (1994) as estimativas de biomassa também são diferentes para áreas antes e depois da exploração madeireira. O autor estimou uma média de 428 t.ha⁻¹ de biomassa total seca pré-exploração madeireira em toda a vegetação “original”, definida como floresta na Amazônia Legal ($3,8 \times 10^6$ km²). Para as áreas desmatadas em 1990 ($13,8 \times 10^3$ km²), a média da biomassa foi estimada em 402 t.ha⁻¹ (das quais 307 t.ha⁻¹ acima do solo, incluindo biomassa morta), e o ajuste para taxas prováveis de exploração madeireira reduziu a média na hora da derrubada para 376 t.ha⁻¹ (das quais aproximadamente 285 t.ha⁻¹ acima do solo, incluindo a biomassa morta).

Diante do exposto, a estimativa da biomassa florestal, quando comparada às estimativas de volume, é ainda mais complexa e tem sido objeto de debate e pesquisa na Amazônia brasileira nas últimas décadas (BROWN, I. F. et al., 1995; BROWN, S. et al., 1989; FELDPAUSCH et al., 2011; PIVA, 2021; SAATCHI et al., 2007). Vários estudos têm sido conduzidos para avaliar diferentes métodos de estimativa, considerando fatores como o tipo de floresta, os componentes de biomassa incluídos na estimativa e o conjunto de dados utilizado (BROWN, et al., 1995; BROWN, et al., 1989; FEARNSIDE, 1992). No entanto, ainda não há um consenso sobre qual é a melhor metodologia para obtenção das estimativas para a biomassa florestal da região.

Por fim, é importante ressaltar que o IFN é um levantamento sistemático que abrange diversas classes de uso do solo, incluindo áreas agrícolas, áreas de pecuária,

vegetação secundária e capoeiras. Ao contrário de muitos estudos da literatura que selecionam áreas com florestas ricas em árvores, o IFN engloba uma ampla gama de condições. Essa abordagem mais abrangente pode explicar, em parte, as divergências nos valores de volume e biomassa por hectare encontrados em relação a trabalhos anteriores.

Portanto, é essencial avaliar criteriosamente as equações disponíveis e suas limitações, tendo em vista que a ausência de equações específicas para tipos florestais particulares pode afetar a precisão das estimativas. Nesse sentido, é necessário continuar investindo em pesquisas que busquem aprimorar as equações existentes ou desenvolver novos métodos de estimativa, considerando as particularidades da floresta amazônica. Dessa forma, será possível fornecer dados mais precisos e confiáveis para a tomada de decisões em relação ao manejo florestal e à mitigação das mudanças climáticas.

6.3. Disponibilidade de equações

Apesar dos avanços alcançados, a disponibilidade de equações dendrométricas para o bioma Amazônia ainda é limitada (PIVA, 2021). Comparando-se, por exemplo, com o México, que possui uma área vegetada em mais de duas vezes menor, nota-se que o país já dispõe de um número significativo de equações de volume e biomassa – 1105 e 329 equações, respectivamente (RAMIREZ et al., 2021).

Em geral, a partir dos trabalhos analisados, as equações existentes no Brasil para o bioma Amazônia concentram-se nas tipologias Floresta Ombrófila Densa e Aberta. Contudo, é importante destacar que muitas vezes a descrição da tipologia nesses trabalhos nem sempre é exata, detalhada e seguindo a classificação do IBGE, e acabam deixando de fora outras formações florestais como Floresta Estacional Decidual, Semidecidual e Savana.

Já existem equações desenvolvidas para essas tipologias em outros biomas, tais como para os biomas Cerrado e Mata Atlântica (MIGUEL et al., 2017; OLIVEIRA, et al., 2019; RASERA, 2019; REZENDE et al., 2006; SCOLFORO, 2008; SOUZA, 2020; TRAUTENMÜLLER, 2015). No entanto, é importante considerar que a aplicação de equações desenvolvidas em outros biomas para as florestas amazônicas pode levar a sérios problemas de estimativas. Isso porque as florestas amazônicas têm características muito diferentes das florestas dos demais biomas, como a composição de espécies, densidade, altura e diâmetro das árvores, bem como as condições edafoclimáticas (IBGE, 2012).

O ideal seria o desenvolvimento de modelos específicos para estimar volume e biomassa para cada tipo florestal e para cada sítio (HIGUCHI; CARVALHO, 1994; SILVA, 2007). Entretanto, a coleta das amostras, necessárias para o ajuste dos modelos, é uma tarefa árdua com inúmeras dificuldades em campo (CHAVE et al. 2005). A natureza vasta e inacessível da floresta, a sua complexidade e a variabilidade espacial dos seus componentes dificultam a obtenção de dados precisos e representativos (SILVA, 2007). Por conta disso, boa parte dos trabalhos desenvolvidos para estimar variáveis dendrométricas, especialmente o volume de madeira, limita-se a locais onde há ampla disponibilidade de dados de cubagem durante a colheita da madeira e, frequentemente, próxima de centros urbanos.

Além disso, foi possível observar a necessidade de padronização dos métodos utilizados, pois, muitas vezes, informações relevantes para a análise da qualidade das equações estavam incompletas ou ausentes. De acordo com Jara et al., (2015), muitas equações publicadas carecem de descrições básicas da localização do estudo, do desenho amostral, das estatísticas associadas à equação ou mesmo da construção do modelo alométrico. Essa falta de padronização e informações relevantes reforça a necessidade de estabelecer diretrizes claras para o desenvolvimento e documentação de equações dendrométricas, visando facilitar sua aplicação e comparação em diferentes contextos.

Apesar das dificuldades, aumentar a disponibilidade de equações dendrométricas para o bioma Amazônia é essencial para a gestão sustentável dessas florestas e para a formulação de políticas públicas voltadas para a conservação ambiental e a mitigação das mudanças climáticas. Por isso, é importante continuar investindo em pesquisas que aprimorem a precisão e a abrangência dessas equações, ampliando o seu alcance para outras tipologias florestais e aprimorando a sua capacidade de estimar o volume de madeira, a biomassa e o carbono armazenados nas florestas amazônicas.

6.4. Inventários Florestais Nacionais e equações de volume e biomassa

O Inventário Florestal Nacional (IFN) é um importante programa do governo brasileiro para o monitoramento das florestas do país. Nos IFNs são utilizadas equações de volume de madeira e biomassa florestal já existentes para estimar esses parâmetros em diferentes tipos de florestas e biomas brasileiros.

As equações de volume e biomassa são fundamentais para a avaliação do potencial de produção de madeira e energia, bem como para o cálculo das emissões de carbono e a conservação da biodiversidade. No entanto, como mencionado anteriormente, essas equações normalmente são desenvolvidas a partir de dados coletados em inventários florestais ou em florestas primárias bem conservadas, que podem não representar completamente a heterogeneidade das florestas. Além disso, a aplicação das mesmas equações para diferentes biomas e tipos de florestas pode levar a variações significativas nos resultados.

Dessa forma, é importante que as equações de volume e biomassa sejam constantemente revisadas e atualizadas a partir de dados mais precisos e abrangentes, considerando as particularidades de cada bioma e tipo de floresta. A colaboração entre pesquisadores, gestores e empresas do setor florestal pode contribuir para o aprimoramento dessas equações, garantindo a sustentabilidade da produção e conservação das florestas brasileiras.

7. Conclusão

Com base nos resultados obtidos neste estudo, foi possível avançar na identificação e organização de equações de volume e biomassa desenvolvidas para uso na Amazônia, contribuindo para a seleção adequada no contexto do Inventário Florestal Nacional (IFN). Através da aplicação de uma rotina automatizada do tipo árvore de decisão, foram considerados critérios objetivos relacionados à localização geográfica

dos conglomerados e aos dados por indivíduo, visando melhorar a precisão e qualidade dos resultados.

Os resultados demonstraram que o uso de rotinas automatizadas é uma abordagem promissora para a seleção de equações dendrométricas no âmbito dos IFNs. Essa abordagem permitiu uma análise mais ágil e precisa dos dados, reduzindo a subjetividade e aumentando a confiabilidade das estimativas de volume e biomassa florestal.

A capacidade da rotina automatizada em diferenciar as formas de vida e tipologias florestais foi um ponto forte do método utilizado, contribuindo para uma análise mais precisa das estimativas. Além disso, a seleção das equações considerou critérios geográficos e dados individuais, o que proporcionou uma abordagem mais robusta e personalizada.

No entanto, é importante ressaltar que o uso de equações disponíveis na literatura ainda apresenta limitações em termos de número e diversidade, o que pode afetar a precisão das estimativas em algumas situações específicas. A complexidade do cálculo das estimativas e a falta de padronização dos dados das equações também foram consideradas como desafios a serem superados.

Apesar dessas limitações, a utilização de rotinas automatizadas mostrou-se promissora e com potencial de aprimoramento contínuo. Com o avanço da tecnologia e o aumento da diversidade das equações disponíveis na literatura, espera-se que as lacunas identificadas possam ser mitigadas, tornando o método mais confiável e consistente.

Finalmente, este estudo contribuiu para os objetivos propostos, identificando e organizando equações de volume e biomassa para uso na Amazônia, estabelecendo e implementando critérios objetivos de equações com base nas características particulares de cada conglomerado do IFN. A rotina automatizada desenvolvida demonstrou ser uma abordagem promissora para a seleção de equações no contexto do IFN, proporcionando resultados mais precisos e confiáveis. Recomenda-se a contínua atualização das equações e aprimoramento dos critérios de seleção para garantir a qualidade e consistência dos inventários florestais.

8. Referências

- AKINDELE, S. O.; LEMAY, V. M. Development of tree volume equations for common timber species in the tropical rain forest area of Nigeria. *Forest Ecology and Management*, v. 226, n. 1–3, p. 41–48, 2006.
- ALHO, C. J. R. The value of biodiversity. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, n. 4 SUPPL., p. 1115–1118, 2008.
- ALMEIDA, M. R. D. De; SILVA, J. N. M.; DE BARROS, P. L. C.; DA SILVA ALMEIDA, E.; DA SILVA, D. A. S.; DE SOUSA, C. S. C. Ajuste e seleção de modelos volumétricos de espécies comerciais no município de Ipixuna (PA). *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 13, n. 1, p. 259–278, 2020.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALVAREZ, E.; DUQUE, A.; SALDARRIAGA, J.; CABRERA, K.; DE LAS SALAS, G.; DEL VALLE, I.; LEMA, A.; MORENO, F.; ORREGO, S.; RODRÍGUEZ, L. Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forests of Colombia. *Forest Ecology and Management*, v. 267, p. 297–308, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.12.013>
- ALVES, D. S.; SOARES, J. V.; AMARAL, S.; MELLO, E. M. K.; ALMEIDA, S. A. S.; DA SILVA, O. F.; SILVEIRA, A. M. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, Western Brazilian Amazon. *Global Change Biology*, v. 3, n. 5, p. 451–461, 1997.
- AMARAL, A. C. B.; FERREIRA, M.; BANDEL, G. VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA PRODUZIDA PELA *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE NO SENTIDO MEDULA-CASCA EM ÁRVORES DO SEXO MASCULINO E FEMININO. v. 3, n. 2, p. 119–127, 1971.
- ARAÚJO, T. M.; HIGUCHI, N.; DE CARVALHO, J. A. Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Para, Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 117, n. 1–3, p. 43–52, 1999.
- BAIMA, A. M. V.; SILVA, S. M. A. Da; SILVA, J. N. M. Equações de volume para floresta tropical de terra firme em Moju, PA. *Silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto silvicultura tropical*, p. 367–392, 2001.
- BARBOSA, R. I.; ALBERTO, C.; FERREIRA, C. Biomassa acima do solo de um ecossistema de “campina” em Roraima, norte da Amazônia Brasileira. Aboveground biomass of a “campina” ecosystem in Roraima, Northern of Brazilian Amazonia. v. 34, n. 4, p. 577–586, 2004. Disponível em: www.mct.gov.br/clima
- BENTES, E. S.; SANTOS, J. Dos; PINTO, A. C. M.; HIGUCHI, N. Desenvolvimento de modelos estatísticos para estimar a biomassa da vegetação acima do nível do solo. In: XII JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO PIBIC/INPA/CNPQ, 2003, p. 161–162.
- BRASIL. LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 406 de 02 de fevereiro de 2009. Brasília, 2009.

BRASIL, M. aparecida M.; VEIGA, R. A. de A.; FERREIRA, M. Variação de densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw, *E. saligna* Smith e *E. grandis*, Hill ex-Maiden aos cinco anos de idade, função do local e do espaçamento. *IPEF*, v. 15, p. 73–82, 1977.

BROWN, I. F.; MARTINELLI, L. A.; THOMAS, W. W.; MOREIRA, M. Z.; CID FERREIRA, C. A.; VICTORIA, R. A. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: An example from Rondônia, Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 75, n. 1–3, p. 175–189, 1995.

BROWN, S. METHODS FOR ESTIMATING BIOMASS DENSITY FROM EXISTING DATA. v. 134, n. 3, , 1997. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e06.htm>. Acesso em: 13 nov. 2021.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science*, v. 35, n. 4, p. 881–902, 1989.

CHAMBERS, J. Q.; DOS SANTOS, J.; RIBEIRO, R.; HIGUCHI, N. Tree damage, allometric relationships, and aboveground net primary production in a tropical forest. *Forest Ecology and Management*, v. 152, p. 73–84, 2001.

CHAVE, J.; ANDALO, C.; BROWN, S.; CAIRNS, M. A.; CHAMBERS, J. Q.; EAMUS, D.; FÖLSTER, H.; FROMARD, F.; HIGUCHI, N.; KIRA, T.; LESCURE, J. P.; NELSON, B. W.; OGAWA, H.; PUIG, H.; RIÉRA, B.; YAMAKURA, T. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, v. 145, n. 1, p. 87–99, 2005.

COLPINI, C.; TRAVAGIN, D. P.; SOARES, T. S.; MORAES E SILVA, V. S. Determinação do volume, do fator de forma e da porcentagem de casca de árvores individuais em uma floresta ombrófila aberta na região noroeste de Mato Grosso. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 1, p. 97–104, 2009.

CORRÊA, K. K. dos S.; GAMA, J. R. V.; SILVA-RIBEIRO, R. B. Da; XIMENES, L. C. AJUSTE E CLASSIFICAÇÃO DO POTENCIAL VOLUMÉTRICO DE *Lecythis lurida* (MIERS) MORI, FLONA DO TAPAJÓS. *Nativa*, Foram cubados 437 indivíduos com DAP>=50cm pelo método de smalian. Para o ajuste da equação foi utilizado dados da UPA 07 e os dados da UPA 08 foram utilizados para a análise de agrupamento., v. 6, n. 4, p. 395, 2018.

CYSNEIROS, V. C.; PELISSARI, A. L.; DO AMARAL MACHADO, S.; FILHO, A. F.; DE SOUZA, L. Modelos genéricos e específicos para estimativa do volume comercial em uma floresta sob concessão na Amazônia. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, Na página 302, eu não entendi direito o tópico identidade dos modelos. A interpretação que tive é que as equações específicas não trazem melhorias quando comparadas com a equação genérica com exceção das equações para as espécies *Clarisia racemosa* e *Caryocar glabrum*. O R2 ajustado (tabela 5, pag. 301) na maioria dos casos foi ruim!!! Será que é uma boa usar essas equações mesmo assim?, v. 45, n. 114, p. 295–304, 2017.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na amazônia: Da pecuária à soja. *Ambiente e Sociedade*, v. 15, n. 2, p. 1–22, 2012.

DRANSFIELD, J.; UHL, N. W.; ROYAL BOTANIC GARDENS, K. Genera

Palmarum : the evolution and classification of palms. p. 732, 2008.

DUNCANSON, L.; ROURKE, O.; DUBAYAH, R. Small Sample Sizes Yield Biased Allometric Equations in Temperate Forests. *Scientific Reports*, v. 5, p. 1–13, 2015.

EMILIO, T.; QUESADA, C. A.; COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E.; SCHIETTI, J.; FELDPAUSCH, T. R.; BRIENEN, R. J. W.; BAKER, T. R.; CHAVE, J.; ÁLVAREZ, E.; ARAÚJO, A.; BÁNKI, O.; CASTILHO, C. V.; HONORIO C, E. N.; KILLEEN, T. J.; MALHI, Y.; OBLITAS MENDOZA, E. M.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D.; ALEXANDER PARADA, G.; PEÑA-CRUZ, A.; RAMIREZ-ANGULO, H.; SCHWARZ, M.; SILVEIRA, M.; TER STEEGE, H.; TERBORGH, J. W.; THOMAS, R.; TORRES-LEZAMA, A.; VILANOVA, E.; PHILLIPS, O. L. Soil physical conditions limit palm and tree basal area in Amazonian forests. *Plant Ecology and Diversity*, v. 7, n. 1–2, p. 215–229, 2013.

FAO. *Terms and definitions*. The Forest Resources Assessment (FRA) Roma, Italia: [s.n.], 2020.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). Global Forest Resources Assessment 2020: Report Brazil. p. 61, 2020.

FARIAS, H. L. S.; PEQUENO, P. A. C. L.; SILVA, W. R.; MELO, V. F.; CARVALHO, L. C. da S.; PERDIZ, R. de O.; CITÓ, A. C.; FEARNSSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I. Amazon forest biomass: intra- and interspecific variability in wood density drive divergences in Brazil's far north. *iForest*, v. 16, p. 95–104, 2023.

FEARNSSIDE, P. M. Biomassa das florestas amazônicas brasileiras. *Seminário Emissão x Seqüestro de CO₂: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil*, p. 95–124, 1994. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss and in press%5CFor-type-engl-1995.pdf

FEARNSSIDE, P. M. Forest Biomass in Brazilian Amazonia Comments on the estimate By Brown and Lugo.... *Interciencia*, v. 17, n. 1, p. 19–27, 1992. Disponível em: [http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/1992%5CReserva Extrativistas Uma Estrat◊gia de Uso Sustentado.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/1992%5CReserva%20Extrativistas%20Uma%20Estrat%20gia%20de%20Uso%20Sustentado.pdf)

FELDPAUSCH, T. R.; BANIN, L.; PHILLIPS, O. L.; BAKER, T. R.; LEWIS, S. L.; QUESADA, C. A.; AFFUM-BAFFOE, K.; ARETS, E. J. M. M.; BERRY, N. J.; BIRD, M.; BRONDIZIO, E. S.; DE CAMARGO, P.; CHAVE, J.; DJAGBLETEY, G.; DOMINGUES, T. F.; DRESCHER, M.; FEARNSSIDE, P. M.; FRANÇA, M. B.; FYLLAS, N. M.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; HLADIK, A.; HIGUCHI, N.; HUNTER, M. O.; IIDA, Y.; SALIM, K. A.; KASSIM, A. R.; KELLER, M.; KEMP, J.; KING, D. A.; LOVETT, J. C.; MARIMON, B. S.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; LENZA, E.; MARSHALL, A. R.; METCALFE, D. J.; MITCHARD, E. T. A.; MORAN, E. F.; NELSON, B. W.; NILUS, R.; NOGUEIRA, E. M.; PALACE, M.; PATIÑO, S.; PEH, K. S. H.; RAVENTOS, M. T.; REITSMA, J. M.; SAIZ, G.; SCHRODT, F.; SONKÉ, B.; TAEDOUNG, H. E.; TAN, S.; WHITE, L.; WÖLL, H.; LLOYD, J. Height-diameter allometry of tropical forest trees. *Biogeosciences*, v. 8, n. 5, p. 1081–1106, 2011.

FURNIVAL, G. M. An Index for Comparing Equations Used In Constructing Volume Tables. *Forest Science*, v. 7, n. 4, p. 337–341, 1 dez. 1961. Disponível em: <https://academic.oup.com/forestscience/article/7/4/337/4746475>. Acesso em: 07 ago. 2021.

- GAMA, J. R. V.; DE SOUZA, A. L.; DOS SANTOS VIEIRA, D.; LEITE, H. G. Volume equations for an open ombrophylous forest, Codó county, Maranhão state, Brazil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 12, n. 4, p. 535–542, 2017.
- GIMENEZ, B. O.; DANIELLI, F. E.; DE OLIVEIRA, C. K. A.; DOS SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Equações volumétricas para espécies comerciais madeireiras do sul do estado de Roraima. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, v. 43, n. 106, p. 291–301, 2015.
- GOMES, J. M. *Modelos para estimar o volume de madeira da Reserva Extrativista Auatí-Paraná, na região do Alto Solimões, Fonte Boa (AM)*. 2009. 69 p. Universidade Federal do Amazonas, 2009.
- GOODMAN, R. C.; PHILLIPS, O. L.; BAKER, T. R. The importance of crown dimensions to improve tropical tree biomass estimates. *Ecological Applications*, v. 24, n. 4, p. 680–698, jun. 2013. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1890/13-0070.1>
- GOODMAN, R. C.; PHILLIPS, O. L.; DEL CASTILLO TORRES, D.; FREITAS, L.; CORTESE, S. T.; MONTEAGUDO, A.; BAKER, T. R. Amazon palm biomass and allometry. *Forest Ecology and Management*, v. 310, n. 4, p. 994–1004, dez. 2013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112713006592>
- HIGUCHI, N.; CARVALHO JR., J. A. De. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da amazônia. *Anais do Seminário “Emissao x Sequestro de CO2”- Uma nova oportunidade de negocios para o Brasil*, p. 127–157, 1994.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J. Dos; LIMA, A. J. N. *Biometria Florestal*. Manaus: LMF, 2008. 141 p.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J. Dos; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra - firme da amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, v. 28 (2), p. 153–166, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v28n2/1809-4392-aa-28-2-0153.pdf>
- IBGE. *BDIA - Banco de Dados de Informações Ambientais*. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao>. Acesso em: 23 jul. 2022.
- IBGE. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. 2. ed., Rio de Janeiro: Brasil, 2012. 271 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- IBGE. *Mapas de Bioma e Vegetação*. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/mapas/GEBIS - RJ/map6083.jpg>. Acesso em: 01 jun. 2021.
- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE; GOOD). *Good practice guidance for land use, land-use changes and forestry*. Kanagawa, Japan: Institute for Global Environmental Strategies, 2003.
- JARA, M. C.; HENRY, M.; RÉJOU-MÉCHAIN, M.; WAYSON, C.; ZAPATA-CUARTAS, M.; PIOTTO, D.; ALICE GUIER, F.; CASTAÑEDA LOMBIS, H.; CASTELLANOS LÓPEZ, E.; CUENCA LARA, R.; CUEVA ROJAS, K.; DEL ÁGUILA PASQUEL, J.; DUQUE MONTOYA, Á.; FERNÁNDEZ VEGA, J.; JIMÉNEZ GALO, A.; LÓPEZ, O. R.; MARKLUND, L. G.; MICHEL FUENTES, J. M.; MILLA, F.; NÁVAR CHAIDEZ, J. de J.; ORTIZ MALAVASSI, E.; PÉREZ, J.;

- RAMÍREZ ZEA, C.; RANGEL GARCÍA, L.; RUBILAR PONS, R.; SAINT-ANDRÉ, L.; SANQUETTA, C.; SCOTT, C.; WESTFALL, J. Guidelines for documenting and reporting tree allometric equations. *Annals of Forest Science*, v. 72, n. 6, p. 763–768, 2015.
- JOHNSON, D. Palms, Their Conservation and Sustained Utilization. Status Survey and Conservation Action Plan. v. 53, n. 9, p. 116 + viii, 1996.
- KAHN, F.; MEJIA, K.; CASTRO, A. Species Richness and Density of Palms in Terra Firme Forests of Amazonia. v. 20, n. 4, p. 266–269, 1988.
- KUNERT, N.; BARROS, P.; HIGUCHI, N. Do palm water use characteristics explain the spatial distribution of palms in the central amazon? *Acta Horticulturae*, v. 991, n. July 2014, p. 197–204, 2013.
- LAFRANKIE, J. V.; SAW, L. G. The understorey palm *Licuala* (Arecaceae) suppresses tree regeneration in a lowland forest in Asia. *Journal of Tropical Ecology*, v. 21, n. 6, p. 703–706, 2005.
- LIMA, A. J. N.; SUWA, R.; DE MELLO RIBEIRO, G. H. P.; KAJIMOTO, T.; DOS SANTOS, J.; DA SILVA, R. P.; DE SOUZA, C. A. S.; DE BARROS, P. C.; NOGUCHI, H.; ISHIZUKA, M.; HIGUCHI, N. Allometric models for estimating above- and below-ground biomass in Amazonian forests at São Gabriel da Cachoeira in the upper Rio Negro, Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 277, n. June, p. 163–172, 2012.
- LIMA, R. B. De; APARÍCIO, P. D. S.; FERREIRA, R. L. C.; DA SILVA, W. C.; GUEDES, M. C.; DE OLIVEIRA, C. P.; DA SILVA, D. A. S.; BATISTA, A. P. B. Volumetria e classificação da capacidade produtiva para *Mora paraensis* (Ducke) no estuário amapaense. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, v. 42, n. 101, p. 141–154, 2014.
- LIMA, M. D. R.; BARROS JUNIOR, U. de O.; ASSIS, M. R. De; MELO, I. C. N. A. De; FIGUEIREDO, I. C. R. De; PROTÁSIO, T. de P.; TRUGILHO, P. F. Variabilidade das densidades básica e energética e estoque de carbono na madeira no fuste de clones de *Eucalyptus*. *Scientia Forestalis*, v. 48, n. 128, p. 1–17, 2020.
- MACHADO, S. do A.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Dendrometria*. 2. ed., Guarapuava: Ed. dos Autores, 2009. 309 p.
- MAY, P. H.; ANDERSON, A. B.; BALICK, M. J.; FRAZÃO, J. M. F. Subsistence benefits from the babassu palm (*Orbignya martiana*). *Economic Botany*, v. 39, n. 2, p. 113–129, 1985.
- MEIRA, A. C. S.; MELLO, A. A.; SANQUETTA, C. R.; FERREIRA, R. A. Estimativas De Biomassa E Carbono Em Área De Mata Atlântica, Implantada Por Meio De Reflorestamento Misto. *BIOFIX Scientific Journal*, v. 5, n. 1, p. 130–134, 2020.
- MIDGLEY, J. J. Is bigger better in plants? The hydraulic costs of increasing size in trees. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 18, n. 1, p. 5–6, 1 jan. 2003.
- MIGUEL, E. P.; REZENDE, A. V.; LEAL, F. A.; MATRICARDI, E. A. T.; ENSINAS, J. M. I.; MIRANDA, J. F. N. Floristic, structural, and allometric equations to estimate arboreal volume and biomass in a cerradão site. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 38, n. 4, p. 1691–1702, 2017.

- MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINNING, G. G. *Introduction to Linear Regression Analysis*. 5. ed., New York: [s.n.], 2012. 872 p.
- MOURA, J. B. De. *Estudo da forma do fuste e comparação de métodos de estimativa volumétrica de espécies florestais da Amazônia Brasileira*. 1994. 132 p. Universidade Federal do Paraná, 1994.
- NELSON, B. W.; MESQUITA, R.; PEREIRA, J. L. G.; GARCIA AQUINO DE SOUZA, S.; TEIXEIRA BATISTA, G.; BOVINO COUTO, L. Allometric regressions for improved estimate of secondary forest biomass in the central Amazon. *Forest Ecology and Management*, v. 117, n. 1–3, p. 149–167, 1999.
- NETER, J.; WASSERMAN, W.; KUTNER, M. H. *Applied Linear Statistical Models*. Illinois: [s.n.], 1983. 561 p.
- NETTO, S. P.; BRENA, D. A. *Inventário Florestal: Volume I*. Curitiba: Editado pelos autores, 1997. 316 p.
- NIKLAS, K. J. Size-dependent Allometry of Tree Height, Diameter and Trunk-taper. *Annals of Botany*, v. 75, n. 3, p. 217–227, 1 mar. 1995. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article/75/3/217/128409>. Acesso em: 07 ago. 2021.
- NOGUEIRA, E. M. *Densidade de madeira em florestas do "Arco do desmatamento": Implicações para biomassa e fluxo de carbono a partir de mudança de uso da terra na Amazônia brasileira*. 2008. INPA, 2008. Disponível em: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss and in press%5CNogueira_et_al_2007_WoodDensityInArcDeforestation_PORTUGUES.pdf
- NOGUEIRA, E. M.; FEARNESIDE, 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, n. 11, p. 1853–1867, 2008.
- OLIVEIRA, C. P. De; FRANCELINO, M. R.; DAHER, M.; LELES, P. S. dos S.; ANDRADE, F. C. De. Comparison of statistical models for the estimation of tree biomass and for the estimation of carbon stock above the soil in the Cerrado Biome. *Ciencia Florestal*, v. 29, n. 1, p. 255–269, 2019.
- OLIVEIRA, J. T. D. S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variation of the moisture content and specific gravity in the wood of seven Eucalypt species. *Revista Árvore*, v. 29, n. 1, p. 115–127, 2005.
- OVERMAN, J. P. M.; WITTE, H. J. L.; SALDARRIAGA, J. G. Evaluation of regression models for above-ground biomass determination in Amazon rainforest. *Journal of Tropical Ecology*, v. 10, n. 2, p. 207–218, 1994.
- PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVADO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. *Fatos florestais da Amazônia 2010*. Belém: Imazon, 2010. 126 p.
- PETERS, H. A.; PAUW, A.; SILMAN, M. R.; TERBORGH, J. W. Falling palm fronds structure Amazonian rainforest sapling communities. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 271, n. SUPPL. 5, p. 2022, 2004.
- PIVA, L. R. de O. *Plataforma Digital Integrada Para Dados De Biomassa E Carbono Na Floresta Amazônica*. 2021. 184 p. Universidade Federal do Paraná, 2021.

- QUEIROZ, W. T. De. *Amostragem em Inventário Florestal Waldenei Travassos de Queiroz*. [S.l: s.n.], 2012.
- RAMIREZ, C.; ALBERDI, I.; BAHAMONDEZ, C.; FREITAS, J. V. De. *Inventarios Forestales Nacionales de América Latina y el Caribe: Hacia la armonización de la información forestal*. Roma: [s.n.], 2021. 444 p.
- RASERA, S. Biomassa e carbono no estrato arbóreo em área restaurada de Mata Atlântica. p. 93, 2019.
- REZENDE, A. V.; DO VALE, A. T.; SANQUETTA, C. R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; FELFILI, J. M. Comparison of mathematical models to volume, biomass and carbon stock estimation of the woody vegetation of a cerrado sensu stricto in Brasília, DF. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, n. 71, p. 65–76, 2006.
- RICH, P. M.; HELENURM, K.; KEARNS, D.; MORSE, S. R.; MICHAEL, W.; BULLETIN, S.; BOTANICAL, T.; SEP, N. J.; RICH, P. M.; KEARNS, D.; MORSE, S. R.; PALMER, M. W.; SHORT, L. Height and Stem Diameter Relationships for Dicotyledonous Trees and Arborescent Palms of Costa Rican Tropical Wet Forest. v. 113, n. 3, p. 241–246, 1986.
- ROLIM, S. G.; COUTO, H. T. Z. Do; JESUS, R. M. De; FRANÇA, J. T. Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). *Acta Amazonica*, v. 36, n. 1, p. 107–114, 2006.
- ROMERO, F. M. B.; JACOVINE, L. A. G.; RIBEIRO, S. C.; TORRES, C. M. M. E.; DA SILVA, L. F.; GASPAR, R. de O.; DA ROCHA, S. J. S. S.; STAUDHAMMER, C. L.; FEARNside, P. M. Allometric equations for volume, biomass, and carbon in commercial stems harvested in a managed forest in the southwestern amazon: A case study. *Forests*, v. 11, n. 8, p. 1–17, 2020.
- ROMERO, F. M. B.; JACOVINE, L. A. G.; TORRES, C. M. M. E.; RIBEIRO, S. C.; DE MORAIS JUNIOR, V. T. M.; DA ROCHA, S. J. S. S.; ROMERO, R. A. B.; GASPAR, R. de O.; VELASQUEZ, S. I. S.; STAUDHAMMER, C. L.; NETO, J. A. F.; VIDAL, E.; FEARNside, P. M. *Forests*, 2021. . [S.l: s.n.]
- ROXBURGH, S. H.; PAUL, K. I.; CLIFFORD, D.; ENGLAND, J. R.; RAISON, R. J. Guidelines for constructing allometric models for the prediction of woody biomass: How many individuals to harvest? *Ecosphere*, v. 6, n. 3, p. 1–27, 2015.
- RUNK, V. PRODUCTIVITY AND SUSTAINABILITY OF A VEGETABLE IVORY PALM (PHYTELEPHAS AEQUATORIALIS, ARECACEAE) UNDER T H e E MANAGEMENT REGIMES IN NORTHWESTERN ECUADOR 1 J. VELASQUEZ RUNK. 1998.
- SAATCHI, S.; HOUGHTON, R. A.; DOS SANTOS ALVALÁ, R. C.; SOARES, J. V.; YU, Y. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. *Global Change Biology*, v. 13, n. 4, p. 816–837, 2007.
- SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M. De; LIMA, C. S. D. a. *Cerne*, 1994. . [S.l: s.n.]
- SCOLFORO, J. R. S. *Inventário Florestal de Minas Gerais-Equações de Volume, Peso de Matéria Seca e Carbono para Diferentes Fisionomias da Flora Nativa*. Minas Gerais: [s.n.], 2008. Disponível em: <https://www.editora.ufla.br/produto/184/inventario-florestal-de-minas-gerais--equacoes-de-volume,-peso-de-materia-seca-e-carbono-para->

difere

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). *Manual de campo: procedimentos para coleta de dados biofísicos e socioambientais*. 7. ed., Brasília: [s.n.], 2020. 67 p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). *Relatório Técnico - IFN-RO*. [S.l: s.n.], 2018. 180 p.

SFB. *Florestas do Brasil em resumo*. Brasília: MAPA, 2019. 212 p.

SILVA, E. N. Da; SANTANA, A. C. De. Modelos de regressão para estimação do volume de árvores comerciais, em florestas de Paragominas. *Revista Ceres*, v. 61, n. 5, p. 631–636, 2014.

SILVA, F. Da; SUWA, R.; KAJIMOTO, T.; ISHIZUKA, M.; HIGUCHI, N.; KUNERT, N. Allometric equations for estimating biomass of euterpe precatória, the most abundant palm species in the Amazon. *Forests*, v. 6, n. 2, p. 450–463, 2015.

SILVA, L. B. D. Da; MORAIS, V. A. De; CAETANO, M. G.; BERNARDES, L. F. G. de M. Equações para estimativa volumétrica de espécies arbóreas da Amazônia. *Revista de Ciências Agroambientais*, 2020.

SILVA, R. O. Da; WOORTMANN, C. P. I. B.; TRINDADE, A. de S.; DA SILVA, R. P.; SANTOS, J. Dos; HIGUCHI, N. BIOMASSA DA VEGETAÇÃO ACIMA DO NÍVEL DO SOLO PARA ÁRVORES COM 5 CAMPINARANA NA REGIÃO DE MANAUS. In: ANAIS DO I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA, 2011, Manaus. p. 1–7.

SILVA, R. P. Da. *Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM)*. 2007. 152 p. Universidade Federal do Amazonas, 2007.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. O Estado Da Arte Na Estimativa De Biomassa E Carbono Em Formações Florestais. *Floresta*, v. 38, n. 1, p. 185–206, 2008.

SOARES, K. P.; LORENZI, H.; VIANNA, S. A.; LEITMAN, P. M.; HEIDEN, G.; MORAES, R. M. *Flora e Funga do Brasil - Arecaceae Schultz Sch.* Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB53>. Acesso em: 12 nov. 2022.

SOUZA, C. R. De; AZEVEDO, C. P. De; ROSSI, L. M. B.; SILVA, K. E. Da; SANTOS, J. Dos; HIGUCHI, N. Dinâmica e estoque de carbono em floresta primária na região de Manaus/AM. *Acta Amazonica*, v. 42, n. 4, p. 501–506, 2012.

SOUZA, V. A. S. De; FILHO, O. C. R.; MOREIRA, D. M.; RUDKE, A. P.; DE SÁ, M. R. T. Dynamics of deforestation in amazonia and its impacts in hydrology: Machadinho river basin – Rondônia / Brazil. *Ciencia Florestal*, v. 29, n. 3, p. 1004–1018, 2019.

SOUZA, Y. F. de S. *Equações alométricas para estimativas de volume e biomassa em diferentes fitofisionomias do cerrado*. 2020. 124 p. 2020.

TEIXEIRA, L. M.; CHAMBERS, J. Q.; SILVA, A. R.; LIMA, A. J. N.; CARNEIRO, V. M. C.; DOS SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. *Acta Amazonica*, v. 37, n. 3, p. 377–384, 2007.

TERBORGH, J.; ANDRESEN, E. The composition of Amazonian forests: Patterns at

- local and regional scales. *Journal of Tropical Ecology*, v. 14, n. 5, p. 645–664, 1998.
- THAINES, F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. De; APARECIDA, A.; THAINES, R. Equações para estimativa de volume de madeira para a região da bacia do Rio Ituxi , Lábrea , AM Equations for estimating timber volume in the region of the River Basin of Ituxi ,. v. d, p. 283–289, 2010.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* E E . *grandis*. *Ipef*, v. 29, p. 37–45, 1985.
- TOMLINSON, P. B. The uniqueness of palms. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 151, n. 1, p. 5–14, 2006.
- TONINI, H.; BORGES, R. A. Equação de volume para espécies comerciais em Floresta Ombrófila Densa no sul de Roraima. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 35, n. 82, p. 111, 2015.
- TRAUTENMÜLLER, J. W. *Quantificação E Distribuição Do Estoque De Biomassa Acima Do Solo Em Floresta Estacional Decidual*. 2015. 92 p. 2015.
- UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRAO, E. A. S. Abandoned Pastures in Eastern Amazonia. I. Patterns of Plant Succession. *The Journal of Ecology*, v. 76, n. 3, p. 663, 1988.
- VANCLAY, J. K. Aggregating tree species to develop diameter increment equations for tropical rainforests. *Forest Ecology and Management*, v. 42, n. 3–4, p. 143–168, 1991.
- VIEILLEDENT, G.; VAUDRY, R.; ANDRIAMANOHISOA, S. F. D.; RAKOTONARIVO, O. S.; RANDRIANASOLO, H. Z.; RAZAFINDRABE, H. N.; RAKOTOARIVONY, C. B.; EBELING, J.; RASAMOELINA, M. A universal approach to estimate biomass and carbon stock in tropical forests using generic allometric models. *Ecological Applications*, v. 22, n. 2, p. 572–583, 2012.
- WOORTMANN, C. P. I. B.; HIGUCHI, N.; DOS SANTOS, J.; DA SILVA, R. P. Allometric equations for total, above- and below-ground biomass and carbon of the amazonian forest type known as campinarana. *Acta Amazonica*, v. 48, n. 2, p. 85–92, 2018.

Anexo I – Lista dos conglomerados

Tabela 16. Lista com dados dos conglomerados do Inventário Florestal Nacional de Rondônia.

Conglomerado	Tipologia	DAP Mín.	DAP Máx.	N	Árvores	Palmeiras
RO_1	Floresta Ombrófila Aberta	10	82,2	230	230	0
RO_10	Floresta Ombrófila Aberta	10	45,2	159	159	0
RO_100	Floresta Ombrófila Aberta	11,3	16,7	7	7	0
RO_101	Floresta Ombrófila Aberta	10	59,6	136	134	2
RO_102	Floresta Ombrófila Aberta	10	80	189	189	0
RO_106	Floresta Ombrófila Aberta	11,2	156,6	4	4	0
RO_108	Floresta Ombrófila Aberta	10	82,3	276	262	14
RO_11	Floresta Ombrófila Aberta	10	143,2	271	259	12
RO_110	Floresta Ombrófila Aberta	10	110	235	217	18
RO_113	Floresta Ombrófila Aberta	12	88,7	6	6	0
RO_114	Floresta Ombrófila Aberta	10	121	133	132	1
RO_117	Floresta Ombrófila Densa	10,2	18,9	11	11	0
RO_119	Floresta Ombrófila Aberta	11,4	55	19	13	6
RO_120	Floresta Ombrófila Aberta	18,3	55,7	6	5	1
RO_122	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	66	210	195	15
RO_123	Floresta Ombrófila Aberta	22,3	38,2	2	2	0
RO_124	Floresta Ombrófila Aberta	10,5	35,3	5	5	0
RO_125	Floresta Ombrófila Aberta	10	98,9	194	185	9
RO_126	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	85,4	83	78	5
RO_127	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	82,1	92	92	0
RO_128	Floresta Ombrófila Aberta	10	78	116	106	10
RO_129	Floresta Ombrófila Aberta	10	106,6	228	210	18
RO_13	Floresta Ombrófila Aberta	10	70,1	186	171	15
RO_130	Floresta Ombrófila Aberta	10	77,2	247	239	8
RO_131	Floresta Ombrófila Aberta	15,8	19,2	3	3	0
RO_133	Floresta Ombrófila Aberta	11,9	74,5	28	24	4
RO_135	Floresta Ombrófila Densa	10	191	230	207	23
RO_136	Floresta Ombrófila Aberta	10	81,5	361	294	67
RO_140	Floresta Ombrófila Densa	10	77,6	278	276	2
RO_141	Floresta Ombrófila Aberta	10	180,1	231	213	18
RO_142	Floresta Ombrófila Aberta	10,8	52	20	17	3
RO_143	Floresta Ombrófila Aberta	10	78,9	220	207	13
RO_146	Floresta Ombrófila Aberta	10	35,5	27	25	2
RO_147	Floresta Ombrófila Aberta	11,1	32,8	14	11	3
RO_148	Floresta Ombrófila Aberta	10,8	19,8	8	8	0
RO_149	Floresta Ombrófila Aberta	16,5	32,1	4	3	1
RO_15	Formação Pioneira	10	70	59	59	0

Conglomerado	Tipologia	DAP Mín.	DAP Máx.	N	Árvores	Palmeiras
RO_151	Floresta Ombrófila Aberta	11,1	22,7	10	10	0
RO_152	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	105	227	212	15
RO_153	Floresta Ombrófila Aberta	10	93,3	184	164	20
RO_155	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	42,3	89	84	5
RO_156	Floresta Ombrófila Aberta	10	124,3	219	211	8
RO_157	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	88,5	13	13	0
RO_158	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	160	243	236	7
RO_159	Floresta Ombrófila Densa	10	111,8	66	64	2
RO_16	Floresta Ombrófila Aberta	10	115,3	232	200	32
RO_161	Floresta Ombrófila Densa	10	145,8	200	188	12
RO_162	Floresta Ombrófila Aberta	11	41,9	10	9	1
RO_165	Floresta Ombrófila Aberta	10	78,5	125	120	5
RO_166	Floresta Ombrófila Aberta	10	128,6	248	232	16
RO_167	Floresta Ombrófila Aberta	10	21,4	26	26	0
RO_168	Floresta Ombrófila Aberta	11,5	250	81	75	6
RO_169	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	55	86	86	0
RO_170	Floresta Ombrófila Aberta	19,7	38,1	2	2	0
RO_171	Floresta Ombrófila Aberta	10	83	92	77	15
RO_172	Floresta Ombrófila Aberta	10	65,2	233	225	8
RO_173	Floresta Ombrófila Aberta	11,9	11,9	1	1	0
RO_175	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	36	16	11	5
RO_176	Floresta Ombrófila Aberta	10	91,7	208	204	4
RO_177	Floresta Ombrófila Aberta	10	98,9	301	296	5
RO_178	Floresta Ombrófila Aberta	10	107,8	281	257	24
RO_18	Floresta Ombrófila Aberta	10	122,5	219	213	6
RO_180	Floresta Ombrófila Densa	10,1	152,7	157	144	13
RO_181	Floresta Ombrófila Densa	10	93,9	68	64	4
RO_182	Floresta Ombrófila Densa	10	139	195	185	10
RO_187	Floresta Ombrófila Aberta	12,3	47,1	7	7	0
RO_19	Floresta Ombrófila Aberta	10	98,7	139	137	2
RO_190	Floresta Ombrófila Densa	35,3	35,3	2	1	1
RO_192	Floresta Ombrófila Aberta	50,7	110	2	2	0
RO_193	Floresta Ombrófila Aberta	10	97,3	166	161	5
RO_194	Floresta Ombrófila Densa	10,1	75,2	217	200	17
RO_195	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	139	140	135	5
RO_196	Floresta Ombrófila Aberta	10	74,1	180	168	12
RO_197	Floresta Ombrófila Aberta	10	77,3	213	202	11
RO_198	Floresta Ombrófila Aberta	10	160	261	244	17
RO_2	Floresta Ombrófila Aberta	10	121,6	211	186	25
RO_20	Floresta Ombrófila Aberta	10	198,5	215	215	0
RO_202	Floresta Ombrófila Aberta	10,8	25,5	9	6	3

Conglomerado	Tipologia	DAP Mín.	DAP Máx.	N	Árvores	Palmeiras
RO_204	Floresta Ombrófila Aberta	16	36,3	5	4	1
RO_205	Floresta Ombrófila Aberta	10,4	15,4	11	11	0
RO_206	Floresta Ombrófila Aberta	10	73,5	105	103	2
RO_207	Floresta Ombrófila Aberta	10,5	22,9	27	22	5
RO_208	Floresta Ombrófila Aberta	48,2	48,2	2	1	1
RO_210	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	56,6	67	63	4
RO_211	Floresta Ombrófila Densa	10,5	51	136	131	5
RO_212	Floresta Ombrófila Densa	10,5	73,8	166	149	17
RO_214	Floresta Ombrófila Aberta	11,1	76,7	4	4	0
RO_215	Floresta Ombrófila Aberta	28,9	36,2	8	5	3
RO_216	Floresta Ombrófila Aberta	80,4	80,4	1	1	0
RO_217	Floresta Ombrófila Aberta	31	45,6	9	5	4
RO_218	Floresta Ombrófila Aberta	10	99,4	251	231	20
RO_22	Floresta Ombrófila Aberta	10	92	64	62	2
RO_221	Floresta Ombrófila Aberta	10,6	44	18	12	6
RO_23	Floresta Ombrófila Aberta	10,6	36,4	11	10	1
RO_230	Floresta Ombrófila Densa	10,2	62	21	18	3
RO_232	Floresta Ombrófila Densa	10	65	107	94	13
RO_233	Floresta Ombrófila Densa	11,2	17,8	11	11	0
RO_234	Floresta Ombrófila Densa	15,8	60	3	3	0
RO_235	Floresta Ombrófila Aberta	11	49	7	6	1
RO_237	Floresta Ombrófila Aberta	10	50,2	34	34	0
RO_239	Floresta Ombrófila Aberta	10	48,9	23	23	0
RO_24	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	89,1	167	165	2
RO_242	Floresta Ombrófila Aberta	10	57,5	94	72	22
RO_255	Floresta Ombrófila Densa	10,1	76,3	163	163	0
RO_256	Floresta Ombrófila Densa	10	139	188	176	12
RO_257	Floresta Ombrófila Aberta	10,3	81,5	21	20	1
RO_259	Floresta Ombrófila Aberta	10	62	55	39	16
RO_26	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	80,2	24	23	1
RO_260	Floresta Ombrófila Aberta	10,6	120,4	23	23	0
RO_278	Floresta Ombrófila Aberta	10	37,2	48	45	3
RO_279	Floresta Ombrófila Aberta	130	130	1	1	0
RO_280	Floresta Ombrófila Aberta	14,5	119,1	2	2	0
RO_281	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	104,2	107	99	8
RO_282	Floresta Ombrófila Aberta	13,1	47,1	4	3	1
RO_283	Floresta Ombrófila Aberta	13,2	188	3	3	0
RO_284	Floresta Ombrófila Densa	25,1	28,3	6	3	3
RO_285	Floresta Ombrófila Aberta	13,1	95,7	3	3	0
RO_299	Floresta Ombrófila Aberta	10,5	16,3	3	3	0
RO_301	Floresta Ombrófila Aberta	10	78,2	217	204	13

Conglomerado	Tipologia	DAP Mín.	DAP Máx.	N	Árvores	Palmeiras
RO_305	Floresta Ombrófila Aberta	10	55,5	4	4	0
RO_306	Floresta Ombrófila Densa	40	112	6	5	1
RO_32	Floresta Ombrófila Aberta	10	80,2	206	205	1
RO_323	Floresta Ombrófila Aberta	31,5	45,7	4	3	1
RO_324	Floresta Ombrófila Aberta	15,4	43,8	4	4	0
RO_325	Floresta Ombrófila Aberta	13,2	79,8	15	13	2
RO_327	Floresta Ombrófila Aberta	10,5	40	8	7	1
RO_328	Floresta Ombrófila Densa	10	83,3	271	269	2
RO_329	Floresta Ombrófila Aberta	10	65	48	48	0
RO_33	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	79,6	192	190	2
RO_332	Floresta Ombrófila Aberta	10	66	72	71	1
RO_34	Floresta Ombrófila Aberta	11,7	50,6	12	10	2
RO_35	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	114	228	218	10
RO_352	Floresta Ombrófila Aberta	17,6	17,6	1	1	0
RO_353	Floresta Ombrófila Aberta	12,5	70,8	26	26	0
RO_354	Floresta Ombrófila Aberta	40,1	40,1	1	1	0
RO_356	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	73,8	62	62	0
RO_357	Floresta Ombrófila Aberta	10	97,4	56	54	2
RO_359	Floresta Ombrófila Aberta	10	87,3	252	251	1
RO_361	Floresta Ombrófila Densa	21,9	57	2	2	0
RO_37	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	68,8	155	152	3
RO_382	Floresta Ombrófila Aberta	10	58,4	103	97	6
RO_384	Floresta Ombrófila Aberta	18,3	18,3	1	1	0
RO_385	Floresta Ombrófila Aberta	10	93,5	65	58	7
RO_386	Floresta Ombrófila Aberta	10	73,7	45	44	1
RO_387	Floresta Ombrófila Aberta	10	86,7	112	105	7
RO_388	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	40,2	30	30	0
RO_389	Floresta Ombrófila Aberta	10,5	58	19	19	0
RO_39	Floresta Ombrófila Aberta	10	92,2	237	229	8
RO_390	Floresta Ombrófila Aberta	87,1	87,1	1	1	0
RO_391	Floresta Ombrófila Aberta	10	52,3	83	78	5
RO_392	Floresta Ombrófila Densa	10,1	68,3	105	105	0
RO_4	Floresta Ombrófila Densa	10,1	95	219	201	18
RO_40	Floresta Ombrófila Aberta	10	145,7	210	209	1
RO_41	Floresta Ombrófila Aberta	10	86,1	137	137	0
RO_411	Floresta Ombrófila Aberta	12,1	15,2	2	2	0
RO_412	Floresta Ombrófila Aberta	20,2	36,4	2	2	0
RO_413	Floresta Ombrófila Aberta	10	45,6	88	85	3
RO_414	Floresta Ombrófila Aberta	26,3	78,9	2	2	0
RO_416	Floresta Ombrófila Aberta	10	64,8	44	44	0
RO_417	Floresta Ombrófila Aberta	10,4	42,4	29	27	2

Conglomerado	Tipologia	DAP Mín.	DAP Máx.	N	Árvores	Palmeiras
RO_418	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	67,3	99	94	5
RO_42	Floresta Ombrófila Aberta	10	147,5	252	236	16
RO_421	Floresta Ombrófila Aberta	10	65	126	124	2
RO_43	Floresta Ombrófila Aberta	10	110	347	341	6
RO_430	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	120,3	232	227	5
RO_431	Floresta Ombrófila Aberta	10	63,7	53	52	1
RO_433	Floresta Ombrófila Aberta	10	49,5	47	47	0
RO_434	Floresta Ombrófila Aberta	10	130,6	240	234	6
RO_436	Floresta Ombrófila Aberta	10	67,1	123	119	4
RO_437	Floresta Ombrófila Aberta	60,5	60,5	1	1	0
RO_439	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	73,5	18	18	0
RO_441	Floresta Ombrófila Aberta	10,5	38,5	27	27	0
RO_442	Floresta Ombrófila Aberta	12,1	58,5	9	8	1
RO_443	Floresta Ombrófila Aberta	27,4	61,7	6	4	2
RO_444	Floresta Ombrófila Aberta	10,3	48,7	32	21	11
RO_445	Floresta Ombrófila Aberta	32,9	100	6	5	1
RO_446	Floresta Ombrófila Aberta	10	36,6	76	76	0
RO_447	Floresta Ombrófila Aberta	10	54	224	220	4
RO_448	Floresta Ombrófila Aberta	12,3	12,3	1	1	0
RO_449	Floresta Ombrófila Aberta	10	27,5	80	79	1
RO_45	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	83,4	193	188	5
RO_450	Floresta Ombrófila Aberta	10	72	194	193	1
RO_456	Floresta Ombrófila Aberta	10	131,5	227	214	13
RO_457	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	151,2	120	116	4
RO_458	Floresta Ombrófila Aberta	10	64,4	245	230	15
RO_459	Floresta Ombrófila Aberta	10,5	45,3	13	9	4
RO_460	Floresta Ombrófila Aberta	17,4	17,4	1	1	0
RO_461	Floresta Ombrófila Aberta	11,6	25,4	2	2	0
RO_467	Floresta Ombrófila Aberta	10	88	234	232	2
RO_468	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	95	145	143	2
RO_469	Floresta Ombrófila Densa	10,2	44,2	28	26	2
RO_47	Floresta Ombrófila Aberta	10	121	268	241	27
RO_471	Floresta Ombrófila Aberta	73,5	73,5	1	1	0
RO_474	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	91,8	348	314	34
RO_475	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	58,6	303	286	17
RO_476	Floresta Ombrófila Aberta	10	32,8	113	113	0
RO_48	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	102,5	216	212	4
RO_480	Floresta Ombrófila Aberta	10	118,3	316	316	0
RO_481	Floresta Ombrófila Aberta	10	45,3	73	62	11
RO_483	Floresta Ombrófila Aberta	20,6	20,6	2	1	1
RO_484	Floresta Ombrófila Aberta	30,7	35,2	2	2	0

Conglomerado	Tipologia	DAP Mín.	DAP Máx.	N	Árvores	Palmeiras
RO_487	Floresta Ombrófila Aberta	10	93,6	251	233	18
RO_49	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	23,5	24	24	0
RO_492	Floresta Ombrófila Aberta	10	47,9	53	52	1
RO_493	Savana	10,1	27,1	85	84	1
RO_494	Floresta Ombrófila Aberta	10	49,1	71	71	0
RO_496	Floresta Estacional Semidecidual	11,4	53,7	18	17	1
RO_498	Floresta Estacional Semidecidual	22,1	28,8	2	2	0
RO_499	Savana	10	43,2	16	16	0
RO_5	Floresta Ombrófila Densa	10	76	212	191	21
RO_50	Floresta Ombrófila Aberta	10	132,8	218	212	6
RO_500	Floresta Ombrófila Aberta	10,5	73,1	7	6	1
RO_501	Floresta Ombrófila Aberta	10	60,8	181	181	0
RO_502	Floresta Ombrófila Aberta	10	53,8	59	53	6
RO_506	Savana	24,5	49,4	6	6	0
RO_507	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	23,3	3	3	0
RO_51	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	160,1	230	216	14
RO_518	Floresta Ombrófila Aberta	24,7	29	4	2	2
RO_519	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	36,1	16	15	1
RO_52	Floresta Ombrófila Aberta	10,5	157	68	51	17
RO_520	Floresta Estacional Semidecidual	10	63,8	74	74	0
RO_521	Floresta Estacional Semidecidual	10	68,4	235	234	1
RO_523	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	47,1	364	364	0
RO_524	Floresta Estacional Sempre-Verde	24,8	24,8	1	1	0
RO_525	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	12,7	4	4	0
RO_526	Savana	10	85,9	217	216	1
RO_528	Savana	10	26	49	49	0
RO_53	Floresta Ombrófila Aberta	10	150	235	226	9
RO_530	Savana	10	30,4	240	240	0
RO_538	Floresta Ombrófila Aberta	10	80	208	197	11
RO_54	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	87,6	189	167	22
RO_548	Savana	10,1	85,6	250	250	0
RO_555	Floresta Ombrófila Aberta	10	26,2	306	306	0
RO_556	Floresta Ombrófila Aberta	10	29,1	106	106	0
RO_558	Floresta Ombrófila Aberta	10	70,8	224	211	13
RO_562	Floresta Ombrófila Aberta	10,3	186	15	14	1
RO_563	Floresta Ombrófila Aberta	10	68,2	225	222	3
RO_565	Floresta Estacional Sempre-Verde	10,2	50,4	108	108	0

Conglomerado	Tipologia	DAP Mín.	DAP Máx.	N	Árvores	Palmeiras
RO_57	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	99,8	72	71	1
RO_570	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	35,8	210	210	0
RO_572	Floresta Ombrófila Aberta	10	101,3	252	242	10
RO_578	Savana	10,1	18,3	66	66	0
RO_579	Savana	10	76	305	305	0
RO_58	Floresta Ombrófila Aberta	10	76	135	132	3
RO_580	Floresta Ombrófila Aberta	10	102,4	106	89	17
RO_581	Floresta Ombrófila Aberta	10	78,9	255	255	0
RO_585	Formação Pioneira	10,1	34,6	44	44	0
RO_590	Floresta Ombrófila Aberta	28,7	57	2	2	0
RO_591	Floresta Ombrófila Aberta	10	120,6	77	77	0
RO_595	Floresta Estacional Sempre-Verde	10	17,5	25	25	0
RO_598	Floresta Estacional Sempre-Verde	33,3	33,3	1	1	0
RO_599	Floresta Estacional Sempre-Verde	16,5	23,1	3	3	0
RO_6	Floresta Ombrófila Aberta	10	84,8	210	210	0
RO_60	Floresta Ombrófila Aberta	10	58,8	102	90	12
RO_601	Floresta Ombrófila Aberta	10	64,5	120	120	0
RO_603	Floresta Ombrófila Aberta	10	105,7	248	248	0
RO_607	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	45,5	76	76	0
RO_61	Floresta Ombrófila Aberta	10	78,3	233	203	30
RO_62	Floresta Ombrófila Aberta	10	63,5	343	334	9
RO_63	Floresta Ombrófila Densa	10	78,5	251	246	5
RO_65	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	119,4	234	199	35
RO_67	Floresta Ombrófila Aberta	17,3	38	11	7	4
RO_68	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	117,8	198	194	4
RO_69	Floresta Ombrófila Aberta	10,2	141,4	200	193	7
RO_70	Floresta Ombrófila Aberta	10	171	230	213	17
RO_72	Floresta Ombrófila Aberta	10	120	181	174	7
RO_73	Floresta Ombrófila Aberta	10,5	31,1	11	11	0
RO_74	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	113,4	186	172	14
RO_75	Floresta Ombrófila Aberta	10	141,3	197	191	6
RO_76	Floresta Ombrófila Aberta	10,3	55	34	32	2
RO_77	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	81	80	76	4
RO_78	Floresta Ombrófila Aberta	10	80,1	159	157	2
RO_79	Floresta Ombrófila Aberta	10	158,6	196	189	7
RO_8	Floresta Ombrófila Densa	10	100,3	141	141	0
RO_80	Floresta Ombrófila Aberta	10	72,6	258	247	11
RO_81	Floresta Ombrófila Aberta	10	71,5	247	241	6
RO_82	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	105,2	254	250	4

Conglomerado	Tipologia	DAP Mín.	DAP Máx.	N	Árvores	Palmeiras
RO_85	Floresta Ombrófila Aberta	10	75	139	132	7
RO_86	Floresta Ombrófila Aberta	56,3	56,3	1	1	0
RO_88	Floresta Ombrófila Aberta	10	107	39	39	0
RO_9	Floresta Ombrófila Aberta	10	74	226	201	25
RO_91	Floresta Ombrófila Aberta	10,1	94,5	202	190	12
RO_93	Floresta Ombrófila Aberta	10	13,5	4	4	0
RO_95	Floresta Ombrófila Aberta	10	160	194	184	10
RO_96	Floresta Ombrófila Aberta	10	99	297	280	17
RO_98	Floresta Ombrófila Aberta	10	101	205	198	7
RO_99	Floresta Ombrófila Aberta	10	99,4	278	263	15
Total Geral	-	10	250	32656	31141	1515

Anexo II – Modelos de equações

Tabela 17. Compilação dos modelos utilizados nas equações de volume e biomassa, das publicações consultadas. Onde: Y = biomassa ou volume, respectivamente, em kg e m³; β₀, β₁, β₂, β₃, β₄, β₅ = coeficientes do modelo; DAP = diâmetro à altura de 1,30 m acima do nível do solo, em cm; h = altura total ou comercial, em m; C = circunferência à altura de 1,30 m acima do nível do solo, em cm; C₀ = diâmetro ao nível do solo, em cm; CD = diâmetro de copa, em m; ρ = densidade específica da madeira, em g.cm⁻³; dmf = fração de massa seca; t = conteúdo de carbono, em dg.kg⁻¹.

ID Modelo	Modelo	Variável de entrada	Modelo
1	Berkhant	SIMPLES	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP$
2	Brenac [1]	SIMPLES	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln DAP + \beta_2 * \left(\frac{1}{DAP}\right)$
3	Hohenald-Kreen	SIMPLES	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * DAP^2$
4	Husch [1]	SIMPLES	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln DAP$
5	Koperzky-Gehrhardt	SIMPLES	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2$
6	Schumacher-Hall [1]	DUPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln DAP + \beta_2 * \ln h$
7	Spurr [1]	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 * h$
8	Spurr Logaritmica [1]	DUPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(DAP^2 * h)$
9	Stoate	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + \beta_2 * DAP^2 * h + \beta_3 * h$
10	Meyer [1]	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * DAP^2 + \beta_3 * DAP * h + \beta_4 * DAP^2 * h + \beta_5 * h$
11	Naslund	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + \beta_2 * DAP^2 * h + \beta_3 * DAP * h^2 + \beta_4 * h^2$
12	Brenac [2]	SIMPLES	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln DAP + \beta_2 * DAP$
13	Schumacher-Hall [2]	DUPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln DAP^2 + \beta_2 * \ln h$
14	Schumacher-Hall [3]	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * h$
15	Schumacher-Hall [4]	DUPLA	$Y = \beta_0 * DAP^{\beta_1} * h^{\beta_2}$
16	Husch [2]	SIMPLES	$Y = \beta_0 * DAP^{\beta_1}$
17	Spurr [2]	DUPLA	$Y = \beta_0 * (DAP^2 * h)^{\beta_1}$
18	-	SIMPLES	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln DAP^2$
19	Power-law [1]	SIMPLES	$Y = \beta_0 * (D_0)^{\beta_1}$
20	Power-law [2]	SIMPLES	$Y = \beta_0 * (h)^{\beta_1}$
21	Power-law [3]	SIMPLES	$Y = \beta_0 * (CD)^{\beta_1}$
22	Power-law [4]	DUPLA	$Y = \beta_0 * (DAP^2 * h)^{\beta_1}$
23	Power-law [5]	DUPLA	$Y = \beta_0 * (D_0^2 * h)^{\beta_1}$
24	Power-law [6]	DUPLA	$Y = \beta_0 * (CD^2 * h)^{\beta_1}$
25	Power-law [7]	TRIPLA	$Y = \beta_0 * (DAP^2 * h * \rho)^{\beta_1}$
26	Power-law [8]	TRIPLA	$Y = \beta_0 * (D_0^2 * h * \rho)^{\beta_1}$
27	Power-law [9]	TRIPLA	$Y = \beta_0 * (CD^2 * h * \rho)^{\beta_1}$
28	Meyer [2]	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * DAP^2 + \beta_3 * DAP * h + \beta_4 * DAP^2 * h$
29	Power-law [10]	DUPLA	$Y = \beta_0 * (DAP)^{\beta_1} * (h)^{\beta_2}$
30	Prodan	DUPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln DAP + \beta_2 * \ln DAP^2 + \beta_3 * \ln h + \beta_4 * \ln h^2$

ID Modelo	Modelo	Variável de entrada	Modelo
31	-	SIMPLES	$Y = \beta_0 + \beta_1 * \left(\frac{1}{DAP}\right)$
32	-	SIMPLES	$Y = \beta_0 + \beta_1 * \left(\frac{1}{DAP}\right) + \beta_2 * DAP$
33	-	SIMPLES	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln DAP + \beta_2 * DAP^2$
34	Meyer [3]	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + \beta_2 * DAP^2 * h + \beta_3 * DAP * h + \beta_4 * DAP^2 * h + \beta_5 * h$
35	-	SIMPLES	$Y = \beta_1 * h$
36	-	SIMPLES	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(h + 1)$
37	-	SIMPLES	$Y = \beta_0 + \beta_1 * h$
38	-	SIMPLES	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln h$
39	-	SIMPLES	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * h$
40	-	DUPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 * h$
41	-	DUPLA	$Y^{0,25} = \beta_1 * (dmf * DAP^2 * h)^{0,25}$
42	-	DUPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(DAP) + \beta_2 * \ln(dmf)$
43	-	DUPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(C^2 * h) + \beta_2 * (\ln(C^2 * h))^2$
44	-	DUPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(C^2 * h) + \beta_2 * C$
45	Spurr Logaritmica [2]	DUPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(C^2 * h)$
46	Spurr [3]	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * C^2 * h$
47	-	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * C^3 * h + \beta_2 * C^2 * h + \beta_3 * C^2$
48	-	DUPLA	$Y = \frac{C^2}{\beta_0 + \frac{\beta_1}{h}}$
49	-	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * C * h + \beta_2 * C^3 * h + \beta_3 * C * h^2$
50	-	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * C + \beta_2 * C^2 * h + \beta_3 * C * h + \beta_4 * C^2 * h$
51	Chave et al. (2005)	DUPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln DAP + \beta_2 * \ln \rho$
52	Loetsch et al. (1973) [1]	TRIPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(DAP^2 * h) + \beta_2 * \ln \rho$
53	Schumacher-Hall [5]	TRIPLA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(DAP) + \beta_2 * \ln h + \beta_3 * \ln \rho$
54	Schumacher-Hall [6]	TRIPLA	$Y = \beta_0 * DAP^{\beta_1} * h^{\beta_2} * \rho^{\beta_3}$
55	Schumacher-Hall [7]	QUADRA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(DAP) + \beta_2 * \ln h + \beta_3 * \ln \rho + \beta_4 * \ln t$
56	Loetsch et al. (1973) [2]	QUADRA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(DAP^2 * h) + \beta_2 * \ln \rho + \beta_3 * \ln t$
57	Loetsch et al. (1973) [3]	QUADRA	$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 * \ln(DAP^2 * h) + \beta_2 * \ln(\rho * t)$
58	Honner [2]	DUPLA	$Y = DAP^2 \div (\beta_0 + \beta_1 \div h)$
59	sem nome	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * DAP^2 * h$
60	sem nome	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP + \beta_2 * DAP^2 + \beta_3 * DAP^2 * h$
61	sem nome	DUPLA	$Y = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + \beta_2 * DAP^2 * h$

Anexo III – Lista de Trabalhos

Tabela 18. Lista descritiva dos trabalhos utilizados na rotina.

ID equações	Fonte	Localização	Estado ou País	LAT	LON	Tipologia Vegetal predominante	Tipologia Vegetal secundária	Tipo de Floresta	Clima Köppen - Geiger
1 a 8	CORRÊA et al., 2018	Belterra	PA	-2,65	-54,94	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Am
9 a 34	CYSNEIROS et al., 2017	Flona do Jamari	RO	-9,25	-63,01	Floresta Ombrófila Densa	Floresta Ombrófila Aberta	primária	Af
35 a 46	ALMEIDA et al., 2020	Ipixuna	PA	-2,56	-47,50	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Am
47 a 54	GIMENEZ et al., 2015	Rorainópolis	RR	0,94	-60,43	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Am
55 a 64	SILVA et al., 2015	Manaus	AM	-2,62	-60,17	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Am
65 a 75	LIMA, R. B. DE et al., 2014	Mazagão	AP	-0,12	-51,29	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Am
76 a 81	LIMA, A. J. N. et al., 2012)	São Gabriel da Cachoeira	AM	-0,12	-67,06	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Am
82 a 88	THAINES et al., 2010)	Lábrea	AM	-7,26	-64,79	Floresta Ombrófila Densa	Floresta Ombrófila Aberta	primária	Af
89 a 98	COLPINI et al., 2009	Cotriguaçu	MT	-9,89	-58,61	Floresta Ombrófila Aberta	-	primária	Am
99 a 110	ROLIM et al., 2006	Marabá	PA	-5,35	-49,14	Floresta Ombrófila Aberta	Floresta Ombrófila Densa	primária	Af
111 a 114	BAIMA; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, 2001	Moju	PA	-1,89	-48,77	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Af
115 a 125	GOODMAN; PHILLIPS; DEL CASTILLO TORRES;	Loreto e Madre de Dios	PERU	-12,80	-69,30	Floresta Ombrófila Aberta	-	primária	Am

ID equações	Fonte	Localização	Estado ou País	LAT	LON	Tipologia Vegetal predominante	Tipologia Vegetal secundária	Tipo de Floresta	Clima Köppen - Geiger
	et al., 2013								
126 a 127	ARAÚJO et al., 1999	TOME ACU	PA	-2,50	-48,01	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Am
128 a 145	WOORTMANN et al., 2018	Manaus	AM	-2,62	-60,17	Campinarana	-	primária	Am
146 a 157	HIGUCHI et al., 1998	Manaus	AM	-2,62	-60,17	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Af
158 a 161	BARBOSA et al., 2004	Canta	RR	2,61	-60,60	Campinarana	-	secundária	Af
162 a 173	ROMERO et al., 2020	Porto Acre	AC	-9,40	-67,98	Floresta Ombrófila Densa	Floresta Ombrófila Aberta	primária	Cwb
174 a 192	NELSON et al., 1999	Manaus	AM	-2,50	-60,00	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Am
193 a 207	GOMES, 2009	Fonte Boa	AM	-2,52	-66,03	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	-
208 a 216	TONINI; BORGES, 2015	Caracaráí	RR	1,84	-60,93	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Am
217 a 221	SILVA, R. O. DA et al., 2011	Manaus	AM	-2,62	-60,17	Campinarana	-	primária	Am
222 a 266	SILVA, L. B. D. DA et al., 2020	Nova Ubiratã	MT	-12,79	-54,89	-	-	primária	Cwa
267 a 273	HIGUCHI; CARVALHO JR., 1994	Manaus	AM	-2,62	-60,17	Floresta Ombrófila Densa	-	primária	Am
274 a 277	GAMA et al., 2017	Codo	MA	-4,59	-43,83	Floresta Ombrófila Aberta	-	primaria	Aw
278 a 305	SILVA, R. P. DA, 2007	Manaus	AM	-2,62	-60,17	Floresta Ombrófila Densa	-	Primaria e secundária	Am

ID equações	Fonte	Localização	Estado ou País	LAT	LON	Tipologia Vegetal predominante	Tipologia Vegetal secundária	Tipo de Floresta	Clima Köppen - Geiger
306 a 306	SILVA, E. N. DA; SANTANA, 2014	Paragominas	PA	-2,99	-47,36	Floresta Ombrófila Densa	-	primaria	Aw
307 a 310	BENTES et al., 2003	Manaus	AM	-2,62	-60,17	Floresta Ombrófila Densa	-	primaria	Am
311 a 326	MOURA, 1994	Santarem	PA	-2,75	-55,00	Floresta Ombrófila Aberta	-	primaria	Am

Anexo IV – Lista de equações de Volume

Tabela 19. Lista descritiva das equações de volume utilizadas na rotina.

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
1	Correa et al. 2018 [1]	Belterra	PA	4	0,5779	0,2644	437	50	130	-6,6566	1,9054				
2	Correa et al. 2018 [2]	Belterra	PA	3	0,5659	0,2624	437	50	130	-2,9935	0,081	0,0003			
3	Correa et al. 2018 [3]	Belterra	PA	2	0,5787	0,2648	437	50	130	-0,8257	0,8199	-84,9725			
4	Correa et al. 2018 [4]	Belterra	PA	5	0,5648	0,2627	437	50	130	-0,3011	0,000826				
5	Correa et al. 2018 [5]	Belterra	PA	6	0,8162	0,1691	437	50	130	-8,5066	1,79	0,8225			
6	Correa et al. 2018 [6]	Belterra	PA	8	0,8156	0,1687	437	50	130	-8,4042	0,8682				
7	Correa et al. 2018 [7]	Belterra	PA	9	0,7997	0,1782	437	50	130	-2,025	0,000444	1,21E-09	0,2112		
8	Correa et al. 2018 [8]	Belterra	PA	10	0,8274	0,1654	437	50	130	-12,92	0,3749	-0,00248	0,001363	3,14E-09	0,01237
9	Cysneiros et al. 2017 [1]	Flona do Jamari	RO	1	0,625	0,4109	5231	50	245	-8,096	0,195				
10	Cysneiros et al. 2017 [2]	Flona do Jamari	RO	6	0,713	0,3597	5231	50	245	-8,273	1,804	0,763			
11	Cysneiros et al. 2017 [3]	Flona do Jamari	RO	1	0,524	0,3516	152	57	165	-5,736	0,163				
12	Cysneiros et al. 2017 [4]	Flona do Jamari	RO	8	0,601	0,322	152	57	165	-7,674	0,815				
13	Cysneiros et al. 2017 [5]	Flona do Jamari	RO	1	0,599	0,2772	767	50,3	146,4	-6,094	0,184				
14	Cysneiros et al. 2017 [6]	Flona do Jamari	RO	6	0,684	0,246	767	50,3	146,4	-8,21	1,662	0,922			
15	Cysneiros et al. 2017 [7]	Flona do Jamari	RO	1	0,487	0,291	127	51	134	-3,686	0,122				
16	Cysneiros et al. 2017 [8]	Flona do Jamari	RO	6	0,642	0,2432	127	51	134	-7,658	1,525	0,948			

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
17	Cysneiros et al. 2017 [9]	Flona do Jamari	RO	5	0,559	0,3139	143	51,3	150	1,378	0,001				
18	Cysneiros et al. 2017 [10]	Flona do Jamari	RO	7	0,659	0,2762	143	51,3	150	1,951	0				
19	Cysneiros et al. 2017 [11]	Flona do Jamari	RO	1	0,431	0,233	292	51	105,7	-2,418	0,097				
20	Cysneiros et al. 2017 [12]	Flona do Jamari	RO	7	0,678	0,1754	292	51	105,7	1,043	0				
21	Cysneiros et al. 2017 [13]	Flona do Jamari	RO	1	0,531	0,3148	506	60	210	-6,761	0,2				
22	Cysneiros et al. 2017 [14]	Flona do Jamari	RO	6	0,609	0,2877	506	60	210	-7,955	1,656	0,88			
23	Cysneiros et al. 2017 [15]	Flona do Jamari	RO	3	0,448	0,3764	555	55,7	245	-14,868	0,368	-0,001			
24	Cysneiros et al. 2017 [16]	Flona do Jamari	RO	8	0,496	0,3594	555	55,7	245	-6,758	0,763				
25	Cysneiros et al. 2017 [17]	Flona do Jamari	RO	4	0,639	0,3109	289	50,3	207	-6,355	1,855				
26	Cysneiros et al. 2017 [18]	Flona do Jamari	RO	8	0,717	0,2752	289	50,3	207	-7,798	0,825				
27	Cysneiros et al. 2017 [19]	Flona do Jamari	RO	4	0,582	0,3189	184	53	143,2	-5,857	1,712				
28	Cysneiros et al. 2017 [20]	Flona do Jamari	RO	6	0,658	0,2884	184	53	143,2	-7,295	1,599	0,726			
29	Cysneiros et al. 2017 [21]	Flona do Jamari	RO	1	0,63	0,3524	323	52	216	-8,49	0,208				
30	Cysneiros et al. 2017 [22]	Flona do Jamari	RO	6	0,698	0,3182	323	52	216	-8,092	1,644	0,975			
31	Cysneiros et al. 2017 [23]	Flona do Jamari	RO	4	0,268	0,2893	740	50	178	-3,48	1,151				
32	Cysneiros et al. 2017 [24]	Flona do Jamari	RO	6	0,448	0,2512	740	50	178	-5,303	1,093	0,742			
33	Cysneiros et al. 2017 [25]	Flona do Jamari	RO	5	0,577	0,2577	244	50	119	0,723	0,001				
34	Cysneiros et al. 2017 [26]	Flona do Jamari	RO	7	0,691	0,2202	244	50	119	0,932	0				

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
35	Almeida et al. 2020 [1]	Ipixuna	PA	1	0,81	0,2153	250	50	120	-8,14	0,19				
36	Almeida et al. 2020 [2]	Ipixuna	PA	5	0,84	0,2008	250	50	120	-0,38	0,001				
37	Almeida et al. 2020 [3]	Ipixuna	PA	3	0,84	0,1981	250	50	120	5,29	-0,13	0,001			
38	Almeida et al. 2020 [4]	Ipixuna	PA	4	0,82	0,2032	250	50	120	-3,04	2,03				
39	Almeida et al. 2020 [5]	Ipixuna	PA	2	0,82	0,2004	250	50	120	-4,34	2,59	19,19			
40	Almeida et al. 2020 [6]	Ipixuna	PA	12	0,82	0,1991	250	50	120	-2,02	1,33	0,003			
41	Almeida et al. 2020 [7]	Ipixuna	PA	14	0,92	0,1384	250	50	120	-12,63	0,18	0,3			
42	Almeida et al. 2020 [8]	Ipixuna	PA	9	0,96	0,1046	250	50	120	0,53	0,0004	0,000038	0,04		
43	Almeida et al. 2020 [9]	Ipixuna	PA	7	0,95	0,1132	250	50	120	0,71	0,0001				
44	Almeida et al. 2020 [10]	Ipixuna	PA	8	0,96	0,1132	250	50	120	-3,73	0,9				
45	Almeida et al. 2020 [11]	Ipixuna	PA	6	0,96	0,1046	250	50	120	-3,76	1,92	0,75			
46	Almeida et al. 2020 [12]	Ipixuna	PA	13	0,96	0,1046	250	50	120	-3,76	0,96	0,75			
47	Gimenez et al. 2015 [1]	Rorainopolis	RR	16	0,89	0,0581	54	30,5	128	0,000503	2,157162				
48	Gimenez et al. 2015 [2]	Rorainopolis	RR	4	0,89	0,0586	54	30,5	128	-7,36935	2,103361				
49	Gimenez et al. 2015 [3]	Rorainopolis	RR	5	0,88	0,0587	54	30,5	128	0,626882	0,000787				
50	Gimenez et al. 2015 [4]	Rorainopolis	RR	3	0,88	0,0585	54	30,5	128	-2,59399	0,075481	0,000386			
51	Gimenez et al. 2015 [5]	Rorainopolis	RR	15	0,93	0,0458	54	30,5	128	0,000263	1,782244	0,765729			
52	Gimenez et al. 2015 [6]	Rorainopolis	RR	6	0,96	0,0504	54	30,5	128	-9,73298	1,872035	1,13461			

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
53	Gimenez et al. 2015 [7]	Rorainopolis	RR	7	0,91	0,053	54	30,5	128	0,68584	0,000044				
54	Gimenez et al. 2015 [8]	Rorainopolis	RR	17	0,91	0,053	54	30,5	128	0,000214	0,878139				
65	Lima et al. 2014 [1]	Mazagao	AP	5	0,7911	0,190817	20	50	100	0,09075	0,00078				
66	Lima et al. 2014 [2]	Mazagao	AP	3	0,7797	0,195934	20	50	100	-1,54885	0,04394	0,0005			
67	Lima et al. 2014 [3]	Mazagao	AP	4	0,7583	0,272701	20	50	100	-7,16583	2,00427				
68	Lima et al. 2014 [4]	Mazagao	AP	2	0,7479	0,271618	20	50	100	-0,11938	0,67475	-96,5333			
69	Lima et al. 2014 [5]	Mazagao	AP	7	0,8836	0,142407	20	50	100	0,0176	0,00006				
70	Lima et al. 2014 [6]	Mazagao	AP	9	0,9385	0,103501	20	50	100	-0,31064	0,00033	0,0004	0,00594		
71	Lima et al. 2014 [7]	Mazagao	AP	11	0,938	0,103915	20	50	100	-0,36989	-0,00002	0,0001	-0,0003	0,01262	
72	Lima et al. 2014 [8]	Mazagao	AP	10	0,9481	0,095061	20	50	100	43,0644	-1,14003	0,00758	0,09273	-0,00055	-3,52955
73	Lima et al. 2014 [9]	Mazagao	AP	28	0,9347	0,106709	20	50	100	0,37495	-0,02227	0,0005	0,00015	0,00004	
74	Lima et al. 2014 [10]	Mazagao	AP	8	0,8675	0,201883	20	50	100	-9,486	0,98187				
75	Lima et al. 2014 [11]	Mazagao	AP	6	0,9162	0,156627	20	50	100	-9,67223	2,19161	0,6754			
82	Thaines et al. 2010 [1]	Labrea	AM	5	0,85	0,19745	141	51,9	141,7	-0,687	0,00103				
83	Thaines et al. 2010 [2]	Labrea	AM	3	0,85	0,197964	141	51,9	141,7	-1,779	0,0253	0,00089			
84	Thaines et al. 2010 [3]	Labrea	AM	11	0,92	0,1425	141	51,9	141,7	-1,08198	0,0062	0,00002	0,00002	0,00246	
85	Thaines et al. 2010 [4]	Labrea	AM	2	0,82	0,179338	141	51,9	141,7	-1,5906	1,0571	-101,486			
86	Thaines et al. 2010 [5]	Labrea	AM	4	0,82	0,180745	141	51,9	141,7	-8,3315	2,3004				

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
87	Thaines et al. 2010 [6]	Labrea	AM	8	0,91	0,126689	141	51,9	141,7	-9,29516	0,96085				
88	Thaines et al. 2010 [7]	Labrea	AM	6	0,92	0,116689	141	51,9	141,7	-9,5452	2,12837	0,72209			
89	Colpini et al. 2009 [1]	Cotriguacu	MT	5	0,928	0,291667	91	15	135	-0,4306	0,0011				
90	Colpini et al. 2009 [2]	Cotriguacu	MT	3	0,927	0,293403	91	15	135	-0,1076	-0,0098	0,0012			
91	Colpini et al. 2009 [3]	Cotriguacu	MT	4	0,924	0,298611	91	15	135	-7,9906	2,2416				
92	Colpini et al. 2009 [4]	Cotriguacu	MT	2	0,922	0,303819	91	15	135	-8,207	2,2853	1,8864			
93	Colpini et al. 2009 [5]	Cotriguacu	MT	7	0,959	0,21875	91	15	135	0,4413	0,0001				
94	Colpini et al. 2009 [6]	Cotriguacu	MT	9	0,969	0,190972	91	15	135	-1,2407	0,0005	2,88E-05	0,0887		
95	Colpini et al. 2009 [7]	Cotriguacu	MT	10	0,97	0,1875	91	15	135	2,1163	-0,1089	0,0012	0,0061	-0,0001	-0,1183
96	Colpini et al. 2009 [8]	Cotriguacu	MT	6	0,966	0,201389	91	15	135	-9,1892	1,9693	0,837			
97	Colpini et al. 2009 [9]	Cotriguacu	MT	8	0,961	0,215278	91	15	135	-9,3381	0,9609				
98	Colpini et al. 2009 [10]	Cotriguacu	MT	30	0,957	0,199653	91	15	135	-9,183	0,6096	0,6817	0,2861	0,268	
99	Rolim et al. 2006 [1]	Maraba	PA	5	0,8236	0,5573	55	14	107	0,3321	10,2838				
100	Rolim et al. 2006 [2]	Maraba	PA	3	0,8203	0,5624	55	14	107	-0,181	-0,6205	10,7889			
101	Rolim et al. 2006 [3]	Maraba	PA	4	0,9105	0,1845	55	14	107	2,3503	2,4359				
102	Rolim et al. 2006 [4]	Maraba	PA	2	0,9097	0,1854	55	14	107	2,3886	2,1892	-0,0944			
103	Rolim et al. 2006 [5]	Maraba	PA	7	0,9857	0,1588	55	14	107	0,0887	0,5959				
104	Rolim et al. 2006 [6]	Maraba	PA	9	0,9966	0,0776	55	14	107	0,1454	1,9021	0,5252	-0,0232		

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
105	Rolim et al. 2006 [7]	Maraba	PA	11	0,9975	0,0666	55	14	107	0,0389	1,0602	0,6235	-0,0035	0,0001	
106	Rolim et al. 2006 [8]	Maraba	PA	10	0,9972	0,0705	55	14	107	-0,5212	2,41	0,0852	-0,2576	0,7164	0,0505
107	Rolim et al. 2006 [9]	Maraba	PA	28	0,9969	0,0735	55	14	107	-0,0075	0,6423	1,3834	-0,0912	0,5972	
108	Rolim et al. 2006 [10]	Maraba	PA	8	0,986	0,0731	55	14	107	-0,4012	0,9468				
109	Rolim et al. 2006 [11]	Maraba	PA	6	0,9942	0,0468	55	14	107	0,2831	2,0836	0,732			
110	Rolim et al. 2006 [12]	Maraba	PA	30	0,9942	0,0464	55	14	107	0,135	2,161	0,0402	0,9167	0,0443	
111	Baima et al [1]	Moju	PA	4	0,9391		103	20	120	-7,49337	2,086952				
112	Baima et al [2]	Moju	PA	8	0,9679		103	20	120	-8,70359	0,891852				
113	Baima et al [3]	Moju	PA	4	0,9398		103	20	120	-7,52817	2,083964				
114	Baima et al [4]	Moju	PA	8	0,9669		103	20	120	-8,7275	0,889832				
162	Romero et al 2020 [1]	Porto Acre	AC	4	0,67		223	50,4	149,9	-6,5125	1,88558				
163	Romero et al 2020 [2]	Porto Acre	AC	8	0,83		223	50,4	149,9	-8,235	0,8734				
164	Romero et al 2020 [3]	Porto Acre	AC	6	0,83		223	50,4	149,9	-8,2325	1,74399	0,87702			
193	Gomes 2009 [1]	Fonte Boa	AM	1	0,77	0,11432	206	10	180	-2,55273	0,111708				
194	Gomes 2009 [2]	Fonte Boa	AM	5	0,84	0,0982	206	10	180	-0,00379	0,000885				
195	Gomes 2009 [3]	Fonte Boa	AM	16	0,85	0,0972	206	10	180	0,001382	1,903898				
196	Gomes 2009 [4]	Fonte Boa	AM	16	0,85	0,0972	206	10	180	0,001382	0,951948				
197	Gomes 2009 [5]	Fonte Boa	AM	4	0,95	0,115	206	10	180	-8,1084	2,260256				

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
198	Gomes 2009 [6]	Fonte Boa	AM	18	0,95	0,115	206	10	180	-8,1084	1,130128				
199	Gomes 2009 [7]	Fonte Boa	AM	14	0,78	0,1096	206	10	180	-3,45123	0,10233	0,100417			
200	Gomes 2009 [8]	Fonte Boa	AM	14	0,77	0,1142	206	10	180	-2,79342	0,109228	0,015354			
201	Gomes 2009 [9]	Fonte Boa	AM	29	0,94	0,0518	206	10	180	0,000135	1,656946	1,220941			
202	Gomes 2009 [10]	Fonte Boa	AM	29	0,93	0,0596	206	10	180	0,000013	1,847124	1,462713			
203	Gomes 2009 [11]	Fonte Boa	AM	6	0,98	0,0686	206	10	180	-9,1529	1,948463	0,861403			
204	Gomes 2009 [12]	Fonte Boa	AM	6	0,96	0,0866	206	10	180	-9,3162	2,017438	0,676221			
205	Gomes 2009 [13]	Fonte Boa	AM	16	0,94	0,0861	7	17	88	-0,00565	2,964004				
206	Gomes 2009 [14]	Fonte Boa	AM	16	0,96	0,1154	12	13	68	-0,00053	3,465764				
207	Gomes 2009 [15]	Fonte Boa	AM	16	0,72	0,3546	9	15	98	0,001725	1,574355				
208	Tonini e Borges 2015 [1]	Caracarai	RR	1	0,83	0,1978	122	50	150	-6,86168	0,168331				
209	Tonini e Borges 2015 [2]	Caracarai	RR	3	0,84	0,1904	122	50	150	-0,09712	0,013697	0,000838			
210	Tonini e Borges 2015 [3]	Caracarai	RR	2	0,79	0,1913	122	50	150	-5,61712	1,7397	-13,5806			
211	Tonini e Borges 2015 [4]	Caracarai	RR	4	0,89	0,1903	122	50	150	-6,50378	1,902534				
212	Tonini e Borges 2015 [5]	Caracarai	RR	5	0,84	0,189	122	50	150	0,51168	0,000911				
213	Tonini e	Caracarai	RR	3	0,96	0,189	122	50	150	0	0,011546	0,00085			

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
	Borges 2015 [6]														
214	Tonini e Borges 2015 [7]	Caracarai	RR	8	0,98	0,1062	122	50	150	-8,92345	0,937295				
215	Tonini e Borges 2015 [8]	Caracarai	RR	6	0,96	0,101	122	50	150	-8,89142	1,937052	0,824841			
216	Tonini e Borges 2015 [9]	Caracarai	RR	11	0,95	0,1005	122	50	150	-1,35351	0,000401	3,52E-05	6,61E-07	0,107965	
222	Silva et al 2020 [1]	Nova Ubirata	MT	6	0,98	0,043675	22	45	85	0,97795	1,9667	0,9249			
223	Silva et al 2020 [2]	Nova Ubirata	MT	58	0,65	0,042563	22	45	85	141,6	1555,7				
224	Silva et al 2020 [3]	Nova Ubirata	MT	8	0,98	0,042322	22	45	85	-9,508	0,9739				
225	Silva et al 2020 [4]	Nova Ubirata	MT	2	0,96	0,061622	22	45	85	0,157	0,6629	-101,12			
226	Silva et al 2020 [5]	Nova Ubirata	MT	3	0,96	0,057655	22	45	85	-3,1001	0,0839	0,0004			
227	Silva et al 2020 [6]	Nova Ubirata	MT	6	0,99	0,033857	24	45	95	-9,5388	2,0976	0,7611			
228	Silva et al 2020 [7]	Nova Ubirata	MT	58	0,73	0,041179	24	45	95	183,3	15020,6				
229	Silva et al 2020 [8]	Nova Ubirata	MT	8	0,99	0,045989	24	45	95	-9,963	1,0155				
230	Silva et al 2020 [9]	Nova Ubirata	MT	2	0,97	0,051029	24	45	95	-3,952	1,45	-50,688			
231	Silva et al 2020 [10]	Nova Ubirata	MT	3	0,98	0,047167	24	45	95	0,6039	-0,0303	0,0012			
232	Silva et al 2020 [11]	Nova Ubirata	MT	6	0,99	0,029417	25	45	85	-9,4563	2,0144	0,8608			
233	Silva et al 2020 [12]	Nova Ubirata	MT	58	0,87	0,029939	25	45	85	149,11	155331,8				
234	Silva et al	Nova Ubirata	MT	8	0,99	0,030194	25	45	85	-9,5741	0,9812				

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
	2020 [13]														
235	Silva et al 2020 [14]	Nova Ubirata	MT	2	0,95	0,074104	25	45	85	-17,047	3,995	110,599			
236	Silva et al 2020 [15]	Nova Ubirata	MT	3	0,93	0,074094	25	45	85	5,6449	-0,194	0,0025			
237	Silva et al 2020 [16]	Nova Ubirata	MT	6	1	0,039014	25	45	90	-9,6291	2,1247	0,7466			
238	Silva et al 2020 [17]	Nova Ubirata	MT	58	0,75	0,044546	25	45	90	108,9	16466				
239	Silva et al 2020 [18]	Nova Ubirata	MT	8	0,99	0,044865	25	45	90	-9,9501	1,0126				
240	Silva et al 2020 [19]	Nova Ubirata	MT	2	0,98	14,56808	25	45	90	-10,847	2,799	30,173			
241	Silva et al 2020 [20]	Nova Ubirata	MT	3	0,9801	0,056654	25	45	90	2,343507	-0,0911	0,001715			
242	Silva et al 2020 [21]	Nova Ubirata	MT	6	0,99	0,038849	25	45	85	-9,8842	2,0372	0,9773			
243	Silva et al 2020 [22]	Nova Ubirata	MT	58	0,73	0,038763	25	45	85	4,469	17851,77				
244	Silva et al 2020 [23]	Nova Ubirata	MT	8	0,99	0,040308	25	45	85	-9,9811	1,017				
245	Silva et al 2020 [24]	Nova Ubirata	MT	2	1	0,665162	25	45	85	-0,1886	0,6862	-87,5418			
246	Silva et al 2020 [25]	Nova Ubirata	MT	3	0,97	1113,102	25	45	85	-3724	114,3	0,0246			
247	Silva et al 2020 [26]	Nova Ubirata	MT	6	0,99	0,029367	24	45	85	-10,1123	2,0914	0,9795			
248	Silva et al 2020 [27]	Nova Ubirata	MT	58	0,81	0,03104	24	45	85	-79,86	19124,32				
249	Silva et al 2020 [28]	Nova Ubirata	MT	8	0,99	0,029799	24	45	85	-10,1818	1,0354				
250	Silva et al 2020 [29]	Nova Ubirata	MT	2	0,95	0,068635	24	45	85	-8,381	2,332	-1,246			
251	Silva et al 2020 [30]	Nova Ubirata	MT	3	0,96	0,061038	24	45	85	-0,8884	0,0072	0,001			

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
252	Silva et al 2020 [31]	Nova Ubirata	MT	6	0,98	0,040766	24	45	80	-9,5914	2,0286	0,8814			
253	Silva et al 2020 [32]	Nova Ubirata	MT	58	0,75	0,04199	24	45	80	85,65	16691,35				
254	Silva et al 2020 [33]	Nova Ubirata	MT	8	0,98	0,043766	24	45	80	-9,6992	0,9911				
255	Silva et al 2020 [34]	Nova Ubirata	MT	2	0,94	3,04144	24	45	80	-1,435	0,9577	-82,1594			
256	Silva et al 2020 [35]	Nova Ubirata	MT	3	0,97	0,062035	24	45	80	-1,5179	0,0351	0,0007			
257	Silva et al 2020 [36]	Nova Ubirata	MT	6	0,99	0,037563	20	55	90	-9,7089	2,0094	0,9618			
258	Silva et al 2020 [37]	Nova Ubirata	MT	58	0,69	0,035249	20	55	90	16,44	17330,68				
259	Silva et al 2020 [38]	Nova Ubirata	MT	8	0,99	0,037432	20	55	90	-9,7949	1,0018				
260	Silva et al 2020 [39]	Nova Ubirata	MT	2	0,96	30,17087	20	55	90	5,3131	-0,3306	-168,205			
261	Silva et al 2020 [40]	Nova Ubirata	MT	3	0,96	0,066803	20	55	90	-5,6904	0,1599	-0,0002			
262	Silva et al 2020 [41]	Nova Ubirata	MT	6	0,99	0,037028	189	45	95	-9,685	2,0519	0,8833			
263	Silva et al 2020 [42]	Nova Ubirata	MT	58	0,78	0,036613	189	45	95	70,74	16781,32				
264	Silva et al 2020 [43]	Nova Ubirata	MT	8	0,99	0,038443	189	45	95	-9,8605	1,0062				
265	Silva et al 2020 [44]	Nova Ubirata	MT	2	0,99	0,072746	189	45	95	-23868	11542	-71356			
266	Silva et al 2020 [45]	Nova Ubirata	MT	3	0,96	0,065243	189	45	95	-1,6378	0,0367	0,0007			
274	Gama et al 2017 [1]	Codo	MA	6	0,9869		275	5	90	-9,83882	2,1688	0,80601			
275	Gama et al 2017 [2]	Codo	MA	15	0,931		275	5	90	0,00031	1,8921	0,55474			
276	Gama et al 2017 [3]	Codo	MA	6	0,9773		61	5	90	-10,4338	2,2923	0,722			

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
277	Gama et al 2017 [4]	Codo	MA	15	0,9436		61	5	90	0,00008	1,66268	1,22675			
306	Silva e Santana 2014 [1]	Paragominas	PA	6	0,9411	0,1102	234	49	127	-9,50842	2,01394	0,878799			
311	Moura 1994 [1]	Santarem	PA	62	0,862	0,19672	48	41,38	101,86	-2,22103	0,080013	-0,00454			
312	Moura 1994 [2]	Santarem	PA	13	0,92	0,12733	48	41,38	101,86	-5,679	0,227827	-0,00188	-0,02203	0,000241	0,586443
313	Moura 1994 [3]	Santarem	PA	62	0,807	0,22323	135	44,56	93,9	-1,22398	0,045538	-0,00189			
314	Moura 1994 [4]	Santarem	PA	15	0,951	0,11281	135	44,56	93,9	0,000142	1,959619	0,747659			
315	Moura 1994 [5]	Santarem	PA	62	0,929	0,14501	47	44,56	120,96	-1,62935	0,063458	-0,00343			
316	Moura 1994 [6]	Santarem	PA	15	0,951	0,12043	47	44,56	120,96	0,00022	2,002454	0,550297			
317	Moura 1994 [7]	Santarem	PA	62	0,969	0,0978	26	48,38	136,87	-0,62641	0,04642	-0,00272			
318	Moura 1994 [8]	Santarem	PA	30	0,972	0,09326	26	48,38	136,87	-9,83284	2,58137	-0,06713	0,978357	-0,10266	
319	Moura 1994 [9]	Santarem	PA	62	0,861	0,15145	57	46,79	108,23	-2,08468	0,078707	-0,00444			
320	Moura 1994 [10]	Santarem	PA	10	0,743	0,19658	57	46,79	108,23	11,6731	-0,3903	0,003487	0,027142	-0,00018	-0,81354
321	Moura 1994 [11]	Santarem	PA	62	0,789	0,19539	51	48,06	108,23	-1,88557	0,070027	0,00416			
322	Moura 1994 [12]	Santarem	PA	28	0,958	0,0904	51	48,06	108,23	-8,37632	0,206202	-0,00099	7,17E-06		
323	Moura 1994 [13]	Santarem	PA	62	0,771	0,15419	32	42,97	76,39	-2,474	0,093915	-0,00508			
324	Moura 1994 [14]	Santarem	PA	15	0,948	0,07347	32	42,97	76,39	8,07E-05	2,111885	0,731485			
325	Moura 1994 [13]	Santarem	PA	62	0,827	0,26487	710	41,38	146,42	-1,33197	0,053892	-0,00301			
326	Moura 1994	Santarem	PA	15	0,964	0,12091	710	41,38	146,42	0,000117	1,975428	0,796348			

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
	[14]														

Anexo V – Lista de equações de Palmeiras

Tabela 20. Lista descritiva das equações de palmeiras utilizadas na rotina.

ID equação	Equação	Localização	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
55	Da Silva et al. 2015 [1]	MANAUS	0,901		20	3,9	12,7	0,007673365	3,59				
56	Da Silva et al. 2015 [2]	MANAUS	0,476		20	3,9	12,7	0,000319102	4,26				
57	Da Silva et al. 2015 [3]	MANAUS	0,823		20	3,9	12,7	0,088036833	2,51				
58	Da Silva et al. 2015 [4]	MANAUS	0,479		20	3,9	12,7	0,004607822	5,81				
59	Da Silva et al. 2015 [5]	MANAUS	0,956		20	3,9	12,7	0,015298508	1,1				
60	Da Silva et al. 2015 [6]	MANAUS	0,81		20	3,9	12,7	0,001320163	1,31				
61	Da Silva et al. 2015 [7]	MANAUS	0,79		20	3,9	12,7	0,011562363	1,48				
62	Da Silva et al. 2015 [8]	MANAUS	0,983		20	3,9	12,7	0,16696017	0,883				
63	Da Silva et al. 2015 [9]	MANAUS	0,94		20	3,9	12,7	0,028438825	1,06				
64	Da Silva et al. 2015 [10]	MANAUS	0,89		20	3,9	12,7	0,236927759	1,13				
115	Goodman et al [1]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,957	26,10%	18	15,0	29,0		21,302				
116	Goodman et al [2]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,858	0,37%	21	17,0	50,0	3,2579	1,1249				
117	Goodman et al [3]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,973	8,37%	8	12,0	19,0	-108,81	13,589				
118	Goodman et al [4]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,967	0,31%	21	6,0	33,0	-3483	0,94371				

ID equação	Equação	Localização	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
119	Goodman et al [5]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,897	0,27%	16	19,0	36,0	2,4647	1,3777				
120	Goodman et al [6]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,972	8,21%	18	8,0	15,0		2,8662				
121	Goodman et al [7]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,784	0,24%	10	21,0	41,0	4,5496	0,1387				
122	Goodman et al [8]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,976	0,23%	20	4,0	24,0	-7,7965	1,0029				
123	Goodman et al [9]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,99	0,37%	106	4,0	50,0		0,55512				
124	Goodman et al [10]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,802	0,59%	97	6,0	40,0	-3,3488	2,7483				
125	Goodman et al [11]	LORETO E MADRE DE DIOS	0,815	0,57%	97	6,0	40,0	-2,0752	2,6401	0,8426			

Anexo VI – Lista de equações de Biomassa

Tabela 21. Lista descritiva das equações de biomassa utilizadas na rotina.

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
76	Lima et al. 2012 [1]	Sao Gabriel Da Cachoeira	AM	4	0,944	0,084	101	5	60,7	-2,025	2,459				
77	Lima et al. 2012 [2]	Sao Gabriel Da Cachoeira	AM	6	0,959	0,0658	101	5	60,7	-3,372	1,83	1,097			
78	Lima et al. 2012 [3]	Sao Gabriel Da Cachoeira	AM	8	0,959	0,0659	101	5	60,7	5,604	0,957				
79	Lima et al. 2012 [4]	Sao Gabriel Da Cachoeira	AM	16	0,934	0,0563	101	5	60,7	0,488	2,083				
80	Lima et al. 2012 [5]	Sao Gabriel Da Cachoeira	AM	29	0,933	0,0563	101	5	60,7	0,488	2,083				
81	Lima et al. 2012 [6]	Sao Gabriel Da Cachoeira	AM	22	0,92	0,0615	101	5	60,7	316,7	0,861				
126	Araujo et al 1999 [1]	Tome Acu	PA	16	0,874	0,05	127	10	138	4,06	1,76				
127	Araujo et al 1999 [2]	Tome Acu	PA	15	0,92	0,006	127	10	138	0,026	1,529	1,747			
128	Woortmann et al 2018 [1]	Manaus	AM	4	0,98	0,0419	100	5	60	-1,373	2,546				
129	Woortmann et al 2018 [2]	Manaus	AM	6	0,98	0,0425	100	5	60	-1,938	2,344	0,388			
130	Woortmann et al 2018 [3]	Manaus	AM	16	0,82	0,0328	53	5	10	0,183	2,722				
131	Woortmann et al 2018 [4]	Manaus	AM	29	0,86	0,0292	53	5	10	0,089	2,285	0,635			
132	Woortmann et al 2018 [5]	Manaus	AM	4	0,96	0,0443	47	10	60	-1,374	2,546				
133	Woortmann et al 2018 [6]	Manaus	AM	6	0,96	0,0437	47	10	60	-2,001	2,368	0,385			
134	Woortmann et al 2018 [7]	Manaus	AM	4	0,98	0,0427	100	5	60	-1,553	2,567				
135	Woortmann et al 2018 [8]	Manaus	AM	6	0,98	0,0425	100	5	60	-2,246	2,319	0,476			

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
136	Woortmann et al 2018 [9]	Manaus	AM	16	0,81	0,035	53	5	10	0,127	2,84				
137	Woortmann et al 2018 [10]	Manaus	AM	29	0,87	0,0295	53	5	10	0,051	2,303	0,786			
138	Woortmann et al 2018 [11]	Manaus	AM	4	0,96	0,0453	47	10	60	-1,523	2,557				
139	Woortmann et al 2018 [12]	Manaus	AM	6	0,96	0,0442	47	10	60	-2,25	2,35	0,446			
140	Woortmann et al 2018 [13]	Manaus	AM	4	0,94	0,0649	100	5	60	-3,268	2,428				
141	Woortmann et al 2018 [14]	Manaus	AM	6	0,94	0,063	100	5	60	-2,988	2,528	0,192			
142	Woortmann et al 2018 [15]	Manaus	AM	4	0,41	0,0657	53	5	10	-2,061	1,788				
143	Woortmann et al 2018 [16]	Manaus	AM	6	0,41	0,0656	53	5	10	-1,75	1,967	-0,267			
144	Woortmann et al 2018 [17]	Manaus	AM	4	0,89	0,0605	47	10	60	-3,471	2,499				
145	Woortmann et al 2018 [18]	Manaus	AM	6	0,89	0,0617	47	10	60	-3,587	2,466	0,071			
146	Higuchi et al 1998 [1]	Manaus	AM	4	0,97	0,02209	315	5	120	-1,497	2,548				
147	Higuchi et al 1998 [2]	Manaus	AM	4	0,92	0,00415	244	5	20	-1,754	2,665				
148	Higuchi et al 1998 [3]	Manaus	AM	4	0,9	0,00653	71	20	120	-0,151	2,17				
149	Higuchi et al 1998 [4]	Manaus	AM	6	0,98	0,01037	315	5	120	-2,694	2,038	0,902			
150	Higuchi et al 1998 [5]	Manaus	AM	6	0,95	0,00337	244	5	20	-2,668	2,081	0,852			
151	Higuchi et al 1998 [6]	Manaus	AM	6	0,91	0,0048	71	20	120	-2,088	1,837	0,939			
152	Higuchi et al 1998 [7]	Manaus	AM	7	0,9	0,00914	315	5	120	0,077	0,492				
153	Higuchi et al 1998 [8]	Manaus	AM	7	0,94	0,00328	244	5	20	0,0056	0,621				

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
154	Higuchi et al 1998 [9]	Manaus	AM	7	0,86	0,00484	71	20	120	0,393	0,473				
155	Higuchi et al 1998 [10]	Manaus	AM	15	0,94	0,00689	315	5	120	0,001	1,579	2,621			
156	Higuchi et al 1998 [11]	Manaus	AM	15	0,94	0,00299	244	5	20	0,0336	2,171	1,038			
157	Higuchi et al 1998 [12]	Manaus	AM	15	0,92	0,00372	71	20	120	0,0009	1,585	2,651			
158	Barbosa et al 2004 [1]	Canta	RR	43	0,928	0,088696	98	1,59	22,6	-3,9041	0,4658	0,0458			
159	Barbosa et al 2004 [2]	Canta	RR	44	0,927	0,088115	98	1,59	22,6	-5,017	0,8707	0,0309			
160	Barbosa et al 2004 [3]	Canta	RR	45	0,925	0,089565	98	1,59	22,6	-5,492	1,0141				
161	Barbosa et al 2004 [4]	Canta	RR	46	0,888	0,096231	98	1,59	22,6	-0,3789	0,0054				
165	Romero et al 2020 [4]	Porto Acre	AC	51	0,78		223	50,4	149,9	-6,51456	1,93113	1,317114			
166	Romero et al 2020 [5]	Porto Acre	AC	52	0,86		223	50,4	149,9	-8,26306	0,87461	0,9769			
167	Romero et al 2020 [6]	Porto Acre	AC	53	0,86		223	50,4	149,9	-8,26077	1,73728	0,89154	0,96957		
168	Romero et al 2020 [7]	Porto Acre	AC	6	0,62		223	50,4	149,9	-9,16151	1,52337	1,35403			
174	Nelson et al 1999 [1]	Manaus	AM	16	0,965	0,145	27	1,2	26,8	0,1591	2,37				
175	Nelson et al 1999 [2]	Manaus	AM	4	0,993	0,143	27	1,2	26,8	-1,8158	2,37				
176	Nelson et al 1999 [3]	Manaus	AM	6	0,995	0,109	27	1,2	26,8	-2,4387	2,0757	0,536			
177	Nelson et al 1999 [4]	Manaus	AM	38	0,912	0,449	27	1,2	26,8	-5,8514	3,898				
178	Nelson et al 1999 [5]	Manaus	AM	4	0,991	0,109	17	1,5	12,2	-1,7972	2,4206				
179	Nelson et al 1999 [6]	Manaus	AM	6	0,996	0,077	17	1,5	12,2	-2,499	2,1283	0,5508			

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
180	Nelson et al 1999 [7]	Manaus	AM	4	0,993	0,133	22	1,6	24,8	-2,2244	2,5105				
181	Nelson et al 1999 [8]	Manaus	AM	6	0,996	0,099	22	1,6	24,8	-2,6385	2,1976	0,4565			
182	Nelson et al 1999 [9]	Manaus	AM	4	0,993	0,122	20	1,6	21,8	-2,3706	2,5392				
183	Nelson et al 1999 [10]	Manaus	AM	6	0,994	0,12	20	1,6	21,8	-2,424	2,4855	0,0738			
184	Nelson et al 1999 [11]	Manaus	AM	6	0,992	0,116	20	1,6	21,8	-2,7062	2,18914	0,4759			
185	Nelson et al 1999 [12]	Manaus	AM	4	0,992	0,147	23	1,5	28,6	-1,7829	2,3651				
186	Nelson et al 1999 [13]	Manaus	AM	6	0,992	0,146	23	1,5	28,6	-2,0118	2,2557	0,1877			
187	Nelson et al 1999 [14]	Manaus	AM	6	0,992	0,149	23	1,5	28,6	-2,3362	2,0976	0,456			
188	Nelson et al 1999 [15]	Manaus	AM	4	0,991	0,125	23	2,3	25,3	-2,7009	2,5996				
189	Nelson et al 1999 [16]	Manaus	AM	6	0,994	0,116	23	2,3	25,3	-3,463	2,2885	0,5906			
190	Nelson et al 1999 [17]	Manaus	AM	4	0,98	0,146	27	5	38,2	-2,5118	2,4257				
191	Nelson et al 1999 [18]	Manaus	AM	4	0,984	0,198	132	1,2	28,6	-1,9968	2,4128				
192	Nelson et al 1999 [19]	Manaus	AM	6	0,986	0,177	132	1,2	28,6	-2,5202	2,14	0,4644			
217	Silva et al 2011 [1]	Manaus	AM	4	0,95	0,042	-	5	20	-1,5241	2,55164				
218	Silva et al 2011 [2]	Manaus	AM	6	0,95	0,0419	-	5	20	-2,1007	2,28836	0,442811			
219	Silva et al 2011 [3]	Manaus	AM	7	0,89	0,0441	-	5	20	5,957431	0,0501				
220	Silva et al 2011 [4]	Manaus	AM	29	0,9	0,0416	-	5	20	0,186085	2,30466	0,290501			
221	Silva et al 2011 [5]	Manaus	AM	11	0,9	0,0419	-	5	20	0,245065	2,51678				
267	Higuchi e Carvalho 1994 [1]	Manaus	AM	19	0,874	0,078967	335	5	120	4,06	1,76				
268	Higuchi e Carvalho	Manaus	AM	3	0,875	0,078415	335	5	120	400,32	39,99	0,97			

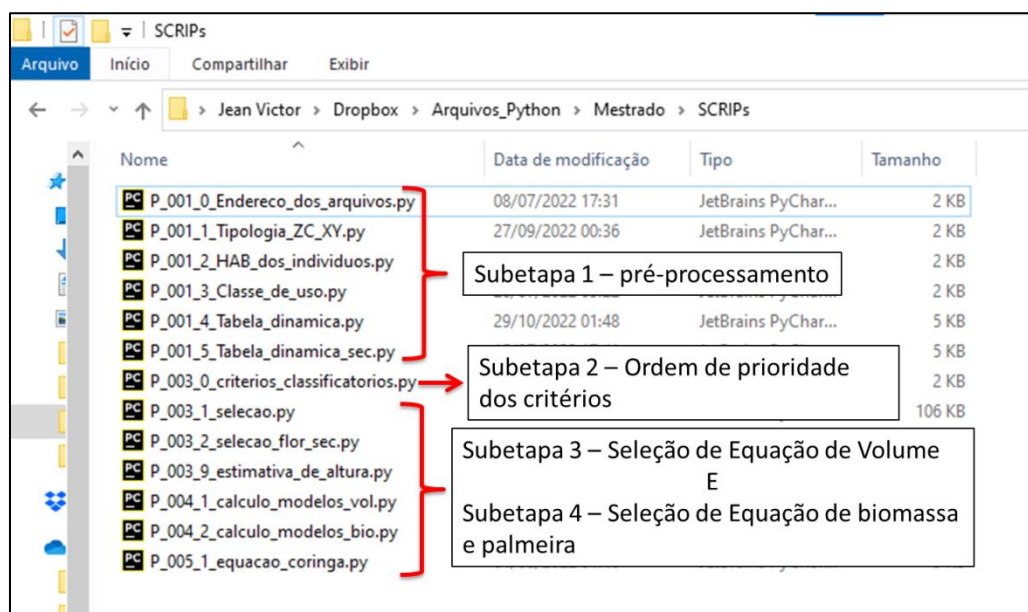
ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
	1994 [2]														
269	Higuchi e Carvalho 1994 [3]	Manaus	AM	59	0,897	0,071387	335	5	120	318,09	38,12	0,03			
270	Higuchi e Carvalho 1994 [4]	Manaus	AM	60	0,915	0,064634	335	5	120	350,69	55,5	2,25	0,09		
271	Higuchi e Carvalho 1994 [5]	Manaus	AM	61	0,877	0,078002	335	5	120	175,83	0,79	0,07			
272	Higuchi e Carvalho 1994 [6]	Manaus	AM	14	0,817	0,094953	335	5	120	533,26	130,22	51			
273	Higuchi e Carvalho 1994 [7]	Manaus	AM	15	0,917	0,064083	335	5	120	0,026	1,529	1,747			
278	Silva 2007 [1]	Manaus	AM	4	0,97	0,0764	494	4,5	120	-1,4452	2,5252				
279	Silva 2007 [2]	Manaus	AM	6	0,98	0,0421	494	4,5	120	-2,6262	2,0587	0,8584			
280	Silva 2007 [3]	Manaus	AM	6	0,98	0,0734	494	4,5	120	-1,7683	2,389	2,9991			
281	Silva 2007 [4]	Manaus	AM	7	87	0,0384	494	4,5	120	-2,7988	0,9913				
282	Silva 2007 [5]	Manaus	AM	16	0,85	0,042	494	4,5	120	2,2737	1,9156				
283	Silva 2007 [6]	Manaus	AM	15	0,93	0,0299	494	4,5	120	0,0039	1,5268	2,2973			
284	Silva 2007 [7]	Manaus	AM	15	0,86	0,041	494	4,5	120	1,537	1,7568	0,3719			
285	Silva 2007 [8]	Manaus	AM	4	0,88	0,0439	252	5	33,1	-0,9178	2,1848				
286	Silva 2007 [9]	Manaus	AM	6	0,89	0,0448	252	5	33,1	-1,8338	1,7335	0,7662			
287	Silva 2007 [10]	Manaus	AM	6	0,88	0,0446	252	5	33,1	-9,9503	2,1603	0,042			
288	Silva 2007 [11]	Manaus	AM	7	0,89	0,0451	252	5	33,1	-1,9159	0,8423				
289	Silva 2007 [12]	Manaus	AM	16	0,87	0,036	252	5	33,1	0,1063	2,6724				
290	Silva 2007 [13]	Manaus	AM	15	0,88	0,0348	252	5	33,1	0,0449	2,3999	0,5715			
291	Silva 2007 [14]	Manaus	AM	15	0,87	0,0351	252	5	33,1	0,1501	2,7239	-0,2062			
292	Silva 2007 [15]	Manaus	AM	4	0,89	0,0365	341	5	37,2	-0,748	2,1659				
293	Silva 2007 [16]	Manaus	AM	6	0,92	0,0333	341	5	37,2	-1,9338	1,754	0,8285			
294	Silva 2007 [17]	Manaus	AM	6	0,89	0,0338	341	5	37,2	-0,9439	2,0741	0,1904			
295	Silva 2007 [18]	Manaus	AM	7	0,92	0,0334	341	5	37,2	-1,9798	0,8659				
296	Silva 2007 [19]	Manaus	AM	16	0,84	0,0373	341	5	37,2	0,4888	2,1816				

ID equação	Equação	Localização	Estado	Modelo	R2	SXY	N	DAP MIN	DAP MAX	B0	B1	B2	B3	B4	B5
297	Silva 2007 [20]	Manaus	AM	15	0,92	0,0275	341	5	37,2	0,0086	1,8057	1,7525			
298	Silva 2007 [21]	Manaus	AM	15	0,85	0,0355	341	5	37,2	0,091	2,3445	0,4815			
299	Silva 2007 [22]	Manaus	AM		0,98	0,0949	131	5	37,2	-1,2911	2,512				
300	Silva 2007 [23]	Manaus	AM		0,98	0,0688	131	5	37,2	-2,1763	2,1782	0,6308			
301	Silva 2007 [24]	Manaus	AM		0,98	0,0806	131	5	37,2	-1,4801	2,4239	0,1804			
302	Silva 2007 [25]	Manaus	AM		0,98	0,0549	131	5	37,2	-2,6513	0,989				
303	Silva 2007 [26]	Manaus	AM		0,94	0,0391	131	5	37,2	2,7179	1,8774				
304	Silva 2007 [27]	Manaus	AM		0,95	0,0368	131	5	37,2	0,5521	1,6629	0,7224			
305	Silva 2007 [28]	Manaus	AM		0,96	0,034	131	5	37,2	0,7238	1,849	0,5102			
307	Bentes et al 2003 [1]	Manaus	AM	4	0,975		98	5	120	-1,288	2,495				
308	Bentes et al 2003 [2]	Manaus	AM	6	0,985		98	5	120	-2,477	2,093	0,794			
309	Bentes et al 2003 [3]	Manaus	AM	7	0,961		98	5	120	24,726	641,071				
310	Bentes et al 2003 [4]	Manaus	AM	15	0,97		98	5	120	0,282	1,876	0,677			

Anexo VII – Rotina de seleção de equações

A rotina foi dividida em 13 *Scripts* Python (**Figura 11**). O resultado final realizado por cada *scrip* é salvo como arquivo em planilha Excel e é utilizado no *scrip* subsequente (**Figura 12**).

Figura 11. Representação dos Scripts utilizados na rotina e suas respectivas subetapas.



Os *scripts* seguem a seguinte sequência:

- Pelo *scrip* "P_001_0_Endereco_dos_arquivos.py", o usuário deve informar o endereço completo da localização dos arquivos contendo o banco de dados dos conglomerados e o banco de dados das equações;
- Em seguida, pelo *scrip* "P_001_1_Tipologia_ZC_XY.py" é atribuído o clima, a tipologia e a posição geográfica, identificado pelo software Qgis, de cada indivíduo (árvore e palmeira) do banco de dados dos conglomerados;
- Se no banco de dados dos conglomerados não estiver identificado o hábito de vida de cada indivíduo, o *scrip* "P_001_2_HAB_dos_individuos.py" realiza a identificação por meio do nome científico dos mesmos;
- No *scrip* "P_001_3_Classe_de_uso.py" é atribuído a cada indivíduo a classe de uso da parcela em que o mesmo se encontra;
- No *scrip* "P_001_4_Tabela_dinamica.py" é construído uma tabela dinâmica para identificar valores mínimos e máximos do diâmetro de árvores e palmeiras, e a tipologia de florestas primárias de cada conglomerado;
- No *scrip* "P_001_5_Tabela_dinamica_sec.py" é construído uma tabela dinâmica para identificar valores mínimos e máximos do diâmetro de árvores e palmeiras, e a tipologia de florestas secundárias de cada conglomerado;
- No *scrip* "P_003_0_criterios_classificatorios" é perguntado ao usuário a ordem de critério desejada para a seleção das equações;

- No *scrip* "P_003_1_selecao.py" é realizada a seleção de equações de volume, palmeira e biomassa, em parcelas identificadas como florestas primárias, utilizando-se a tabela dinâmica resultante do *scrip* "P_001_4_Tabela_dinamica.py" e a ordem de critérios informada no *scrip* "P_003_0_criterios_classificatorios";
- No *scrip* "P_003_2_selecao_flor_sec.py" é realizada a seleção de equações de volume, palmeira e biomassa, em parcelas identificadas como florestas secundárias, utilizando-se a tabela dinâmica resultante do *scrip* "P_001_5_Tabela_dinamica_sec.py" e a ordem de critérios informada no *scrip* "P_003_0_criterios_classificatorios";
- Nos *Scripts* "P_004_1_calculo_modelos_vol.py" e "P_004_2_calculo_modelos_bio.py", são calculados, respectivamente, os valores de volume e biomassa utilizando as equações selecionadas pelos *scrip* anteriores;
- Por fim, no *scrip* "P_005_1_equacao_coringa.py" são utilizadas equações regionais para calcular volume e biomassa dos indivíduos para os quais foi possível selecionar equações pelos *scrips* anteriores.

Figura 12. Modelo exemplificativo de *Script* utilizado na rotina. Ao final de cada *scrip*, em destaque, é salvo o resultado em planilhas em formato excel para ser utilizado em *scrips* subseqüentes.

```

1  """
2  Nome do Script: P_001_0_Endereco_dos_arquivos.py
3  Autor: Jean Victor de Castro Trovão
4  Descrição: Este script Python tem como objetivo identificar o endereço do arquivo
5  com dados dos conglomerados do IFN-R0 e do arquivo com a lista de equações dendrométricas.
6  Os arquivos identificados serão utilizados nos scripts subseqüentes.
7  """
8
9  import pandas as pd
10 print('#'*120)
11 print('Indique a seguir o caminho (diretório) de acesso aos dados dos CONGLOMERADOS com o nome do arquivo e extensão.')
12 print('#'*120, '\n')
13
14 arquivo_cong = str(input('Indique aqui: '))
15 conglomerado = pd.read_excel(arquivo_cong)
16 conglomerado.to_excel('P_001_0_Conglomerado.xlsx', index=False) # Exportando o resultado em arquivo excel
17
18 print('#'*120)
19 print('Agora indique o caminho (diretório) de acesso aos dados das equações com o nome do arquivo e extensão.')
20 print('#'*120, '\n')
21
22 arquivo_eq = str(input('Indique aqui: '))
23 equacao = pd.read_excel(arquivo_eq)
24 # Exportando o resultado em arquivo excel sem os índices do pandas
25 equacao.to_excel('P_001_0_Equacao.xlsx', index=False)
26

```


Anexo VIII – Valores de volume de madeira e biomassa seca total por conglomerado.

Tabela 22. Comparação entre valores de volume e biomassa estimados com equações selecionadas pela rotina (Combinação C) e valores estimados com equações utilizadas no SFB.

Conglomerado	Tipologia	Volume (m ³ .ha ⁻¹)		Biomassa (t.ha ⁻¹)	
		Rotina	SFB	Rotina	SFB
RO_1	Floresta Ombrófila Aberta	293,181	203,2998	294,6373	267,3133
RO_10	Floresta Ombrófila Aberta	251,4693	155,853	211,2192	288,8387
RO_100	Floresta Ombrófila Aberta	8,303172	8,303172	23,84552	21,84651
RO_101	Floresta Ombrófila Aberta	149,9644	149,9644	176,7513	233,8667
RO_102	Floresta Ombrófila Aberta	367,1508	259,0788	405,0151	370,1775
RO_106	Floresta Ombrófila Aberta	1275,535	1275,535	1624,788	1566,877
RO_108	Floresta Ombrófila Aberta	296,4196	230,9944	360,0315	345,0094
RO_11	Floresta Ombrófila Aberta	419,8541	419,8541	493,4264	582,3159
RO_110	Floresta Ombrófila Aberta	359,8773	359,8773	612,8829	518,0079
RO_113	Floresta Ombrófila Aberta	5,395688	5,395688	33,99609	221,7568
RO_114	Floresta Ombrófila Aberta	260,4099	259,4015	295,0075	348,3032
RO_117	Floresta Ombrófila Densa	8,061526	8,061526	22,40886	27,59738
RO_119	Floresta Ombrófila Aberta	33,37466	33,37466	120,3616	160,4055
RO_120	Floresta Ombrófila Aberta	12,83288	12,83288	104,0521	134,5235
RO_122	Floresta Ombrófila Aberta	175,9704	175,9704	181,832	239,3813
RO_123	Floresta Ombrófila Aberta	17,71542	17,71542	75,16582	101,8695
RO_124	Floresta Ombrófila Aberta	19,94082	19,94082	50,49583	67,40708
RO_125	Floresta Ombrófila Aberta	299,3049	297,1661	526,1328	458,9754
RO_126	Floresta Ombrófila Aberta	186,0818	186,0818	211,5153	270,9412
RO_127	Floresta Ombrófila Aberta	185,1352	185,1352	235,1774	297,4635
RO_128	Floresta Ombrófila Aberta	151,6619	148,4137	196,5876	252,0006
RO_129	Floresta Ombrófila Aberta	294,4002	293,2755	459,5156	392,0456
RO_13	Floresta Ombrófila Aberta	243,8126	168,2111	268,2832	247,0085
RO_130	Floresta Ombrófila Aberta	487,3894	342,3561	531,836	472,3459
RO_131	Floresta Ombrófila Aberta	13,00531	13,00531	52,76023	69,4882
RO_133	Floresta Ombrófila Aberta	192,339	192,339	231,6415	292,9271
RO_135	Floresta Ombrófila Densa	346,925	346,925	459,6632	515,3355
RO_136	Floresta Ombrófila Aberta	327,9132	214,1796	377,4929	345,8438
RO_140	Floresta Ombrófila Densa	229,4092	229,4092	261,4422	342,5025
RO_141	Floresta Ombrófila Aberta	510,0138	510,0138	569,4452	641,9286
RO_142	Floresta Ombrófila Aberta	114,2967	114,0765	157,6561	208,0566
RO_143	Floresta Ombrófila Aberta	368,1235	231,086	419,1268	373,2326
RO_146	Floresta Ombrófila Aberta	42,07408	42,07408	50,98145	68,12803
RO_147	Floresta Ombrófila Aberta	38,71045	38,71045	63,74001	90,33625
RO_148	Floresta Ombrófila Aberta	10,36036	10,36036	29,12663	37,28979

Conglomerado	Tipologia	Volume (m ³ .ha ⁻¹)		Biomassa (t.ha ⁻¹)	
		Rotina	SFB	Rotina	SFB
RO_149	Floresta Ombrófila Aberta	17,00238	17,00238	54,4802	74,6058
RO_15	Formação Pioneira	122,4492	122,4492	148,7244	187,0979
RO_151	Floresta Ombrófila Aberta	23,70605	23,70605	45,53961	58,37072
RO_152	Floresta Ombrófila Aberta	289,4933	289,4933	304,2686	385,5649
RO_153	Floresta Ombrófila Aberta	251,662	251,662	464,6703	386,9465
RO_155	Floresta Ombrófila Aberta	77,00863	77,00863	112,4187	152,4985
RO_156	Floresta Ombrófila Aberta	274,0068	273,6962	335,9637	420,7553
RO_157	Floresta Ombrófila Aberta	21,65441	11,04869	149,8314	168,8803
RO_158	Floresta Ombrófila Aberta	392,5039	392,5039	526,7714	604,3009
RO_159	Floresta Ombrófila Densa	154,4998	154,4998	212,8803	218,8893
RO_16	Floresta Ombrófila Aberta	317,4644	317,4644	531,7987	427,5426
RO_161	Floresta Ombrófila Densa	470,162	411,5722	472,6289	569,5399
RO_162	Floresta Ombrófila Aberta	29,34904	29,34904	60,29288	80,07505
RO_165	Floresta Ombrófila Aberta	345,5331	212,8441	396,0884	339,9906
RO_166	Floresta Ombrófila Aberta	270,9278	270,9278	281,4096	350,2722
RO_167	Floresta Ombrófila Aberta	20,72799	20,72799	35,95895	43,86476
RO_168	Floresta Ombrófila Aberta	2213,495	2213,495	4739,033	4620,206
RO_169	Floresta Ombrófila Aberta	91,83436	91,83436	169,1403	221,8848
RO_170	Floresta Ombrófila Aberta	20,70062	20,70062	70,62758	95,41681
RO_171	Floresta Ombrófila Aberta	175,6695	175,6695	241,2185	309,1219
RO_172	Floresta Ombrófila Aberta	230,2577	230,2577	241,5768	315,7154
RO_173	Floresta Ombrófila Aberta	2,06647	2,06647	7,080199	8,055568
RO_175	Floresta Ombrófila Aberta	17,58495	17,58495	42,79093	69,19047
RO_176	Floresta Ombrófila Aberta	250,6512	250,6512	373,3937	327,5452
RO_177	Floresta Ombrófila Aberta	287,4587	287,4587	396,6455	493,8949
RO_178	Floresta Ombrófila Aberta	418,7423	418,7423	735,8047	588,3639
RO_18	Floresta Ombrófila Aberta	314,3461	314,3461	354,9523	431,8712
RO_180	Floresta Ombrófila Densa	286,5951	241,9671	317,5002	371,6132
RO_181	Floresta Ombrófila Densa	276,5202	276,5202	334,1339	401,4007
RO_182	Floresta Ombrófila Densa	441,0004	366,9583	393,367	472,7017
RO_187	Floresta Ombrófila Aberta	29,90917	29,90917	103,6794	137,7168
RO_19	Floresta Ombrófila Aberta	213,9641	213,9641	362,4633	307,661
RO_190	Floresta Ombrófila Densa	37,89312	37,89312	97,61825	133,0666
RO_192	Floresta Ombrófila Aberta	209,9633	209,9633	874,8057	941,0533
RO_193	Floresta Ombrófila Aberta	259,1758	259,1758	368,004	484,1975
RO_194	Floresta Ombrófila Densa	329,427	263,5539	419,6539	376,6059
RO_195	Floresta Ombrófila Aberta	254,2895	251,6679	269,5149	317,4547
RO_196	Floresta Ombrófila Aberta	324,5668	232,635	390,9815	348,9785
RO_197	Floresta Ombrófila Aberta	150,8593	150,8593	170,4848	222,4535
RO_198	Floresta Ombrófila Aberta	571,4774	571,4774	718,7759	820,0483
RO_2	Floresta Ombrófila Aberta	299,8776	299,8776	316,2612	397,9776

Conglomerado	Tipologia	Volume (m ³ .ha ⁻¹)		Biomassa (t.ha ⁻¹)	
		Rotina	SFB	Rotina	SFB
RO_20	Floresta Ombrófila Aberta	442,5525	442,5525	574,1861	659,5552
RO_202	Floresta Ombrófila Aberta	11,17396	11,17396	40,41752	54,93191
RO_204	Floresta Ombrófila Aberta	27,87551	27,87551	70,96798	96,61798
RO_205	Floresta Ombrófila Aberta	12,93942	12,93942	46,58333	70,27696
RO_206	Floresta Ombrófila Aberta	122,4379	122,4379	173,6412	237,2421
RO_207	Floresta Ombrófila Aberta	34,7649	34,7649	58,34765	84,79551
RO_208	Floresta Ombrófila Aberta	54,17939	54,17939	206,987	269,0205
RO_210	Floresta Ombrófila Aberta	62,60955	55,94084	95,30234	134,852
RO_211	Floresta Ombrófila Densa	204,395	176,4187	214,7177	238,1029
RO_212	Floresta Ombrófila Densa	272,0282	219,7434	352,1612	320,2096
RO_214	Floresta Ombrófila Aberta	253,8712	253,8712	330,2596	397,2964
RO_215	Floresta Ombrófila Aberta	32,35197	32,35197	77,22374	106,0227
RO_216	Floresta Ombrófila Aberta	357,8859	357,8859	711,4322	816,278
RO_217	Floresta Ombrófila Aberta	53,87452	53,87452	104,7027	141,3546
RO_218	Floresta Ombrófila Aberta	304,3804	304,3804	516,1663	468,6723
RO_22	Floresta Ombrófila Aberta	82,35327	82,35327	177,1807	223,7017
RO_221	Floresta Ombrófila Aberta	22,07368	22,07368	87,96688	118,1343
RO_23	Floresta Ombrófila Aberta	5,876495	5,876495	44,06088	33,69245
RO_230	Floresta Ombrófila Densa	30,56184	26,49901	94,33078	123,3978
RO_232	Floresta Ombrófila Densa	88,72779	79,97311	181,7929	175,3316
RO_233	Floresta Ombrófila Densa	5,28671	5,28671	16,36842	13,89594
RO_234	Floresta Ombrófila Densa	795,042	128,7974	192,9501	161,1131
RO_235	Floresta Ombrófila Aberta	52,93496	52,93496	101,0412	135,4394
RO_237	Floresta Ombrófila Aberta	49,90407	49,90407	84,17618	110,6629
RO_239	Floresta Ombrófila Aberta	27,81213	33,21755	78,998	103,076
RO_24	Floresta Ombrófila Aberta	526,862	339,6849	442,0154	367,4044
RO_242	Floresta Ombrófila Aberta	190,0553	132,8223	190,3476	252,5532
RO_255	Floresta Ombrófila Densa	154,4451	136,877	247,9401	245,9103
RO_256	Floresta Ombrófila Densa	283,0652	246,6557	336,0437	394,2378
RO_257	Floresta Ombrófila Aberta	49,85579	49,85579	232,4345	292,3632
RO_259	Floresta Ombrófila Aberta	175,5426	165,1388	278,7037	346,4432
RO_26	Floresta Ombrófila Aberta	146,1181	146,1181	149,8756	180,7647
RO_260	Floresta Ombrófila Aberta	75,3308	75,3308	195,0626	225,0052
RO_278	Floresta Ombrófila Aberta	35,51311	35,51311	150,8241	134,0016
RO_279	Floresta Ombrófila Aberta	191,1988	191,1988	2268,276	2240,099
RO_280	Floresta Ombrófila Aberta	1000,81	1000,81	923,8152	940,5086
RO_281	Floresta Ombrófila Aberta	192,1381	192,1381	577,7204	464,9874
RO_282	Floresta Ombrófila Aberta	18,80823	9,925951	97,95576	129,4102
RO_283	Floresta Ombrófila Aberta	2018,511	2018,511	2781,72	2425,111
RO_284	Floresta Ombrófila Densa	11,17053	11,17053	50,42122	69,77259
RO_285	Floresta Ombrófila Aberta	36,07115	1,265715	391,8875	435,2136

Conglomerado	Tipologia	Volume (m ³ .ha ⁻¹)		Biomassa (t.ha ⁻¹)	
		Rotina	SFB	Rotina	SFB
RO_299	Floresta Ombrófila Aberta	8,044642	8,044642	13,57913	16,40167
RO_301	Floresta Ombrófila Aberta	265,3241	185,5338	338,82	311,062
RO_305	Floresta Ombrófila Aberta	50,19521	50,19521	79,05145	99,30043
RO_306	Floresta Ombrófila Densa	286,5861	286,5861	935,207	1054,541
RO_32	Floresta Ombrófila Aberta	434,2091	324,8716	459,969	431,361
RO_323	Floresta Ombrófila Aberta	29,53024	29,53024	130,19	173,7203
RO_324	Floresta Ombrófila Aberta	19,84904	19,84904	64,49555	86,32793
RO_325	Floresta Ombrófila Aberta	65,28562	65,28562	183,8803	227,9446
RO_327	Floresta Ombrófila Aberta	25,52199	25,52199	65,32123	87,28345
RO_328	Floresta Ombrófila Densa	230,4552	230,4552	275,5849	350,7136
RO_329	Floresta Ombrófila Aberta	121,0388	121,0388	121,8343	159,7555
RO_33	Floresta Ombrófila Aberta	264,2749	264,2749	246,4555	322,8052
RO_332	Floresta Ombrófila Aberta	44,3626	44,3626	86,84902	114,7038
RO_34	Floresta Ombrófila Aberta	79,0287	79,0287	138,7005	181,4381
RO_35	Floresta Ombrófila Aberta	556,9532	556,9532	810,9244	654,91
RO_352	Floresta Ombrófila Aberta	4,653557	4,653557	18,20425	24,06356
RO_353	Floresta Ombrófila Aberta	170,2593	170,2593	360,8892	459,5666
RO_354	Floresta Ombrófila Aberta	163,7434	163,7434	132,7816	178,088
RO_356	Floresta Ombrófila Aberta	222,659	136,071	276,3952	242,5624
RO_357	Floresta Ombrófila Aberta	55,78163	55,78163	180,3326	228,6263
RO_359	Floresta Ombrófila Aberta	116,7675	116,7675	193,5127	250,0585
RO_361	Floresta Ombrófila Densa	41,36765	41,36765	170,537	215,6988
RO_37	Floresta Ombrófila Aberta	62,81854	62,81854	98,33439	126,2061
RO_382	Floresta Ombrófila Aberta	145,6854	145,6854	199,75	266,3526
RO_384	Floresta Ombrófila Aberta	4,824109	4,824109	20,0007	26,67081
RO_385	Floresta Ombrófila Aberta	249,3543	249,3543	320,4631	395,2961
RO_386	Floresta Ombrófila Aberta	56,63635	56,63635	130,9433	160,5437
RO_387	Floresta Ombrófila Aberta	122,0624	117,1845	194,1547	243,5862
RO_388	Floresta Ombrófila Aberta	20,52554	20,52554	39,22602	48,74891
RO_389	Floresta Ombrófila Aberta	161,6907	161,6907	182,0487	236,3051
RO_39	Floresta Ombrófila Aberta	348,4513	348,4513	543,1328	465,2585
RO_390	Floresta Ombrófila Aberta	196,2177	196,2177	863,0073	967,4602
RO_391	Floresta Ombrófila Aberta	87,60812	87,21698	141,4407	187,8513
RO_392	Floresta Ombrófila Densa	272,967	272,967	356,8191	464,1961
RO_4	Floresta Ombrófila Densa	352,4758	304,1331	532,2864	450,1966
RO_40	Floresta Ombrófila Aberta	413,4232	413,4232	466,5224	556,5189
RO_41	Floresta Ombrófila Aberta	584,2852	371,7155	579,7107	481,9294
RO_411	Floresta Ombrófila Aberta	4,360885	4,360885	20,151	24,6493
RO_412	Floresta Ombrófila Aberta	38,3222	38,3222	130,5049	177,2562
RO_413	Floresta Ombrófila Aberta	98,80496	85,71399	120,2913	163,2971
RO_414	Floresta Ombrófila Aberta	213,9352	213,9352	363,9052	425,312

Conglomerado	Tipologia	Volume (m ³ .ha ⁻¹)		Biomassa (t.ha ⁻¹)	
		Rotina	SFB	Rotina	SFB
RO_416	Floresta Ombrófila Aberta	141,1233	113,8882	182,1316	236,5293
RO_417	Floresta Ombrófila Aberta	48,21946	39,81118	50,23053	64,82511
RO_418	Floresta Ombrófila Aberta	144,2758	144,2758	199,4117	252,2618
RO_42	Floresta Ombrófila Aberta	515,8299	515,8299	579,2269	700,3758
RO_421	Floresta Ombrófila Aberta	125,6507	125,6507	147,8398	192,767
RO_43	Floresta Ombrófila Aberta	433,6089	433,6089	702,4482	602,691
RO_430	Floresta Ombrófila Aberta	286,5349	286,5349	351,1892	431,6474
RO_431	Floresta Ombrófila Aberta	186,0996	186,0996	205,35	265,8633
RO_433	Floresta Ombrófila Aberta	27,81565	27,81565	64,83351	91,20835
RO_434	Floresta Ombrófila Aberta	304,5407	302,9917	386,9379	482,1575
RO_436	Floresta Ombrófila Aberta	158,4385	156,7738	211,4559	277,0299
RO_437	Floresta Ombrófila Aberta	108,8746	108,8746	358,2007	443,0248
RO_439	Floresta Ombrófila Aberta	121,3371	120,8861	226,4631	297,983
RO_441	Floresta Ombrófila Aberta	41,91569	41,91569	84,70844	115,4838
RO_442	Floresta Ombrófila Aberta	29,63048	24,00231	99,00236	128,5125
RO_443	Floresta Ombrófila Aberta	108,624	108,624	248,0591	314,5043
RO_444	Floresta Ombrófila Aberta	88,07586	88,07586	165,1494	222,8843
RO_445	Floresta Ombrófila Aberta	126,8842	126,8842	445,1062	514,4254
RO_446	Floresta Ombrófila Aberta	24,01651	24,01651	73,70972	56,66671
RO_447	Floresta Ombrófila Aberta	163,0692	111,6961	144,4838	192,2429
RO_448	Floresta Ombrófila Aberta	4,104036	4,104036	7,668169	8,875436
RO_449	Floresta Ombrófila Aberta	28,49443	27,24673	75,43092	55,61716
RO_45	Floresta Ombrófila Aberta	316,9503	245,454	361,9361	317,8276
RO_450	Floresta Ombrófila Aberta	174,9716	174,9716	205,292	267,5202
RO_456	Floresta Ombrófila Aberta	320,1134	320,1134	385,4938	478,6634
RO_457	Floresta Ombrófila Aberta	239,2594	239,2594	307,1805	347,9982
RO_458	Floresta Ombrófila Aberta	119,3284	119,3284	162,5867	211,3693
RO_459	Floresta Ombrófila Aberta	34,05847	34,05847	66,6478	88,18921
RO_460	Floresta Ombrófila Aberta	5,087995	5,087995	17,70908	23,3444
RO_461	Floresta Ombrófila Aberta	8,948319	8,948319	50,775	68,51472
RO_467	Floresta Ombrófila Aberta	592,3603	375,3834	598,3949	511,958
RO_468	Floresta Ombrófila Aberta	216,3255	215,3464	444,883	382,637
RO_469	Floresta Ombrófila Densa	57,81101	51,13419	101,346	105,0171
RO_47	Floresta Ombrófila Aberta	344,9093	344,9093	349,4001	445,1968
RO_471	Floresta Ombrófila Aberta	100,9216	100,9216	572,9306	674,0171
RO_474	Floresta Ombrófila Aberta	281,9959	281,9959	448,0919	394,4873
RO_475	Floresta Ombrófila Aberta	372,3837	256,451	288,2554	377,3413
RO_476	Floresta Ombrófila Aberta	48,60192	29,09454	45,54398	58,98134
RO_48	Floresta Ombrófila Aberta	406,1106	406,1106	578,8269	475,761
RO_480	Floresta Ombrófila Aberta	260,6988	260,6988	512,1793	462,1056
RO_481	Floresta Ombrófila Aberta	36,81391	35,70976	64,49854	94,26283

Conglomerado	Tipologia	Volume (m ³ .ha ⁻¹)		Biomassa (t.ha ⁻¹)	
		Rotina	SFB	Rotina	SFB
RO_483	Floresta Ombrófila Aberta	13,33452	13,33452	26,61413	36,2253
RO_484	Floresta Ombrófila Aberta	28,64204	28,64204	166,6495	228,3101
RO_487	Floresta Ombrófila Aberta	242,3807	242,3807	593,9369	499,2608
RO_49	Floresta Ombrófila Aberta	19,90327	19,90327	35,20821	44,97407
RO_492	Floresta Ombrófila Aberta	82,99168	82,99168	105,3607	141,4131
RO_493	Savana	14,10383	14,04149	76,93046	51,55588
RO_494	Floresta Ombrófila Aberta	53,7758	42,36518	122,4801	102,4164
RO_496	Floresta Estacional Semidecidual	84,57837	84,57837	168,5314	221,5358
RO_498	Floresta Estacional Semidecidual	22,72735	22,72735	59,36597	62,94384
RO_499	Savana	24,67734	22,28334	50,99655	67,17856
RO_5	Floresta Ombrófila Densa	285,2409	243,3725	410,8589	363,2178
RO_50	Floresta Ombrófila Aberta	288,198	288,198	322,1548	383,1223
RO_500	Floresta Ombrófila Aberta	957,1319	199,937	207,4771	251,0046
RO_501	Floresta Ombrófila Aberta	112,6162	112,6162	132,336	175,3906
RO_502	Floresta Ombrófila Aberta	67,3415	67,3415	121,6222	160,6604
RO_506	Savana	63,67012	63,67012	162,6041	217,4251
RO_507	Floresta Ombrófila Aberta	8,652054	8,652054	22,75483	30,67983
RO_51	Floresta Ombrófila Aberta	252,1647	252,1647	346,3506	412,0797
RO_518	Floresta Ombrófila Aberta	18,41521	18,41521	50,99342	70,50044
RO_519	Floresta Ombrófila Aberta	96,09843	96,09843	156,237	205,4623
RO_52	Floresta Ombrófila Aberta	120,9198	120,9198	261,7106	374,8163
RO_520	Floresta Estacional Semidecidual	134,0534	132,0473	175,2288	228,7429
RO_521	Floresta Estacional Semidecidual	142,4353	143,5077	258,8244	252,7346
RO_523	Floresta Ombrófila Aberta	132,2176	71,79277	121,271	157,0608
RO_524	Floresta Estacional Sempre-Verde	31,49034	31,49034	41,64497	57,58089
RO_525	Floresta Ombrófila Aberta	2,32565	2,32565	10,81996	9,217208
RO_526	Savana	197,2611	195,7191	371,7584	338,7098
RO_528	Savana	6,284721	6,284721	22,13736	28,99863
RO_53	Floresta Ombrófila Aberta	368,9989	368,9396	381,8114	457,864
RO_530	Savana	45,05048	45,05048	69,16124	87,46461
RO_538	Floresta Ombrófila Aberta	231,8143	159,5382	250,8658	224,2728
RO_54	Floresta Ombrófila Aberta	363,865	255,0139	396,2051	341,2566
RO_548	Savana	154,9215	151,7023	222,6972	288,2197
RO_555	Floresta Ombrófila Aberta	81,58608	63,16989	83,98796	106,3493
RO_556	Floresta Ombrófila Aberta	22,71951	12,84208	29,03672	35,02031
RO_558	Floresta Ombrófila Aberta	417,8309	272,752	453,3452	400,4694
RO_562	Floresta Ombrófila Aberta	11,31813	11,09887	210,6994	631,8086
RO_563	Floresta Ombrófila Aberta	257,3889	257,3889	299,8526	393,4406
RO_565	Floresta Estacional Sempre-Verde	65,18549	65,18549	113,6955	149,8072
RO_57	Floresta Ombrófila Aberta	190,1201	190,1201	332,62	277,6428
RO_570	Floresta Ombrófila Aberta	72,1859	45,82448	93,72622	124,5312

Conglomerado	Tipologia	Volume (m ³ .ha ⁻¹)		Biomassa (t.ha ⁻¹)	
		Rotina	SFB	Rotina	SFB
RO_572	Floresta Ombrófila Aberta	190,4551	190,4551	345,064	292,1065
RO_578	Savana	8,500148	8,500148	18,10168	21,76532
RO_579	Savana	61,69239	58,42943	169,1236	162,6411
RO_58	Floresta Ombrófila Aberta	181,9587	122,9505	234,3341	217,5787
RO_580	Floresta Ombrófila Aberta	64,926	64,4362	109,2036	134,3566
RO_581	Floresta Ombrófila Aberta	353,8447	195,5347	460,5792	427,6833
RO_585	Formação Pioneira	8,012867	8,012867	26,81264	37,00125
RO_590	Floresta Ombrófila Aberta	26,08707	7,290254	184,7328	235,5178
RO_591	Floresta Ombrófila Aberta	124,7546	120,4735	285,2529	348,6258
RO_595	Floresta Estacional Sempre-Verde	6,513179	6,513179	23,24841	21,62931
RO_598	Floresta Estacional Sempre-Verde	0	0	59,61137	116,2547
RO_599	Floresta Estacional Sempre-Verde	5,764361	4,203039	37,28025	50,44232
RO_6	Floresta Ombrófila Aberta	300,4824	197,6974	331,5666	307,2129
RO_60	Floresta Ombrófila Aberta	106,0122	106,0122	128,2294	167,8126
RO_601	Floresta Ombrófila Aberta	234,623	187,2958	238,0988	253,5766
RO_603	Floresta Ombrófila Aberta	161,8483	161,8483	445,6848	398,6759
RO_607	Floresta Ombrófila Aberta	84,4954	59,48473	96,99305	107,8349
RO_61	Floresta Ombrófila Aberta	433,7002	312,1782	467,4425	414,6939
RO_62	Floresta Ombrófila Aberta	464,8075	324,7219	466,5888	432,2868
RO_63	Floresta Ombrófila Densa	419,4404	345,5972	542,8272	471,7225
RO_65	Floresta Ombrófila Aberta	436,2386	436,2386	484,0129	588,7757
RO_67	Floresta Ombrófila Aberta	19,42868	19,42868	54,30034	73,7283
RO_68	Floresta Ombrófila Aberta	397,4238	397,2473	554,7065	459,9173
RO_69	Floresta Ombrófila Aberta	413,8687	413,8687	456,5371	532,7967
RO_70	Floresta Ombrófila Aberta	368,6581	368,6581	355,084	395,0067
RO_72	Floresta Ombrófila Aberta	379,6238	379,6238	460,7936	389,0958
RO_73	Floresta Ombrófila Aberta	9,034284	9,034284	40,77779	53,57553
RO_74	Floresta Ombrófila Aberta	375,2691	375,2691	551,5361	448,4245
RO_75	Floresta Ombrófila Aberta	429,4039	429,4039	416,6525	506,8282
RO_76	Floresta Ombrófila Aberta	93,30609	93,30609	101,3105	131,7483
RO_77	Floresta Ombrófila Aberta	91,57854	91,57854	114,1654	141,9144
RO_78	Floresta Ombrófila Aberta	317,2537	224,3535	339,7826	317,9561
RO_79	Floresta Ombrófila Aberta	250,2409	248,9361	310,8814	358,6516
RO_8	Floresta Ombrófila Densa	110,5745	110,5745	190,3227	239,0718
RO_80	Floresta Ombrófila Aberta	212,7486	212,7486	206,2347	264,4451
RO_81	Floresta Ombrófila Aberta	143,7726	143,7726	166,7081	217,3937
RO_82	Floresta Ombrófila Aberta	392,4433	392,4433	604,5595	508,2939
RO_85	Floresta Ombrófila Aberta	122,4368	122,4368	137,5304	172,7887
RO_86	Floresta Ombrófila Aberta	300,5416	300,5416	301,1116	378,7384
RO_88	Floresta Ombrófila Aberta	152,6777	152,6777	252,1755	315,5021
RO_9	Floresta Ombrófila Aberta	318,7192	251,2489	332,8894	304,7686

Conglomerado	Tipologia	Volume (m ³ .ha ⁻¹)		Biomassa (t.ha ⁻¹)	
		Rotina	SFB	Rotina	SFB
RO_91	Floresta Ombrófila Aberta	351,9756	351,9756	536,6303	445,6468
RO_93	Floresta Ombrófila Aberta	5,943273	5,943273	23,89983	26,41199
RO_95	Floresta Ombrófila Aberta	360,412	360,412	431,9393	506,8455
RO_96	Floresta Ombrófila Aberta	406,7176	406,7176	654,175	558,3728
RO_98	Floresta Ombrófila Aberta	339,4399	339,4399	489,5354	410,2138
RO_99	Floresta Ombrófila Aberta	308,6404	308,6404	377,5888	471,9712