



MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA EM PLANOS DE MANEJO FLORESTAL EM PEQUENA ESCALA NO AMAZONAS

Filipe Campos de Freitas¹, Victor Hugo Ferreira Andrade¹, Isabel Cristina Gomes
Bezerra², Maria do Carmo Gomes Pereira¹, Rizomar Rodrigues da Silva¹, Vagner
Luiz Ribeiro¹, Beatriz Vanetti Santilli²

1 Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas, Manaus, AM, Brasil. E-mail: filipe.freitas19@gmail.com; victorhugofandrade@gmail.com; dukarmoduka1978@gmail.com; engenheiro.rizomar@gmail.com; engflovagner@gmail.com

2 Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil. E-mail: isabelcristina@ufam.edu.br; ufbsantilli@gmail.com

Autor correspondente: Filipe Campos de Freitas. E-mail: filipe.freitas19@gmail.com.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi realizar a modelagem da distribuição diamétrica em Planos de Manejo Florestal Sustentável em Pequena Escala para avaliar a estrutura florestal nas diferentes regiões do estado do Amazonas. A modelagem foi realizada aplicando a função densidade de probabilidade de Weibull 3 parâmetros. O ajuste foi realizado por regressão linear. A modelagem foi realizada para agrupamento total dos dados e por sub-regiões. A função de Weibull apresentou ajuste significativo para todos os ajustes propostos, com coeficientes de determinação entre 0,94 e 0,99 e coeficientes de correlação entre 0,97 e 0,99. A região do Alto Solimões apresentou o melhor ajuste da função aos dados observados. As distribuições apresentaram tendência à distribuição normal. Houve maior concentração dos indivíduos na classe entre 50 e 60 cm de diâmetro. A função densidade de probabilidade de Weibull foi adequada para modelar a distribuição diamétrica. A distribuição diamétrica varia de acordo com a sub-região do estado.

Palavras-chave: Floresta amazônica; manejo comunitário; produção madeireira

DIAMETRIC DISTRIBUTION MODELING IN SMALL-SCALE FOREST MANAGEMENT PLANS IN AMAZONAS, BRAZIL

ABSTRACT

This work aimed modelling the diametric distribution in Small-Scale Sustainable Forest Management Plans to assess the forest structure in the different regions of the state of Amazonas, Brazil. It was fitted the 3-parameter Weibull probability density function by linear regression for total grouping of data and by sub-regions. The Weibull function presented significant fit for all proposed scenarios, with determination coefficients between 0.94 and 0.99 and correlation coefficients between 0.97 and 0.99. Alto Solimões region presented better fit of the function to the observed data than others did regions. The distributions tended towards a normal distribution. There was a higher concentration of individuals in the class between 50 and 60 cm in diameter. The Weibull probability density function was adequate to modelling the diametric distribution. The diametric distribution varies according to the sub-region of the state.

Key words: Amazonian rainforest; community management; timber production

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



INTRODUÇÃO

No estado do Amazonas foi criada em 2003, a categoria de Manejo Florestal Sustentável em Pequena Escala, que objetivou a viabilização do manejo florestal para populações tradicionais em áreas de até 500 hectares, ou quatro módulos fiscais (Kliber, 2008). Por meio do serviço de Assistência Técnica e Extensão Rural oferecido pelo poder público, essas populações podem requerer suporte para elaboração de Planos de Manejo Florestal Sustentável em Pequena Escala (PMFSPE) de forma gratuita. Desde a criação da categoria, houve um crescimento significativo na quantidade de planos elaborados e licenciados para exploração madeireira.

No manejo florestal, é de suma importância o conhecimento da estrutura da floresta alvo das atividades. A categorização dos indivíduos de um povoamento em classes diamétricas permite avaliar a estrutura da floresta ou de uma determinada espécie (Scolforo, 2006). De acordo com Machado *et al.* (2009), conhecer a estrutura diamétrica de uma floresta permite a distinção de diferentes tipologias florestais, além de avaliar o crescimento do estoque remanescente.

Mesmo inserido no domínio fitogeográfico Amazônia em quase sua totalidade, a área continental do estado do Amazonas faz com que suas florestas apresentem diferentes características estruturais, o que requer diferentes modos de planejamento, além das variações entre populações e mercados locais consumidores de madeira que influenciam no foco dado à exploração. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar a modelagem da distribuição diamétrica em PMFSPE para avaliar a estrutura florestal nas diferentes regiões do estado e verificar se há diferença nessa distribuição.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e base de dados

O estudo considerou as áreas com PMFSPE licenciados para exploração no estado do Amazonas. As áreas são constituídas por Floresta Ombrófila Densa em Terra Firme com indivíduos arbóreos de grande porte (IBGE, 2012). A região de abrangência do estudo é do tipo “Am”. A precipitação média anual varia entre 1.355 e 2.839 mm, com período de maior incidência de chuvas entre dezembro e maio e de maior estiagem entre agosto e novembro. A temperatura média varia de 25,6 °C a 27,6 °C, com umidade relativa do ar entre 84% e 90%.

Os dados foram disponibilizados pelo Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM). A base de dados é proveniente de 105 PMFSPE licenciados no ano de 2013, em sete sub-regiões do Estado. Foi considerado esse ano por ter sido o com maior quantidade de licenças expedidas para exploração florestal dessa categoria.

Os inventários florestais consistem no censo de uma pequena área da propriedade, na proporção aproximada de 1/25 da área total, com o intuito de assegurar o ciclo de corte de 25 anos. De acordo com Vinhote *et al.* (2017), as espécies inventariadas são determinadas pelos detentores do plano de manejo, os quais indicam aquelas que oferecem maior valor para

comercialização local. Os autores recomendam coleta de dados de árvores com diâmetro a 130m do solo (D) a partir de 40 cm.

Modelagem da distribuição diamétrica

Os dados foram agrupados em classes com amplitude de 10 cm. O menor diâmetro observado na base de dados foi de 10,2 cm, dessa forma, a primeira classe diamétrica teve como diâmetro mínimo 10 cm. As árvores com $D \geq 100$ cm foram agrupadas em uma única classe. Também foi considerado a divisão administrativa por sub-regiões determinada pela constituição do estado do Amazonas, a qual é utilizada no planejamento operacional do IDAM (Figura 1).

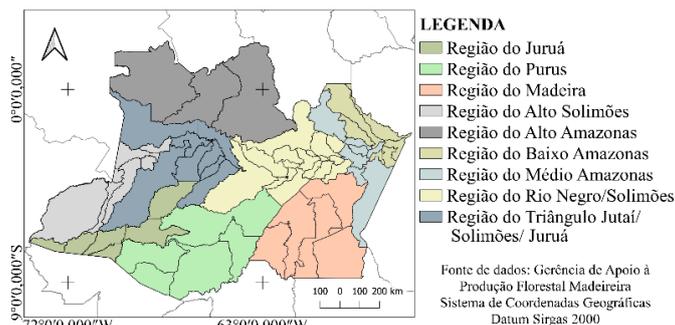


Figura 1. Divisão administrativa do estado do Amazonas em sub-regiões

Foi ajustada, por regressão linear, a função densidade de probabilidade de Weibull 3 parâmetros para os dados agrupados por sub-região e agrupamento total. O parâmetro de localização foi estabelecido como o limite inferior da menor classe de diâmetro, assim sendo, foi fixado o valor de 10. A análise do ajuste da função aos dados foi realizada a partir do teste F, coeficientes de determinação e correlação e erro padrão. Foi considerado um nível de significância de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A função de Weibull apresentou ajuste significativo de acordo com o teste F para todos os cenários propostos (Tabela 1). De forma geral a função representou bem a distribuição dos dados, com coeficientes de determinação entre 0,94 e 0,99 e correlação entre 0,97 e 0,99. O melhor ajuste foi observado para a região do Alto Solimões, que apresentou o menor erro padrão.

Tabela 1. Coeficientes e estatística de avaliação do ajuste da função de Weibull para distribuição diamétrica em Planos de Manejo Florestal Sustentável em Pequena Escala no Amazonas

Nº de ordem	Região	Coeficientes		F	R ²	r	Erro padrão
		b	c				
1	Alto Solimões	48,9250	2,1995	927,45**	0,99	0,99	0,11
2	Jutai/Solimões/Juruá	51,7876	2,2293	3783,27**	0,99	0,99	0,05
3	Negro/Solimões	47,9485	3,0607	813,17**	0,99	0,99	0,28
4	Médio Amazonas	61,7275	2,9422	155,75**	0,96	0,98	0,61
5	Baixo Amazonas	54,6546	3,4013	314,97**	0,98	0,99	0,30
6	Purus	58,8669	3,9044	85,35**	0,94	0,97	0,45
7	Madeira	54,4305	3,7689	116,27**	0,95	0,98	0,55
8	Total	50,7674	2,9041	1371,22**	0,99	0,99	0,20

**Significativo ao nível de 99%; F = valor do teste F; R² = coeficiente de determinação; r = coeficiente de correlação

Em florestas inequidistantes como a Amazônia, é esperada concentração de indivíduos nas menores classes de diâmetros, definindo a distribuição no chamado “J-invertido”. As distribuições diamétricas verificadas para os dados aqui em análise apresentaram tendência maior à distribuição

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

normal (Figura 2), em especial para as regiões 5, 6 e 7, que apresentaram parâmetro γ próximo a 3,6 (Tabela 1). Essa distribuição observada se deve à concentração da coleta de dados nos indivíduos com D a partir de 50 cm, devido à legislação florestal permitir o corte de árvores apenas a partir dessa classe de D. De acordo com Freitas *et al.* (2022), opta-se por esta metodologia com a finalidade de otimizar tempo e recursos disponíveis para a realização do inventário florestal.

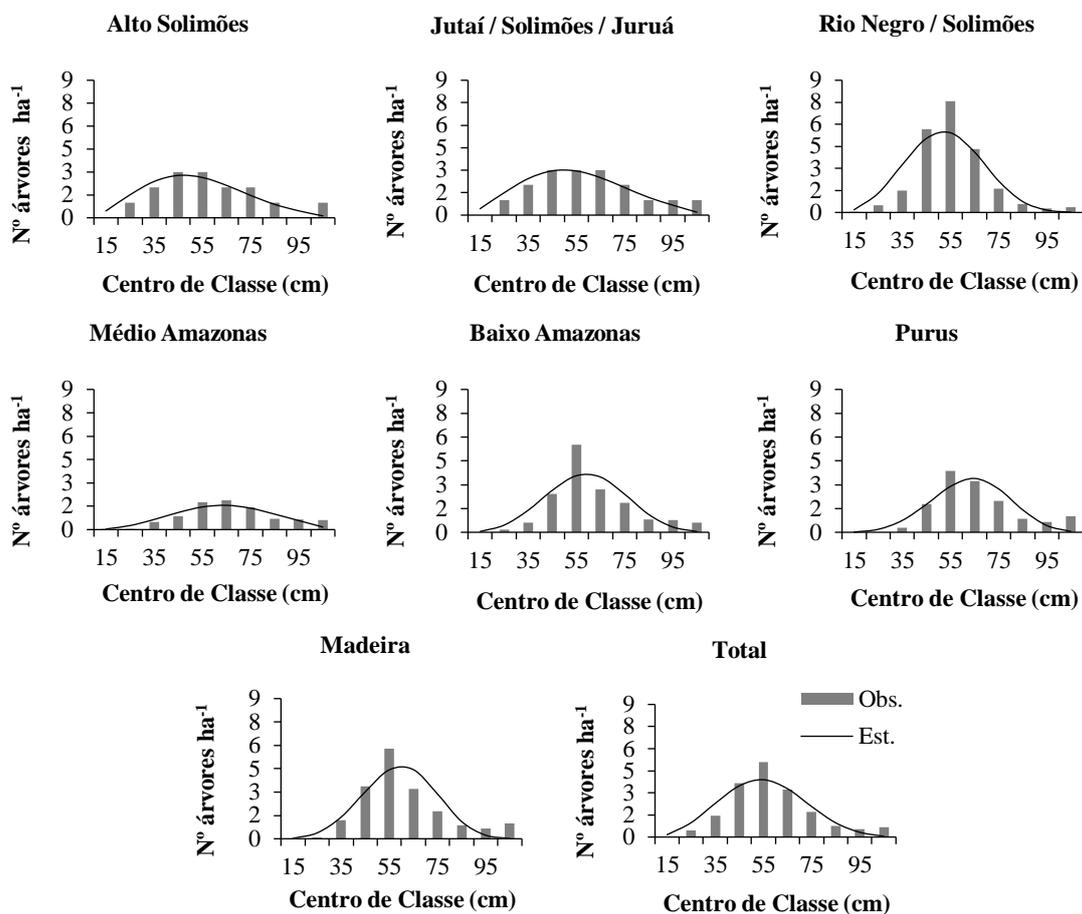


Figura 2. Número de árvores por hectare ($N \text{ ha}^{-1}$) observado e estimado pela função de Weibull para agrupamento total dos dados e por sub-região com PMFSPE licenciado

Mesmo com comportamento geral tendendo à distribuição normal, verifica-se que há diferenças entre as sub-regiões na distribuição observada (Figura 2), o que é corroborado pelos parâmetros estimados para a função de Weibull (Tabela 1). Para as sub-regiões 3, 5 e 7, há uma concentração de indivíduos na classe entre 50-60 cm de D. Acredita-se que isto se deve pelo fato dessas regiões possuírem indústrias madeireiras com mercado consumidor direcionado para produtos obtidos com melhor rendimento de toras nesta faixa de diâmetro, devido às características do maquinário usado para desdobro. Para regiões 1, 2 e 6, mais distantes, a principal forma observada para desdobro primário da madeira é com uso de motosserra, o que requer toras com diâmetro maior para melhor conversão em peças de madeira serrada.

Apesar do foco nas árvores a partir de 50 cm de D, ainda são coletadas informações de algumas árvores de classes inferiores devido a um dos critérios da legislação florestal, em que descreve

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

que para classificar uma árvore para corte, é necessária a existência de outras duas com diâmetro inferior a 50 cm, as quais são classificadas como corte futuro (Amazonas, 2011). A elaboração de PMFSPE a partir de critérios estabelecidos em legislação é suficiente para se obter a licença ambiental que autoriza a exploração florestal. Entretanto, esses aspectos legais não necessariamente atendem aos critérios ecológicos de um povoamento ou de uma espécie, em especial em uma floresta tão heterogênea como a Amazônia. A incorporação na coleta de dados de mais indivíduos das classes inferiores à de corte permite um olhar para os próximos ciclos de corte naquela floresta.

Destaca-se, também, a boa concentração de indivíduos com $D \geq 100$ cm em todas as sub-regiões, indicando potencial volumétrico para o mercado madeireiro local. A exceção se faz para Rio Negro/Solimões, a qual apresenta redução mais acentuada para número de indivíduos a partir de 70 cm de diâmetro. Acredita-se que isto ocorre em virtude a essa região, até a década de 70, ter sido a principal fonte de recursos madeireiros para o mercado consumidor local e nacional, em que, aliado ao baixo controle e fiscalização, não respeitou os processos de regeneração natural da floresta, reduzindo a concentração de árvores com maiores diâmetros.

Uma vez que o inventário florestal é realizado de acordo com as necessidades apresentadas pelo produtor florestal detentor do plano de manejo, as diferenças e semelhanças nas distribuições diamétricas observadas na Figura 2 mostram características diferentes para o manejo florestal a ser realizado em cada localidade. Em um Estado com as dimensões continentais como o Amazonas, conhecer as peculiaridades de cada região seja no mercado local consumidor de madeira, nas características do manejador florestal, nas características dos povoamentos florestais alvo da exploração é de suma importância para o melhor planejamento do uso dos recursos oriundos da floresta, potencializando o desenvolvimento regional.

CONCLUSÃO

A função densidade de probabilidade de Weibull foi adequada para modelar a distribuição diamétrica nos planos de manejo florestais considerados nesse estudo. A distribuição diamétrica varia de acordo com a sub-região do Estado indicando que o planejamento florestal deve considerar as características locais para melhor aproveitamento dos recursos madeireiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amazonas. Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado do Amazonas. Resolução nº 007, de 21 de junho de 2011. Estabelece normas e procedimentos para plano de manejo florestal sustentável de pequena escala. **Diário Oficial do Estado do Amazonas**, v.117, n.32.100, publicações diversas, p.6, 2011. Disponível em: <http://www.idam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/07.-RESOLU%C3%87%C3%83O-007-11-DOU-PMFS-PEQUENA-ESCALA-PMFSPE.pdf>. Acesso em: 15 Mar. 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 19 Mar. 2023.

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Freitas, F. C.; Vinhote, E. G.; Pinto, A. C. M. Caracterização das espécies florestais em planos de manejo florestal sustentável em pequena escala no estado do Amazonas. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 7, n.1, p. 80-88, 2022. <https://doi.org/10.5380/biofix.v7i1.82333>.

Kliber, J.F. **Manual técnico sobre planos de manejo florestal sustentável em pequena escala – PMFSPE**. Manaus: Floresta Viva, 2008.

Machado, S. A.; Augustynczyk, A. L. D.; Nascimento, R. G. M.; Figura, M. A.; Silva, L. C. R.; Miguel, E. P.; Téó, S. J. Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em um fragmento de floresta ombrófila mista. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 2 p. 103-110, 2009. <https://doi.org/10.5380/rsa.v10i2.13575>.

Scolforo, J. R. S. **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras: UFLA; FAEPE, 2006. 123p.

Vinhote, E. G.; Rocha, V. S.; Escate Lay, C. Z. **Manejo florestal sustentável em pequena escala: normas e procedimentos técnicos para a elaboração e execução**. Manaus: Edições Reggo, 2017.