

**A influência da distribuição espacial na qualidade do fuste de
Euxylophora paraensis (Huber) em floresta de terra firme manejada
na Amazônia Oriental**

**The influence of spatial distribution on the stem quality of
Euxylophora paraensis (Huber) in a managed upland forest in the
Eastern Amazon**

DOI:10.34117/bjdv7n8-565

Recebimento dos originais: 25/07/2021

Aceitação para publicação: 25/08/2021

Thiago Alan Ferreira da Silva

Engenheiro Agrônomo

Instituição: Universidade Estadual de Santa Catarina

E-mail: thiagoalam.entomologia@gmail.com

Alessandra Daniele de Sousa Brandão

Doutora em agronomia

Empresa: CKBV Florestal LTDA

E-mail: alessandrabrandao.rug@gmail.com

Artur Vinícius Ferreira dos Santos

Doutorado em Agronomia

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Avenida Generalíssimo Deodoro, 2037, cep: 66040-255.

E-mail: artur.santos@ufpa.br

Brenda Karina Rodrigues da Silva

Mestre

Instituição: UNESP

Endereço: Rua Padre Justino Ferreira da Rocha, 51, cep: 14883-358.

E-mail: brenda.rodrigues@unesp.br

Daynara Costa Vieira

Mestrado em agronomia

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Bruno Borella Anhe

Mestre

Instituição: ESALQ-USP

Endereço: Avenida Cândido José da Silva, 909, Cep: 15300-000

Cidade: General Salgado

E-mail: bruno.anhe@alumni.usp.br

Sinara de Nazaré Santana Brito

Acadêmica de Agronomia

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Endereço: Alameda Áfua, Qd 52, n 17,aguari, Ananindeua, PA
E-mail: sinaraagroufra@gmail.com

Harleson Sidney Almeida Monteiro

Acadêmico de Agronomia
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia
Endereço: Rua Carlos Américo, lot. A, Curuçambá, Ananindeua, PA
E-mail: harlesonsamonteiro@gmail.com

Robson Jose Carrera Ramos

Mestrado em Ciências Florestais
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA
Endereço: Avenida Presidente Tancredo Neves, Nº 2501 Bairro: Terra Firme Cep:
66.077-830 Cidade: Belém-Pará-Brasil
E-mail: robson.carrera@ufra.edu.br

Paulo Roberto Silva Farias

Doutor em agronomia
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA
Travessa nove de Janeiro, 410 - Apto. 502. CEP 66070-370
E-mail: paulorsfarias4@gmail.com

RESUMO

A manutenção da diversidade tanto de espécies como de habitats, é fundamental para o sucesso de empreendimentos florestais na Amazônia. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da distribuição espacial na qualidade do fuste de *Euxylphora paraensis* (Huber), em floresta de terra firme manejada na Amazônia Oriental. A área de estudo está localizada na Fazenda Rio Capim, pertencente a CKBV Florestal Ltda., no município de Paragominas estado Pará. Para a análise da influência da distribuição espacial na qualidade do fuste das árvores utilizou a geoestatística, a partir da modelagem de semivariograma e confecção de mapas de krigagem. De acordo com os dados observou-se que todas as avaliações tiveram melhor ajuste ao modelo esférico, que apresentou o maior coeficiente de determinação em relação aos outros modelos testados. A espécie florestal *E. paraensis* apresentou padrão de distribuição agregada, com alcance de 570 a 840 metros formando reboleiras de árvores na floresta estudada, indicando que maiores agregações favorecem maior qualidade do fuste esse delineamento ecológico deve ser avaliado nas tomadas de decisão sobre o manejo e sobrevivência da espécie.

Palavras-Chave: Variabilidade Espacial, Geoestatística, Pau-Amarelo.

ABSTRACT

The maintenance of both species and habitat diversity is fundamental to the success of forest enterprises in the Amazon. The objective of this study was to evaluate the influence of spatial distribution on the stem quality of *Euxylphora paraensis* (Huber), in a managed upland forest in the Eastern Amazon. The study area is located on the Rio Capim Farm, owned by CKBV Florestal Ltda. To analyze the influence of spatial distribution on the quality of the stem of trees used geostatistics, from the modeling of semivariogram and confection of kriging maps. According to the data it was observed that all evaluations had a better fit to the spherical model, which showed the highest coefficient of determination in relation to the other models tested. The forest species *E. paraensis*

showed a pattern of aggregate distribution, with a range of 570 to 840 meters forming clusters of trees in the forest studied, indicating that greater aggregations favor higher stem quality this ecological design should be evaluated when making decisions about the management and survival of the species.

Keywords: Spatial Variability, Geostatistics, Pau-Amarelo.

1 INTRODUÇÃO

A floresta Amazônica é considerada o maior reservatório natural de diversidade vegetal do planeta, onde cada uma de suas tipologias florestais apresenta uma composição florística rica e variada, possuindo alto grau de endemismo (DINIZ; SCUDELLER, 2005). Apesar das interações entre seus componentes bióticos e abióticos serem altamente complexos, o equilíbrio ecológico resultante deste processo é extremamente frágil (OLIVEIRA; AMARAL, 2004).

O pau-amarelo (*Euxylophora paraensis* Huber) é pertencente à família Rutaceae Juss, e popularmente conhecido por pau-amarelo devido apresentar lenho de coloração amarelada. De acordo com Garcia (2014), essa espécie é encontrada na natureza ultrapassando 40m de altura e em torno de 100 cm de diâmetro a altura do peito (DAP), apresentando o ritidoma com desprendimento em placas escamosas. O gênero *Euxylophora* é monotípico, possuindo somente a espécie *Euxylophora paraensis* Huber, e essa espécie é endêmica do Brasil, ocorrendo especificamente no Norte (Amazonas, Pará, Tocantins) e no Nordeste (Maranhão), com floração entre março e setembro.

A madeira da *E. paraensis* é caracterizada por possuir cerne e alburno indistintos quanto sua cor e brilho acentuado, apresentando vasos vasculares do tipo difuso solitários e múltiplos em sua maioria, bem como presença de tilos (que muitas vezes ocupam quase todo o lúmen), pontuações intervasculares pequenas, alternas, as fibras são libriformes, não ramificadas e com parede celular pouco espessa (MARGALHO, 2014).

A densidade é considerada uma das características físicas mais importantes da madeira, pois está relacionada com as demais propriedades o que justifica sua utilização como índice de qualidade sendo expressa pela relação entre a massa de um corpo e o seu volume (COELHO et al., 2014). *E. paraensis* possui madeira de densidade média e propriedades que lhe conferem boa resistência física e mecânica.

Muitos fatores ecológicos e informações silviculturais precisam ser obtidas para facilitar a gestão e conservação de *E. paraensis*. As características ecológicas dessa

espécie favorecem a redução populacional resultante da exploração madeireira (SPANNER, SILVA, 2016).

O manejo sustentável de florestas naturais é uma difícil tarefa e ainda representa um desafio, dada a complexidade dos ecossistemas florestais tropicais (BRANDÃO et al., 2018). A alta porcentagem de sobrevivência observada no período do estudo de Freitas et al. (2019) e o crescimento regular em altura e diâmetro do coleto das mudas de pau-amarelo, trazem sinais positivos quanto à silvicultura da espécie em clareiras, pois houve crescimento em altura satisfatório no período de monitoramento indicando uma tendência favorável ao crescimento da população implantada nas clareiras.

Brandão et al. (2018), mostrou a baixa densidade da espécie (abaixo de 1 indivíduo/ha), porém esta análise foi realizada levando em consideração todas as classes diamétricas. Entretanto, segundo o Art. 8º da IN05/2006 sobre a elaboração e execução de planos de manejo florestal sustentável (PMFS), deve-se conservar todas as árvores das espécies cuja abundância de indivíduos com diâmetro mínimo de corte (DAP > 50 cm) seja igual ou inferior a 3 árvores por 100 hectares na área de exploração.

Existe a necessidade da análise de quantificação e qualificação do estoque madeireiro das florestas nativas, isso leva a buscar métodos eficientes de estimativa do volume comercial e, em relação à qualidade, o conhecimento da estrutura interna das árvores, ou seja, a vitalidade, qualidade do fuste e a posição no dossel. Essas informações norteiam decisões silviculturais que culminam no aumento da produção e rentabilidade da floresta (THAINES et al., 2010).

No processo de pesquisa existem várias metodologias criadas/desenvolvidas para descrever o parâmetro de distribuição espacial de espécies arbóreas. Dentre outras. A ferramenta geoestatística tem se destacado no uso de análises espacial e distribuição espacial tendo seu uso aumentado nos últimos anos (Zhang et al., 2015; Valtera et al., 2013; Lundgren et al., 2015; Amaral et al., 2013a).

Dada à importância desta espécie e a falta de estudos básicos para se implementar o manejo e conservação adequado da mesma objetivou-se com o presente trabalho caracterizar a influência da distribuição espacial na qualidade do fuste *Euxylophora paraensis* (Huber), em floresta de terra firme manejada na Amazônia Oriental.

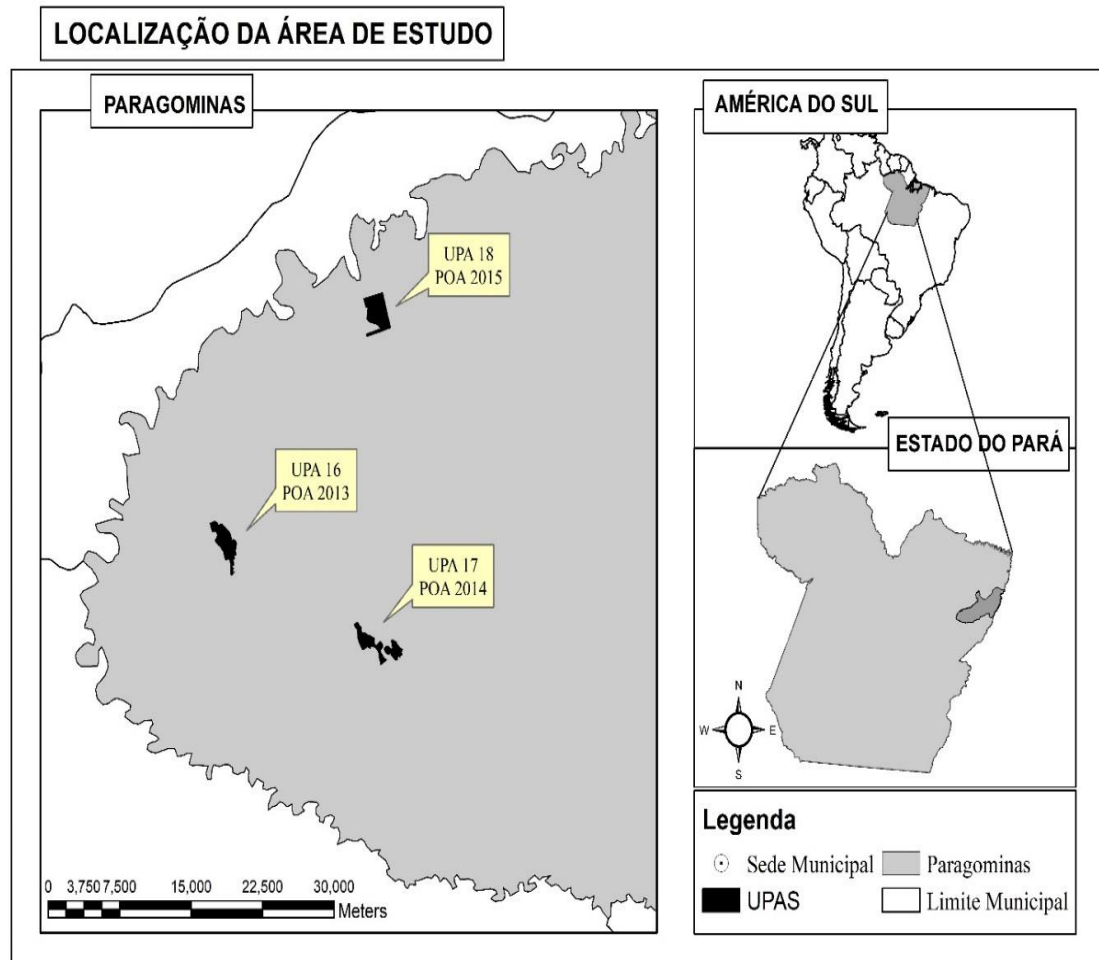
2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Paragominas no sudeste paraense de propriedade da empresa CKBV florestal Ltda., a grande maioria dos (95%) dos solos do município são do tipo amarelo distrófico. Trata-se de solos do tipo latossolo amarelo com alto grau de intemperismo, profundos, ácidos e ricos em alumínio (Rodrigues et. al., 2003), segundo Embrapa (2003). Outros tipos de solos são encontrados em proporção bem menor no município: gleissolo háplico (2,7%), argissolo amarelo (1,7%), neossolo fúlvico (0,7%) e o plintossolo háplico (0,3%).

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo “Aw”, isto é, tropical chuvoso com estação seca bem definida, caracterizado por temperatura média anual de 27,2°C, com umidade relativa do ar de 81% e precipitação pluviométrica média de 1766 mm/ano. O período de menor disponibilidade hídrica ocorre de julho a outubro (WATRIN; ROCHA, 1992). A vegetação da área de estudo é do tipo floresta de terra firme, classificada como Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012).

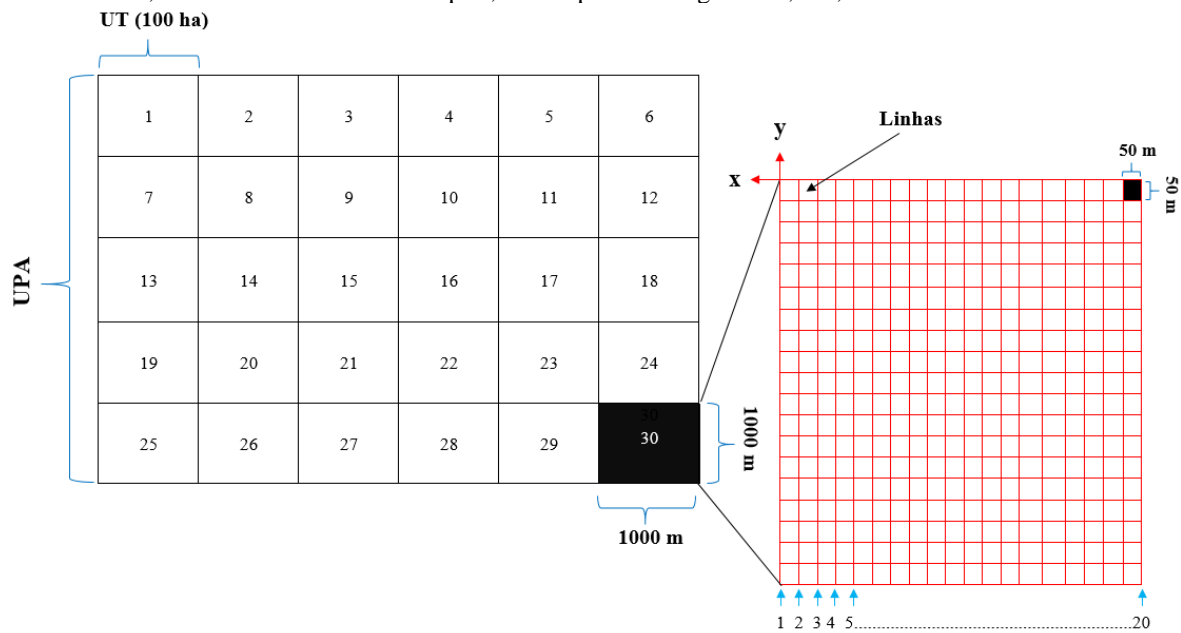
A unidade de manejo florestal fazenda Rio capim, fica localizada nas coordenadas geográficas: 3° 30' e 3°45'S e 48°30' e 48°45'W, com área de 140.000 ha, sendo 121.000 ha de floresta. Foram selecionadas três Unidades de Produção Anual – UPA: UPA 16 com área de 418.75 hectares (Área 1), UPA 17 com 407.70 hectares (Área 2), UPA 18 com 492.83 hectares (Área 3) (Figura 1). As três áreas com total de 1319.28 hectares foram manejadas nos anos de 2013, 2014, 2015, porém a espécie *E. paraensis* não foi colhida.

Figura 1 - Localização da fazenda Rio Capim (visão geral da América do Sul/ Brasil), no estado do Pará município localizado na região sudeste paraense onde se encontram para avaliação e identificação das unidades de produção anual avaliadas.



As UPAs foram divididas em UT (Unidades de Trabalho), cada UT foi dividida em 20 linhas com espaçamento de 50 m entre si, para orientar no caminhamento e localização das árvores (Figura 2). Em cada UT, foram registradas as coordenadas (x, y), e qualidade do fuste. As árvores de *E. paraensis* foram devidamente plaqueadas e georreferenciadas com o intuito de favorecer o processo e otimizar o inventário florestal da área em estudo, de acordo com a metodologia utilizada por de Brandão et al. (2018).

Figura 2 - Croqui de UPA, UT e linhas utilizadas no inventário florestal realizado a 100% de intensidade nas UPAs 16, 17 e 18 na Fazenda Rio Capim, município de Paragominas, PA, Brasil.



Foram obtidos a partir de um banco de dados imagens de satélite Landsat 8 disponibilizados pelo site da Embrapa-monitoramento por satélite coordenadas de altimetria da área em estudo e Shapefile de hidrografia disponibilizados através da base cartográfica do site do IBGE com escala de 1:250.000 para auxiliar nas análises.

A geoestatística foi a ferramenta utilizada para analisar os dados e gerar distribuição espacial de *E. paraensis*. Inicialmente com a modelagem dos semivariogramas para cada ano e, posteriormente a confecção dos mapas de krigagem. A quantidade de ocorrência e influência na qualidade de fuste de *E. paraensis* foi considerada a variável *Z*, que pode variar continuamente no espaço geográfico. Sendo assim, em cada ocorrência da espécie florestal obteve-se o valor da coordenada Universal Transversa de Mercator – UTM de cada parcela (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

A qualidade fuste representa o código numérico variando de 1, 2 ou 3 correspondente ao estado que prevalece a maior parte do fuste de qualidade, QF1: Essa qualidade de fuste terá cerca de 80-100% de aproveitamento, Totalmente reto, sem defeitos, sem bifurcações até 2,50m; QF2: 50-79% de aproveitamento Ligeiramente torto ou com poucos defeitos, sem bifurcações até 2,50m QF3: <50 % Muito torto, com defeitos graves (oco, rachado, podre), ou com bifurcações até 2,50m. Não tem valor comercial para indústria, utilizado na produção de carvão.

Os semivariogramas experimentais foram elaborados a partir das malhas com disposição regular, caso estejam irregulares foi feito o ajuste. Sendo assim valores

observados foram submetidos à variografia regularizados e os cálculos são feitos em direções previamente estabelecidas, visando à compreensão da variabilidade espacial do fenômeno em estudo. (STURARO, 2015).

A análise estrutural é obtida, em geral, por meio do semivariograma (GUERRA, 1988). Os parâmetros observados no semivariograma e utilizados para a integração da krigagem são: o efeito pepita (C_0), sendo o valor da função do semivariograma na origem, representando o valor da descontinuidade; a semivariância estrutural (C), que representa a diferença entre o patamar e o efeito pepita; o patamar ($C + C_0$), que indica o ponto a partir do qual as amostras tornam-se independentes por causa da distância que as separam; e o alcance (a), sendo a distância a partir da qual as amostras passam a ser independentes, refletindo o grau de homogeneização (ISAAKS e SRIVASTAVA, 1989).

Para determinar quanto da variância espacial está presente na variância total da amostra, foi calculado o Índice de Dependência espacial (IDE) proposto por Zimback (2001), utilizando os parâmetros definidos no ajuste do semivariograma (C_0 e C_1), respeitando a relação ($C_0 / (C_1 + C_0)$). Os valores obtidos foram classificados de acordo com as seguintes categorias: forte dependência espacial se $IDE > 0,75$, moderada dependência espacial se $0,25 \leq IDE \leq 0,75$ e fraca dependência espacial se $IDE < 0,25$.

Para realização e organização do banco de dados, foi utilizado o software computacional Microsoft Office Excel® 2010. Para análise de dados e confecção de mapas utilizando imagens landsat 8 de altimetria e drenagem da área experimental foi utilizado o software computacional ArcGIS 10.1. Para análise dos dados e confecção dos mapas de distribuição espacial de *E. paraensis* foi utilizado o programa estatístico SURFER Versão 11.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi feita a análise estatística das notas da avaliação da qualidade de fuste para as três áreas. Os menores valores e conseqüentemente a melhor qualidade foram encontradas na UPA16, com uma média de 1.48, seguido pela UPA17 (média = 1.63) e por fim a UPA18 com a pior média, igual a 1.74. Nas UPAs 16 e 17, houve predomínio da nota “1”, enquanto na UPA18 da nota “2”. Os valores do coeficiente de variação foram considerados elevados pois estiveram sempre acima de 30%; nota-se, portanto, uma distribuição irregular, o que justificaria também uma análise geoestatística dos dados

(Tabela 1). O coeficiente de assimetria permite distinguir as distribuições assimétricas, como os valores foram abaixo de módulo de 1 (um), a função densidade de probabilidade apresentou pouca assimetria, ou seja, apenas um ligeiro deslocamento, para a esquerda nas UPA 16 e 17 e para a direita na UPA 18. Em relação à curtose o valor negativo demonstra uma distribuição mais achatada do que a distribuição normal (platicúrtica).

Tabela 1: Parâmetros da análise estatística da variável qualidade de fuste de *Euxylophora paraensis* (Pau-Amarelo), da UPA16, UPA17 e UPA18 na Fazenda Rio Capim, município de Paragominas, PA – Brasil.

	Valores ¹						Dispersão ²		
	N	Média	Moda	Freq.	Mínimo	Máximo	CV	Assimetria	Curtose
UPA16	83	1.48	1	46	1	3	38.52	0.68	-0.54
UPA17	104	1.63	1	50	1	3	41.81	0.61	-0.7
UPA18	99	1.74	2	65	1	3	30.31	-0.2	-0.36

¹Valores: N: Unidades de Pau-Amarelo avaliadas em cada UPA, Freq.= Frequência da Moda, Max: Nota Máxima avaliada na UPA, Min: Nota mínima avaliada na UPA. ²Dispersão: CV: Coeficiente de Variação (%)

O coeficiente de determinação de $C_0/(C_0+C_1)$, fornece a medida padrão que determina estabelecer o grau de dependência efetiva nas amostras (agregação), ou seja, qual o grau de ocorrência que existe nas verificações (DIONISIO et al., 2015; SANTOS et al., 2020; ANHÊ, et al., 2021). Observa-se que os valores de R^2 foram 0,99 para as 3 áreas do estudo, indicando que a variação máxima entre pontos vizinhos é de 99% entre as áreas estudadas. Esses valores estão dentro do recomendado por Journel e Hijbregts (1978), que citaram que valores abaixo de 0,69 indicam distribuição agregada da variável e valores acima deste índice indicam que o fenômeno estudado está tendendo para a aleatoriedade (Tabela 2).

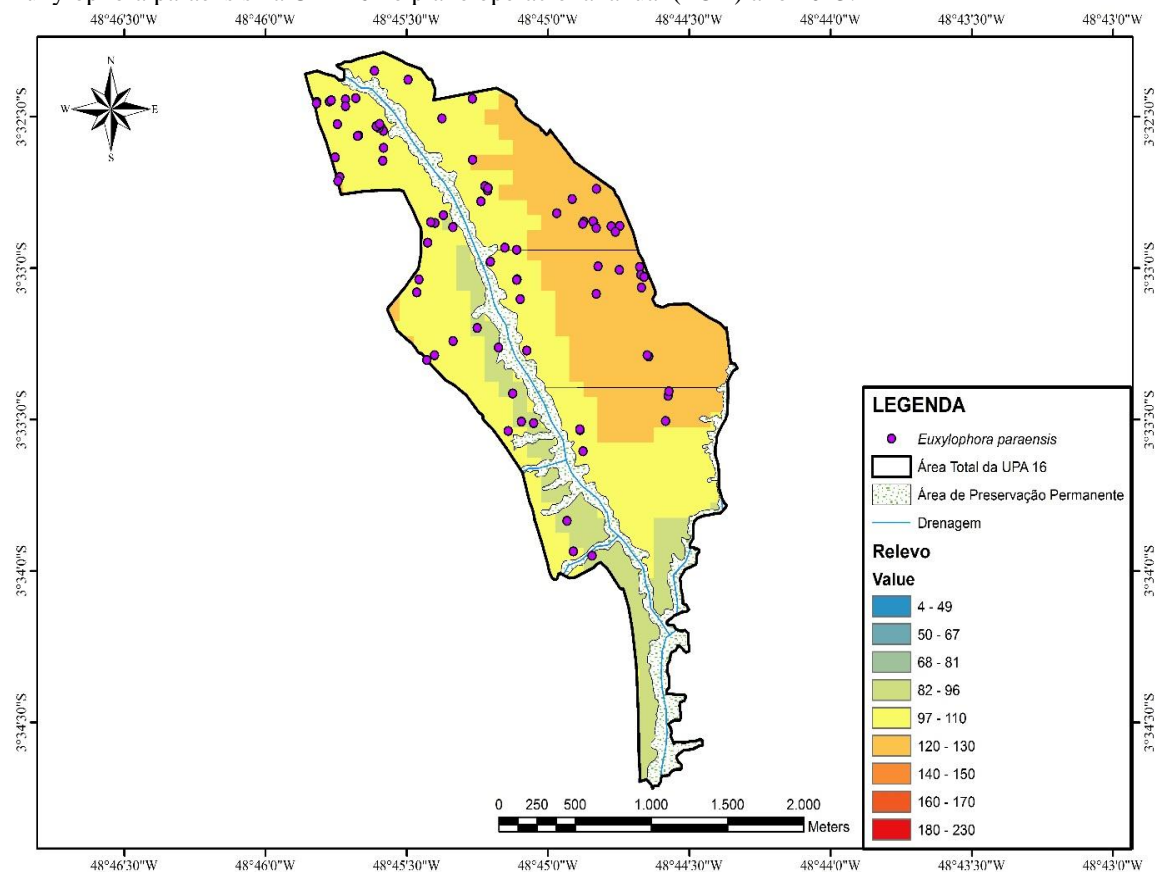
Tabela 2: Parâmetros das análises geoestatísticas dos semivariogramas da distribuição espacial de *Euxylophora paraensis* em três áreas de manejo no município de Paragominas, PA-Brasil.

Áreas Avaliadas	Parâmetros			R^2	K	Modelo	Grau de Dependência
	C0	C1	a (m)				
UPA16_POA2013	0.069	0.294	570	0.99	0.190	ESFÉRICO	FORTE
UPA17_POA2014	0.200	0.480	840	0.99	0.294	ESFÉRICO	MODERADO
UPA18_POA2015	0.055	0.290	600	0.99	0.159	ESFÉRICO	FORTE

No plano operacional anual da UPA 16 ano 2013 a *Euxylophora paraensis* apresentou um modelo de distribuição agregado, formando reboleiras entre as árvores com grau de dependência espacial forte, ajustando ao modelo esférico, verificando que a área em estudo teve influência indireta no modelo de distribuição da espécie no campo, supondo-se assim que a relação do arranjo da espécie no campo está indiretamente ligada

com a altimetria e drenagem na parcela estudada, verificando que locais afastados de APPS e altimetria de 90 a 130 metros maior agregação da espécie (Figura 3). Segundo Costa et al. (2003) a distribuição espacial agregada pode ser exemplificada pelo avanço de novos indivíduos junto ao seus parentais, procedentes de sementes resultantes da dispersão barocórica.

Figura 3: Mapa de avaliação da influência da altimetria e drenagem na disposição das arvores de *Euxylophora paraensis* na UPA16 no plano operacional anual (POA) ano 2013.

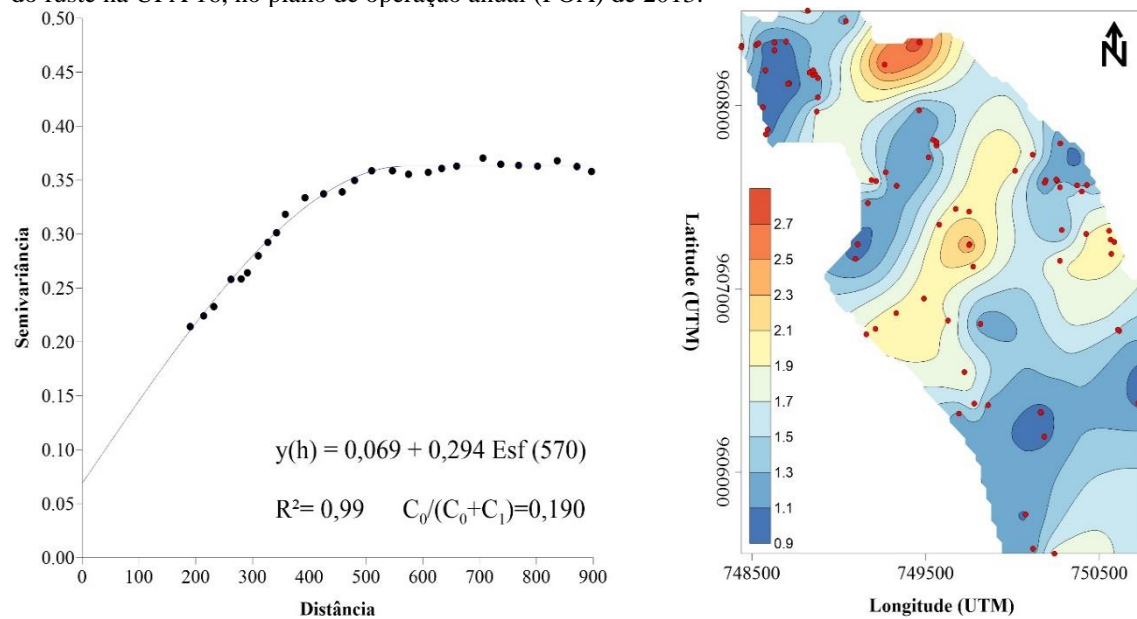


De acordo com Archanjo et al. (2012) parâmetros espaciais são guiados pela dependência espacial das variáveis florestais (densidade, biomassa, volume, área basal e etc.), ou seja, refletem a ocupação dos espaços e uso dos recursos disponíveis no meio ambiente pelas espécies. Podem ser condicionados pelos diversos tipos de padrão, disposição das espécies, qualidade do sítio, formato e luminosidade, intervalos entre árvores e aberturas na floresta (AMARAL et al., 2013b; PRITCHARD; COMEAU, 2004; SANQUENTTA et al., 2007; SOUZA et al., 2012).

Os semivariogramas e o mapas de krigagem da distribuição espacial de pau-amarelo, sendo observado que o coeficiente de determinação (R^2) apresentou amplitude de 0,99, dando uma alta confiabilidade para a estimativa, pois segundo Silva et al., 2011

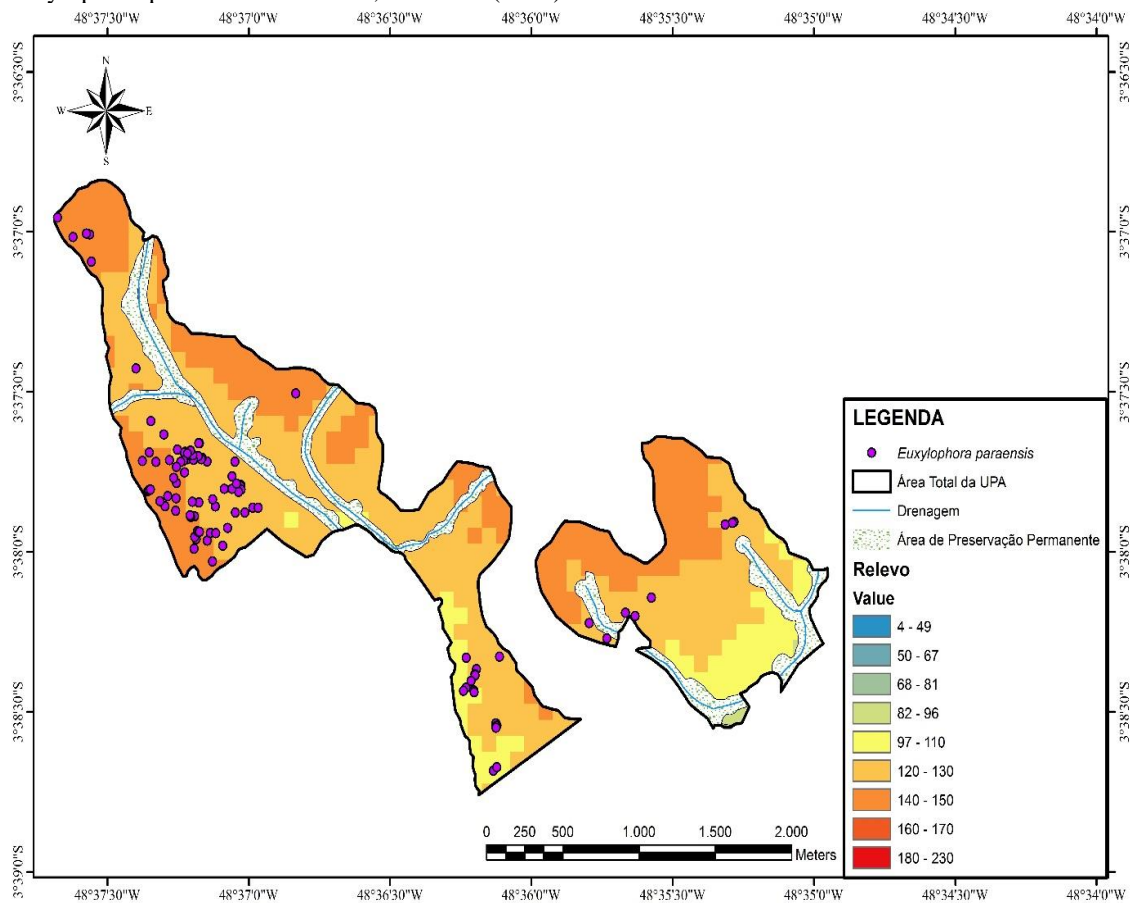
o coeficiente de determinação (R^2) indica a qualidade do ajuste do modelo de semivariograma e valores próximos de um indicam bom ajuste do modelo (Figura 4). Por intermédio dos critérios de modelos semivariogramas e krigagem, foram produzidos os mapas, que permitiram visualizar a distribuição espacial das árvores nas áreas. Percebe-se nos mapas a distribuição agregada dessa espécie, sendo possível visualizar nos mapas a distribuição em manchas ou “reboleiras”.

Figura 4: Análise da distribuição espacial e determinação das árvores com melhores avaliações de qualidade do fuste na UPA 16, no plano de operação anual (POA) de 2013.



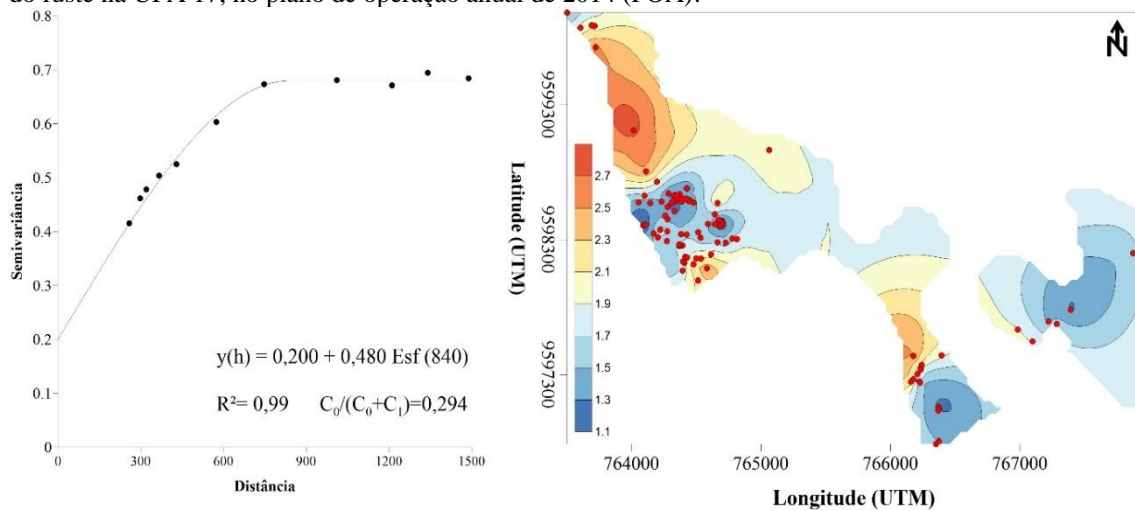
No ano de 2014 no plano operacional anual (POA), verificou-se que *E. paraensis* apresentou distribuição agregada característico da espécie na UPA, observando que a parcela de estudo observada teve relação indireta a agregação da espécie na área, constatou-se que o arranjo das árvores tem conexão indireta com as variáveis de altimetria e drenagem, supondo assim que áreas com maior altimetria e longe de APPs favorecem maior agregação das árvores no campo. (Tabela 1 e Figura 5).

Figura 5: Mapa de avaliação da influência da altimetria e drenagem na disposição das árvores de *Euxylophora paraensis* na UPA 17, ano 2014 (POA).



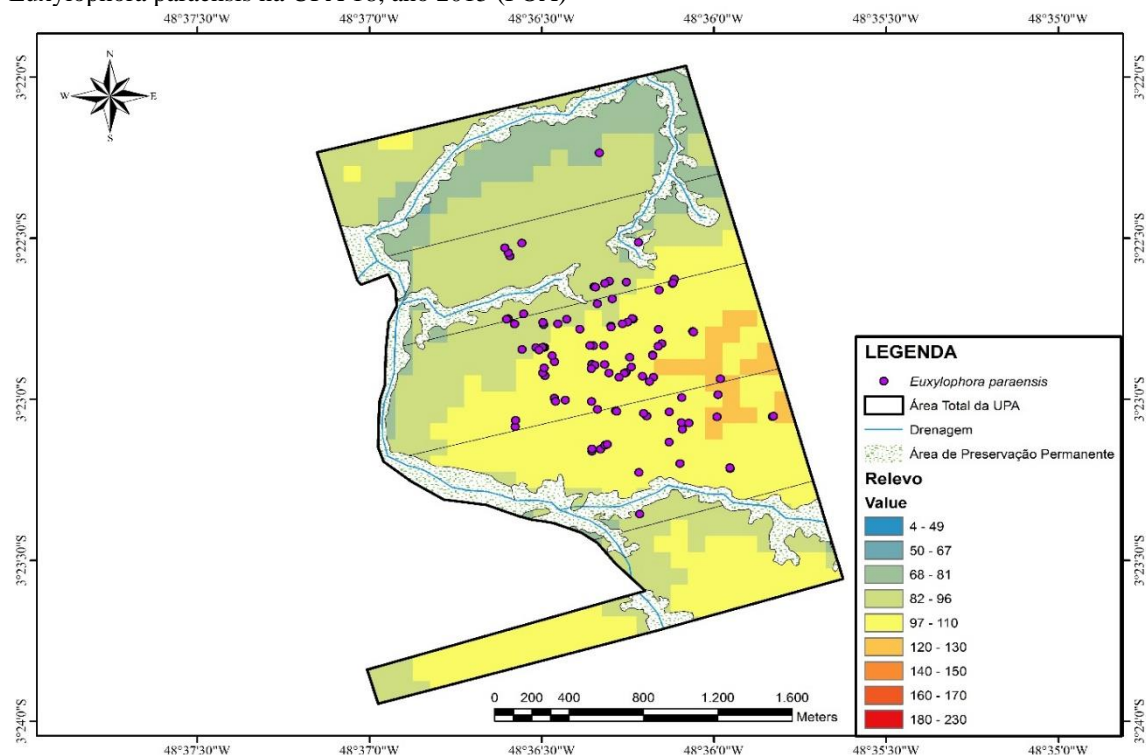
Quanto maior agrupamento da espécie melhor o atributo fuste, evidenciando que a altimetria esta supostamente ligada a uma maior qualidade do fuste, níveis de agregação são atribuídos principalmente a disponibilidade de recursos, condições microclimáticas peculiar e modesta eficiência de dispersão (COLLINS; KLAHR, 1991; GRAU, 2000). De modo oposto, a acentuada concorrência por recursos pode levar a modelos regulares (HASSE, 1995). A disponibilidade de recursos refere-se a importância de água e nutriente no solo (COLLINS; KLAHR, 1991) (Figura 6).

Figura 6: Análise da distribuição espacial e determinação das árvores com melhores avaliações de qualidade do fuste na UPA 17, no plano de operação anual de 2014 (POA).



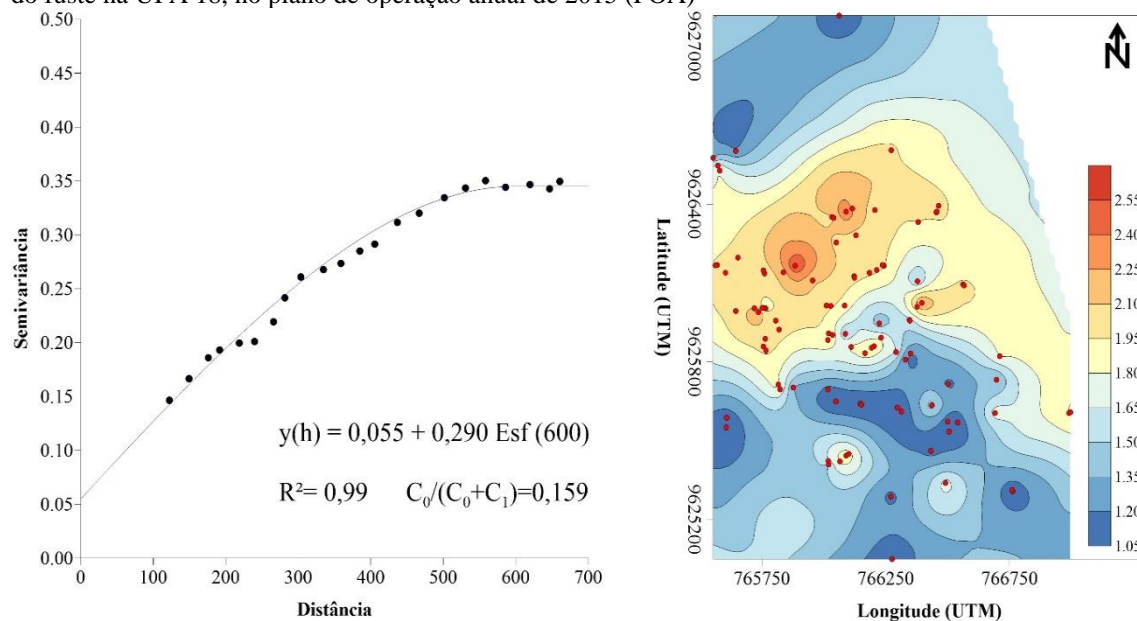
No plano operacional anual de 2015 observou-se que UPA 18 seguiu o modelo de disposição das árvores em comparação com as upas avaliadas em anos anteriores, consequentemente tendo a disposição de árvores no campo seguindo um padrão de distribuição agregada, formando reboleiras da espécie estudada, verificando que a área avaliada interferiu indiretamente na agregação de árvores no campo, supondo a partir disso que a altimetria e drenagem da área tem algum tipo de relação com o maior número de árvores agregadas (Tabela 2 e Figura 7).

Figura 7: Mapa de avaliação da influência da altimetria e drenagem na disposição das árvores de *Euxylophora paraensis* na UPA 18, ano 2015 (POA)



Os mapas indicam que na ocorrência de maior agregação das árvores melhor qualidade do fuste (Figura 8), favorecendo agregação de indivíduos com melhores qualidades do fuste para indústria florestal. Nas florestas tropicais, a alta ocorrência de indivíduos jovens próximos dos adultos é comum, porém, varia de intensidade entre espécies (FORGET et al., 1999). Resultados semelhantes foram encontrados por Abreu et al. (2014) estudando o padrão de distribuição espacial de *Carapa spp.* (andiobeiras) no estado do Amapá, onde constatou que essa espécie, se distribui de forma agregada.

Figura 8: Análise da distribuição espacial e determinação das árvores com melhores avaliações de qualidade do fuste na UPA 18, no plano de operação anual de 2015 (POA)



4 CONCLUSÕES

A espécie *Euxylophora paraensis* apresentou um padrão de distribuição agregado, com dependência espacial reproduzido pelo padrão esférico, constituindo reboleiras de *E. paraensis* na área estudada, com altimetria e drenagem apresentando relação indireta com a agregação da espécie. Maiores agregações da espécie favorecem a qualidade do fuste. Esse delineamento ecológico deve ser avaliado nas tomadas de decisão sobre o manejo e sobrevivência da espécie.

A geoestatística demonstrou ser uma ferramenta de extrema relevância na validação da dispersão da espécie pau-amarelo para estudos de ecologia e preservação da espécie em florestas de terra firme manejadas. O alcance da espécie de *Euxylophora paraensis* variou de 570 metros a 840 metros.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. P.; FERREIRA, R. A.; LISBOA, G. S.; LONGHI, S. J.; WATZLAWICK, L. F. Variabilidade espacial do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener em Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 083-093, 2013a.

AMARAL, L. P. et al. Influência da floresta alterada na distribuição espacial de três espécies da Floresta Ombrófila Mista avaliada pela geoestatística. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 491-501, 2013b. DOI: 10.1590/S0100-67622013000300012.

Anhê, B. B.; SANTOS, A. V. F.; MACEDO NETO, A. A. L.; FARIAS, P. R. S.; CARVALHO, L. L. B. Spatial autocorrelation study of fatal yellowing in organic oil palm in the Eastern Amazon. **CANADIAN JOURNAL OF PLANT PATHOLOGY**, v.1, 2021.

ARCHANJO, K. M. P. A. et al. Estrutura do componente arbóreo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, Cachoeiro de Itapemerim, Espírito Santo, Brasil. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 145-160, 2012.

BRANDÃO, A. D. S. DIONISIO, L. F. S. FARIAS, P. R. S. SCHWARTZ, G. CARVALHO, J. O. P. Spatial distribution pattern of *Euxylophora paraensis* Huber in a natural managed forest in the Eastern Amazon. *Rev. Bras. Cienc. Agrar.*, Recife, v.13, n.3, e5545, 2018.

COLLINS, S.; KLAHR, S. Tree dispersion in oak-dominated forests along an environmental gradient. **Oecologia**, Berlim, v. 86, p. 471-477, 1991

COSTA, L. G. S. et al. **Projeto viabilidade técnica do extrativismo vegetal na Amazônia**: O caso da andiroba e copaíba. Belém, 2003. 41 p.

DINIZ, K. S; SCUDELLER, V. V. **Estrutura fitossociológica de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA, 2005.

DIONISIO, L. F. S.; LIMA, A. C. S.; MORAIS, E. G. F.; CORREIA, R. G.; SANTOS, A. V. F.; XIMENES, C. K. S. Distribuição espacial de *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) em plantio de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq) em Roraima. **Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 327-336, 2015. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i3.2517>

FREITAS, L. J. M. et al. Silvicultura em clareiras: estratégia de conservação in situ de *Euxylophora paraensis* (pau-amarelo) no Nordeste Paraense. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2019.

GARCIA, S.S.C. **Estudos dendrocronológicos em *Euxylophora Paraensis* Huber (Rutaceae) e *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) provenientes de plantios em terra firme na Amazônia oriental**. 55 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014

ISAAKS, E, H.; SRIVASTAVA, R, M, **An introduction to applied geostatistics**, New York: Oxford University Press, 1989, 561p.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012. 275 p. disponível em <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso em 05/10/2017

LUNDGREN, W. J. C.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C. Estimação de volume de madeira de eucalipto por cokrigagem, krigagem e regressão. **CERNE**, v. 21, n. 2, p. 243-250, 2015, disponível em. <<http://dx.doi.org/10.1590/01047760201521021532>>. Acesso em 14/12/2017

MARGALHO, Luciano Ferreira et al. Conhecendo espécies de plantas da Amazônia: pau-amarelo (*Euxylophora paraensis* Huber-Rutaceae). **Embrapa Amazônia Oriental- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2014.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, **Brasil. Acta Amazonica**, Manaus, v.34, n.1, p.21-34, 2004.

SPANNER, G. C., & SILVA, E. C. R. **Modelagem da distribuição potencial da espécie Euxylophora paraensis no Brasil**. II Congresso Amazônico de Meio Ambiente e Energias renováveis. Pará, 2016

PRITCHARD, J. M.; COMEAU, P. G. Effects of opening size and stand characteristics on light transmittance and temperature under young trembling aspen stands. **Forest Ecology and Management**, v. 200, n. 1-3, p. 119-128, 2004. DOI: 10.1016/j.foreco.2004.06.002.

RODRIGUES, E. T. SILVA, R. C. SILVA. J. M. L. JÚNIOR, R. C.O. GAMA, J. R. N. F. VALENTE. M. A. Caracterização e Classificação dos Solos do Município de Paragominas, Estado do Pará. EMBRAPA (Documentos, 162), 51 p, 2003.

SANTOS, A. V. F.; ANHE, B. B.; SOARES, J. A. C. ; BASTOS, L. F. ; LINS, P. M. P. ; FARIAS, P. R. S. ; BATISTA, T. F. V. ; SILVA, A. G. Distribuição espaço-temporal da doença murcha-de-phytonomas em plantio de coqueiro (*cocos nucifera* L.) na amazônia oriental. **INTERNATIONAL JOURNAL OF DEVELOPMENT RESEARCH**, v. 10, p. 40437-40442, 2020.

SILVA, A. G. da; FARIAS, P. R. S.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; CORREIA, R. G.; SILVA, J. B. da; RODRIGUES, N. E. L. Análise espacial da mosca-negra-dos-citros em um pomar de citros utilizando a geoestatística. **Revista Agricultura**, v.86, n.2, p.102-114, 2011.

SOUZA, P. B. et al. Estrutura diamétrica dos estratos e grupos ecológicos de uma área de Floresta Estacional Semidecidual, em Dionísio, MG. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 151-160, 2012. DOI: 10.1590/S0100-67622012000100016.

THAINES, F. et al. Equações para estimativa de volume de madeira para a região da bacia do Rio Ituxi, Lábrea, AM. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 283-289, 2010

VALTERA, M.; SAMONIL, P.; BOUBLÍK, K. Soil variability in naturally disturbed Norway spruce forest in the Carpathians: Bridging spatial scales. **Forest Ecology and Management**, v. 310, p. 134-146, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.08.004>
VIEIRA, S.R. **Curso de Geoestatística aplicada à ciência, fitotecnia e entomologia**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 77p, 1997.

Yamamoto, J. K.; Landim, P. M. B. Geoestatística: conceitos e aplicações. In: Conceitos básicos. São Paulo, São Paulo: Oficina de textos, 2013. 24p.

ZHANG, H.; ZHUANG, S.; QIAN, H.; WANG, F.; HAIBAO, J. I. Spatial Variability of the Topsoil Organic Carbon in the Moso Bamboo Forests of Southern China in Association with Soil Properties. **Plos one**, 2015. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0119175>

ZIMBACK, C. R. L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência)-Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2001.