

Classificação do potencial volumétrico de uma área submetida a manejo florestal na Floresta Nacional do Tapajós

O objetivo deste trabalho foi classificar o potencial volumétrico de uma área submetida ao manejo florestal sustentável na Floresta Nacional do Tapajós. Os dados são oriundos da Unidade de Produção Anual (UPA) 08 da área de manejo florestal da Cooperativa Mista da FLONA do Tapajós (COOMFLONA). Os dados foram obtidos no inventário 100% das Unidades de Trabalho (UTs), onde foram inventariadas todas as árvores com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) = 35 cm, e foram utilizados somente os dados de 26 espécies comerciais exploradas pela COOMFLONA. A classificação do potencial volumétrico foi feita para uma UT escolhida aleatoriamente. Para a estratificação volumétrica, foi utilizada a distância euclidiana simples como medida de dissimilaridade e o método Ward como algoritmo de agrupamento. A análise discriminante foi aplicada para verificar a veracidade da distinção e da classificação das quadras em classes homogêneas de estoque volumétrico. A UT-06 foi estratificada em 3 classes de estoque volumétrico, sendo I, II e III, que representam, respectivamente, as classes de alto, médio e baixo estoque volumétrico. A análise discriminante indicou que a classificação das quadras nas classes de estoque volumétrico foi 100% correta. Observou-se que as quadras agrupadas dentro da mesma classe de estoque são mais homogêneas entre si em comparação com aquelas agrupadas nas demais classes. A análise de agrupamento revelou-se ser um método eficaz de estratificação de áreas de florestas naturais heterogêneas, podendo servir como subsídio para planejamento de ações de manejo sustentável, como na definição de áreas mais produtivas e seleção de árvores para colheita.

Palavras-chave: Colheita Florestal; Análise de Agrupamento; Classes de Estoque.

Classification of the volumetric potential of an area submitted to forest management in the Tapajós National Forest

The objective of this work was to classify the volumetric potential in an area subject to sustainable forest management in the Tapajós National Forest. The data come from the Annual Production Unit (UPA) 08 of the forest management area of the Tapajós Cooperative (COOMFLONA). Data were obtained from the 100% Inventory of Work Units (UTs), where all trees with Diameter at Breast Height (DBH) = 35 cm were inventoried and only the data of 26 commercial species explored by COOMFLONA were used. We realize the classification of volumetric potential for a randomly chosen UT. For volumetric stratification, we used the simple Euclidean distance as a measure of dissimilarity and the Ward method as clustering algorithm. We applied the discriminant analysis to verify the veracity of the distinction and the classification of the blocks in homogeneous classes of volumetric stock. UT-06 was stratified into 3 classes of volumetric stock, being I, II and III, which represent, respectively, the high, medium and low volumetric stock classes. The discriminant analysis indicated that the classification of the blocks in the volumetric stock classes was 100% correct. We observed that the blocks grouped within the same class of stock are more homogeneous with each other compared to those grouped in the other classes. The clustering analysis proved to be an effective method of stratification of heterogeneous natural forest areas, and could serve as a subsidy for planning sustainable management actions, such as defining more productive areas and selecting trees for harvesting.


Keywords: Forest Harvest; Group Analysis; Stock Classes.


Topic: **Ciências Florestais**


Received: **06/02/2020**


Approved: **04/03/2020**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Kleyton Kléber dos Santos Corrêa 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6116620823011650>
<http://orcid.org/0000-0001-6478-3671>
kleyton.kleber@hotmail.com

Lucas Cunha Ximenes 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0879648522574450>
<http://orcid.org/0000-0002-3568-4401>
lucasximenesflorestal@gmail.com

Renato Bezerra da Silva Ribeiro 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7885186126846547>
<http://orcid.org/0000-0001-6385-9224>
florestalrenatoribeiro@gmail.com

João Ricardo Vasconcellos Gama 
Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9058536716453750>
<http://orcid.org/0000-0002-3629-3437>
jrv gama@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.002.0005

Referencing this:

CORRÊA, K. K. S.; XIMENES, L. C.; RIBEIRO, R. B. S.; GAMA, J. R. V..
Classificação do potencial volumétrico de uma área submetida a
manejo florestal na Floresta Nacional do Tapajós. **Revista Ibero
Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.2, p.43-52, 2020. DOI:
<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.002.0005>

INTRODUÇÃO

O Manejo Florestal Sustentável (MFS) tem ganhado destaque ao longo dos anos principalmente pela legalidade da colheita de madeira nas florestas da Amazônia, regido por normas jurídicas como a Resolução CONAMA 406/2009, Decreto 5.975/2006 e Instruções Normativas MMA 04 e 05/2006. Este tipo de manejo busca reduzir os impactos causados pela exploração e assegurar a sustentabilidade da produção florestal por meio do planejamento da colheita que atenda a critérios sociais, econômicos e ambientais (SOUZA et al., 2017).

Nos Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFSs) para a produção de madeira, a intensidade de corte é definida de forma a propiciar a regulação da produção florestal, sendo estabelecida a intensidade de 30m³/ha para o PMFS pleno com ciclo de corte inicial de 35 anos, considerando que na escolha das árvores seja mantida 10% por espécie na área de efetiva exploração da UPA e no mínimo 3 árvores por espécie a cada 100 hectare, por Unidade de Trabalho (UT) (BRASIL, 2006).

Além de definir critérios para a seleção de árvores para exploração, é interessante também que sejam definidos critérios para seleção de árvores remanescentes. Em uma Unidade de Produção Anual (UPA) onde ocorrem áreas com diferentes estoques volumétricos e capacidades produtivas, a colheita deve ser conduzida de forma que se colham menos de áreas de baixo estoque e mais de áreas com alto estoque, e dessa forma, causar menos impactos na floresta remanescente das colheitas seletivas (SOUZA et al., 2013).

Diante as muitas variáveis mensuráveis que as florestas apresentam, a estatística multivariada, por avaliar múltiplas variáveis, se destaca como uma importante ferramenta a ser aplicada no campo das ciências florestais, servindo como um adequado método para atingir o conhecimento que se faz necessário acerca da sustentação e conservação das florestas (ARAÚJO, 2002; ALBUQUERQUE, 2013). A utilização de várias variáveis e, conseqüentemente, a aplicação de técnicas estatísticas apropriadas para o estudo das inter-relações entre os diversos fatores, evidencia a importância da estatística multivariada para a classificação de sítios florestais (LIMA JÚNIOR et al., 2008)

Uma das análises deste tipo de estatística importantes na ciência florestal é a análise de agrupamento, considerada uma ferramenta multivariada cujo objetivo é dividir os elementos da amostra, ou população, em grupos de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si, considerando as variáveis que neles foram medidas, e que os elementos classificados em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a estas mesmas características (MINGOTI, 2005).

A classificação da produção de uma área florestal em classes de estoque volumétrico é uma ferramenta importante para compreender melhor a distribuição espacial do estoque comercial e pré-comercial dentro de uma área de manejo, além disso, essa classificação permite melhor planejamento e controle da produção (MEDEIROS, 2008).

A classificação do potencial volumétrico de florestas nativas já vem sendo bastante utilizada, como nos trabalhos realizados por Souza et al. (1990), Souza et al. (2003), Souza et al. (2006), Medeiros (2008), Lima et al. (2011), Lima et al. (2014). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi classificar o potencial

volumétrico de uma área submetida ao manejo florestal sustentável na Floresta Nacional do Tapajós.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área

A área de estudo se localiza no km 67 da BR-163 no município de Belterra/PA, em uma Área de Manejo Florestal que pertence a Cooperativa Mista da FLONA do Tapajós (COOMFLONA) localizada na Floresta Nacional do Tapajós. Os dados são oriundos da Unidade de Produção Anual (UPA) 08 com área total de 1000 hectares distribuídos em 10 Unidades de Trabalho (UTs), cujas coordenadas geográficas são 2º45' e 4º15' de Latitude Sul e 54º45' e 55º30' de Longitude Oeste (Figura 1). Cada UT corresponde a uma área de 100 hectares (1000m x 1000m), e dividida em 16 quadras de 250m x 250m.

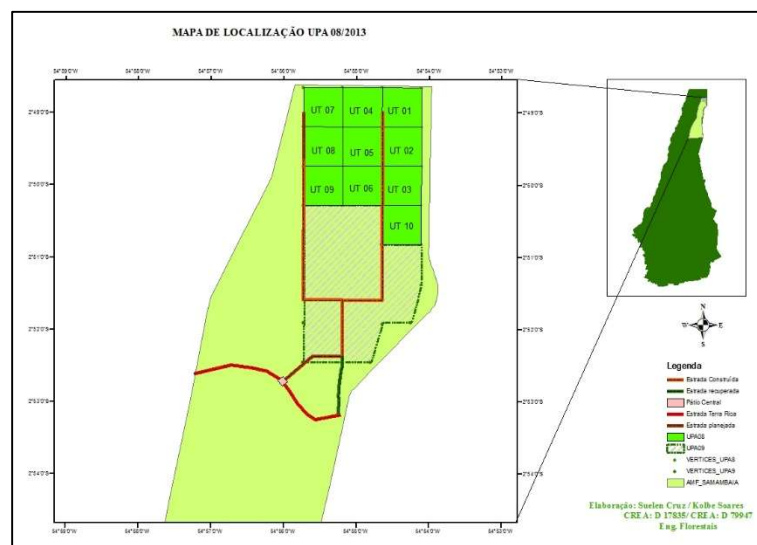


Figura 1: Mapa de localização da Unidade de Produção Anual (UPA) 08.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é quente e úmido (Ami – equatorial) com pequenas estações secas, temperatura média entre 25°C e 27°C com umidade relativa do ar em média de 90%, e pluviosidade elevada com média de 1.500 a 2.500 mm/ano. O tipo de solo predominante é o Latossolo Amarelo Distrófico, que são solos profundo e com baixa capacidade de troca catiônica (ESPÍRITO-SANTO et al., 2005). A tipologia florestal predominante na FLONA do Tapajós é a Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012), com aproximadamente 412 espécies pertencentes a 57 famílias, com dominância de árvores de grande porte (IBAMA, 2004).

Coleta de dados

Os dados foram obtidos no inventário 100% das UTs, onde foram inventariados todos os indivíduos com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) ≥ 35 cm. O cálculo do volume total das árvores inventariadas foi realizado por meio duas formas, sendo uma para as árvores com $50 \text{ cm} \geq \text{DAP} < 180 \text{ cm}$ que foi calculado por meio de uma equação específica reajustada para o Plano Operacional Anual (POA) da referida UPA, conforme expressão abaixo:

$$Vc/c = -1,62417418781688 + (0,0480994938040122 \times DAP) + (-0,00023994940357249 \times DAP^2) + (0,000038450842995472 \times DAP^2 \times Hc)$$

Sendo:

Vc/c = volume com casca, em m^3 ;

DAP = diâmetro a altura do peito, em cm;

Hc = altura comercial, em metros.

A outra forma de cálculo do volume envolveu as árvores com DAP acima e abaixo do Diâmetro Mínimo ou Máximo de Corte (DMC), no qual foi calculado utilizando o fator 07 (HEINSDIJK et al., 1963), conforme expressão:

$$V_{cc} = \left(\frac{DAP^2 * \pi}{40000} \right) * Hc * 0,7$$

Em que: V_{cc} = volume com casca, em m^3 ; DAP = diâmetro a altura do peito, em cm; e Hc = Altura comercial, em metros.

Diante dos dados do inventário 100%, foram utilizados somente os dados de 26 espécies comerciais exploradas pela COOMFLONA na UPA 08, que conforme o POA, são selecionadas seguindo critérios estabelecidos (DMC, qualidade de fuste 1 e 2 e forma do fuste).

Análise Multivariada

A COOMFLONA define a intensidade de corte de uma UPA por UT, e o planejamento de colheita da UT é feito por quadra. Baseado nisso, realizou-se a estratificação de uma UT escolhida aleatoriamente afim de eliminar qualquer critério de seleção. A UT-06 foi escolhida aleatoriamente por meio de sorteio. A análise dos dados consistiu, inicialmente, na quantificação do número de árvores, da área basal e do volume de cada quadra para os indivíduos com $DAP \geq 50$ cm (Diâmetro Mínimo de Corte).

De posse dessas variáveis do povoamento, procedeu-se a elaboração de uma matriz X de dados, em que cada variável x_{ij} representou a j -ésima variável na i -ésima quadra, para $i = 1, 2, 3 \dots n$ quadras e $j = 1, 2, 3 \dots p$ variáveis. A matriz X foi utilizada como entrada de dados nas análises de agrupamento e discriminante. Para a estratificação da quadra foi utilizado como critério de agrupamento a distância euclidiana simples como medida de dissimilaridade e o método de *Ward* como algoritmo de agrupamento conforme expressão abaixo:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{h=1,2,\dots,p}^p (X_{hi} - X_{hj})^2}$$

Em que: d_{ij} = distância euclidiana entre as quadras i e j ; X_{hi} = valor da variável p na quadra i ; e X_{hj} = valor da variável p na quadra j .

Para a definição das classes de estoque volumétrico, foi traçada uma linha de corte paralela ao eixo horizontal do dendrograma obtido na análise de agrupamento. A análise discriminante foi realizada para verificação da veracidade da distinção e classificação das quadras em classes homogêneas de estoque volumétrico. Estas análises foram feitas utilizando o *software* R Core Team (2015) versão 3.2.2, com apoio da plataforma R Studio versão 1.0.136.

Com base no agrupamento homogêneo das quadras e seus arranjos espaciais, elaborou-se um mapa

da UT baseado no estoque volumétrico, com a possibilidade de propor áreas mais apropriadas ao manejo para produção sustentada, bem como aquelas para preservação. O mapa foi produzido utilizando o *software* ArcGis 10.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A UT-06 compreende 16 quadras com volume total de 4190,61 m³, área basal de 441,88 m² e 879 indivíduos distribuídos em 26 espécies comerciais. O volume, área basal e número de indivíduos por quadra é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Total de área basal, volume e número de indivíduos por quadra da UT-06.

Quadra	Área Basal (m ²)	Volume (m ³)	Número de árvores
1	25,31506	256,6881	47
2	27,9433	264,8243	56
3	34,1173	326,9957	68
4	21,45302	192,1312	45
5	29,18853	280,419	60
6	27,70508	266,8234	53
7	32,50005	301,9947	62
8	22,3847	210,1726	43
9	37,03612	341,1633	69
10	34,93238	313,7838	60
11	21,78855	200,8653	48
12	17,39975	185,2772	41
13	27,1322	251,2879	47
14	29,36933	277,7327	64
15	28,28779	279,3934	64
16	25,32997	241,0623	52
TOTAL	441,8831	4190,615	879

Estratificação da área

A UT foi estratificada utilizando as variáveis volume (m³), área basal (m²) e número de indivíduos por quadra. A escolha destas variáveis foi baseada na ideia de que estas são as principais medidas que respondem a volumetria de uma área. A UT foi estratificada em 3 classes de estoque volumétrico, sendo I, II e III, que representam, respectivamente, as classes de alta, média e baixo estoque volumétrico. O dendrograma (Figura 2) obtido da análise de agrupamento apresenta no eixo vertical a distância euclidiana simples em porcentagem e no eixo horizontal as quadras agrupadas formando as classes homogêneas de estoque volumétrico.

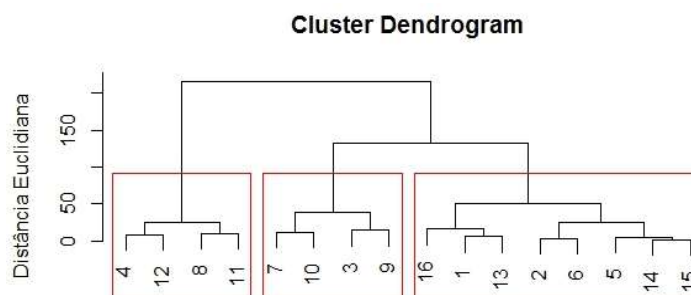


Figura 2: Dendrograma representando a estratificação da UT-06 obtido na análise de agrupamento.

Esse resultado foi semelhante aos encontrados por Souza et al. (2003), Souza et al. (2006), Medeiros

(2008) e Souza et al. (2014), que usando a mesma metodologia de agrupamento, classificaram floretas naturais heterogêneas em classes de mínimo, médio e máximo estoque volumétrico. Com a estratificação da área, observa-se que as quadras agrupadas dentro da mesma classe de estoque são mais homogêneas entre si em comparação com aquelas agrupadas nas demais classes, levando em consideração as variáveis estudadas.

Pode-se perceber isso na Tabela 2, pois nela estão presentes os valores de área basal, volume e número de indivíduos por quadra nas suas respectivas classes de estoque. Em termos de estoque, seguiu-se um padrão decrescente de volume da classe alta até a baixa, com transição de aproximadamente 31 m³ entre as classes baixa e média e de aproximadamente 21,5 m³ entre as classes média e alta, ou seja, a análise de agrupamento conseguiu diferenciar os maiores valores de volume de entre as classes de estoque.

Tabela 2: Total de área basal, volume e número de indivíduos por quadra da UT-06 em suas respectivas classes de estoque volumétrico.

Quadra	Área basal (m ²)	Volume (m ³)	Número de árvores	Classe de estoque
9	37,03612	341,1633	69	Alto
3	34,1173	326,9957	68	Alto
10	34,93238	313,7838	60	Alto
7	32,50005	301,9947	62	Alto
5	29,18853	280,419	60	Médio
15	28,28779	279,3934	64	Médio
14	29,36933	277,7327	64	Médio
6	27,70508	266,8234	53	Médio
2	27,9433	264,8243	56	Médio
1	25,31506	256,6881	47	Médio
13	27,1322	251,2879	47	Médio
16	25,32997	241,0623	52	Médio
8	22,3847	210,1726	43	Baixo
11	21,78855	200,8653	48	Baixo
4	21,45302	192,1312	45	Baixo
12	17,39975	185,2772	41	Baixo
TOTAL	441,8831	4190,615	879	-

A análise de agrupamento também mostrou que nem toda quadra que tem quantidade de árvores maior do que outras, deve estar classificada em uma classe de alto estoque volumétrico. Isso é possível verificar nas quadras 14 e 15 que pertencem a classe de estoque média, mas que possuem maior número de indivíduos e menor volume do que as quadras 07 e 10 que pertencem a classe de estoque alta. Isso mostra que a alta produtividade das quadras 7 e 10 está relacionada com a presença de mais árvores superiores em diâmetro do que nas quadras 14 e 15 (Tabela 3).

As quadras 14 e 15 possuem, respectivamente, 4 e 5 indivíduos que tem DAP > que 100 cm, enquanto que as quadras 7 e 10, possuem 11 e 10 indivíduos, respectivamente, na mesma classe de DAP, indicando a influência desses indivíduos superiores em diâmetro na definição da classe de estoque ser alta. Esses indivíduos dominantes em DAP nas quadras 7 e 10 da classe alta de estoque, representam cerca de 31% do volume total de sua quadra, já as nas quadras 14 e 15 da classe média de estoque, esses indivíduos representam cerca de 16,5% do volume em sua quadra.

A análise discriminante apresentou probabilidades de 0,25 para a classe I, 0,50 para a classe II e 0,25 para classe III. A análise indicou que a classificação das quadras nas classes de estoque volumétrico est 100%

correta (Tabela 4). Isso mostra que o agrupamento feito com base nas variáveis escolhidas apresenta alta consistência interna e máxima heterogeneidade entre as classes, não havendo classificações errôneas e conseqüentemente a necessidade de alocação de uma destas para outra classe.

Tabela 3: Distribuição diamétrica para as classes de médio e alto estoque volumétrico.

CLASSE MÉDIA				CLASSE ALTA			
Quadra	CCDAP (cm)	Nº árvores	Volume (m ³)	Quadra	CCDAP (cm)	Nº árvores	Volume (m ³)
14	55	13	26,91	7	55	12	22,39
	65	18	56,49		65	14	44,48
	75	12	51,90		75	8	38,50
	85	10	52,77		85	9	43,28
	95	7	42,94		95	8	52,52
	105	1	10,23		105	6	51,94
	115	1	7,74		115	3	26,67
	125	1	10,25		125	1	9,96
	135	0	0,00		135	0	0,00
	145	1	18,51		145	1	12,25
Total		64	277,73	Total		62	301,99
15	55	18	38,61	10	55	10	24,75
	65	11	39,41		65	8	25,60
	75	17	69,23		75	10	43,44
	85	9	53,88		85	10	57,00
	95	4	28,42		95	12	70,49
	105	3	31,25		105	3	18,96
	115	0	0,00		115	3	28,51
	125	1	9,12		125	0	0,00
	135	0	0,00		135	2	22,86
	145	1	9,46		145	2	22,17
Total		64	279,39	Total		60	313,78
Total Geral		128	557,13	Total Geral		122	615,78

Tabela 4: Resultado da análise discriminante mostrando as probabilidades de classificação para as classes de estoque.

Classes	Classificação correta %	Classe I (p=0,25)	Classe II (p=0,50)	Classe III (p=0,25)
I	100	2	0	0
II	100	0	3	0
III	100	0	0	4
Total	100	2	3	4

p= probabilidade de classificação da análise discriminante para as classes de estoque volumétrico.

Sousa et al. (2006) afirmam que a classificação do potencial volumétrico de uma área em três classes é um método eficiente na estratificação homogênea de uma floresta inequiana, que pode se constituir em estratos, compartimentos e classes de sítios, capazes de melhorar o planejamento de inventários florestais, a elaboração e execução do plano de manejo, na delimitação de zonas de florestas para produção sustentada e proteção e em estudos fitossociológicos e ambientais em geral.

Diante da classificação da área em classes de estoque volumétrico, a UT-06 ficou compartimentada conforme Figura 3. Observa-se que o arranjo das quadras nas classes de estoque foi contíguo, ou seja, quadras pertencentes as mesmas classes ficaram próximas umas das outras, permitindo a execução das atividades de colheita e tratamentos silviculturas na área de manejo florestal.

Segundo o Planejamento Operacional Anual (POA) da UPA-08, foi explorado o volume de 2830,23 m³ na UT-06, com intensidade de corte de 28,75 m³.ha⁻¹, buscando um método de seleção de árvores de forma a aumentar a produção da área a ser manejada, seguindo todos os parâmetros de uma colheita sustentável. Diante dos indivíduos selecionados para corte pela COOMFLONA, a Tabela 5 mostra a quantidade de volume, área basal e número de árvores das quadras da UT-06 com a colheita, remanescentes e porcentagem após colheita.

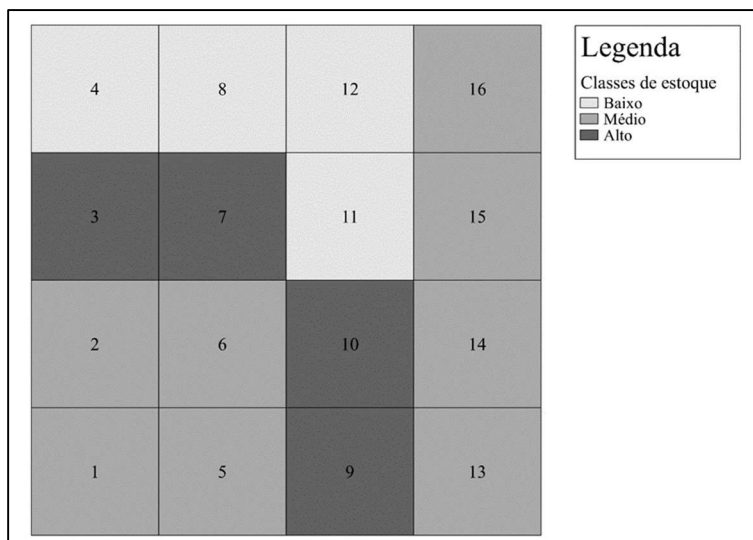


Figura 3: Classificação do potencial volumétrico da UT 06 de acordo com o arranjo real das quadras.

Tabela 5: Área basal, volume, e número de indivíduos total, remanescente e colheita por quadra e por classe de estoque volumétrico de acordo com o POA da UPA 08.

Quadra	Classe	Total			Colheita			Remanescentes			% colheita		
		V	AB	N	V	AB	N	V	AB	N	V%	AB%	N %
3	Alto	327,00	34,12	68	209,64	21,92	31	117,36	12,20	37	64,1	64,2	45,6
7	Alto	301,99	32,50	62	209,19	22,52	31	92,80	9,98	31	69,3	69,3	50,0
9	Alto	341,16	37,04	69	249,88	26,52	39	91,28	10,52	30	73,2	71,6	56,5
10	Alto	313,78	34,93	60	222,85	25,83	35	90,94	9,10	25	71,0	73,9	58,3
4	Baixo	192,13	21,45	45	116,32	12,86	19	75,81	8,59	26	60,5	60,0	42,2
8	Baixo	210,17	22,38	43	149,05	15,16	21	61,12	7,23	22	70,9	67,7	48,8
11	Baixo	200,87	21,79	48	141,08	15,02	25	59,79	6,76	23	70,2	69,0	52,1
12	Baixo	185,28	17,40	41	127,62	11,19	19	57,66	6,21	22	68,9	64,3	46,3
1	Médio	256,69	25,32	47	186,51	18,01	27	70,18	7,31	20	72,7	71,1	57,4
2	Médio	264,82	27,94	56	178,90	18,84	28	85,92	9,11	28	67,6	67,4	50,0
5	Médio	280,42	29,19	60	166,93	16,72	24	113,48	12,47	36	59,5	57,3	40,0
6	Médio	266,82	27,71	53	197,27	20,33	31	69,55	7,38	22	73,9	73,4	58,5
13	Médio	251,29	27,13	47	187,16	20,99	30	64,13	6,14	17	74,5	77,4	63,8
14	Médio	277,73	29,37	64	161,17	17,00	27	116,56	12,37	37	58,0	57,9	42,2
15	Médio	279,39	28,29	64	161,29	16,34	26	118,10	11,95	38	57,7	57,8	40,6
16	Médio	241,06	25,33	52	165,35	16,88	28	75,71	8,45	24	68,6	66,6	53,8

V = Volume, em m³; AB = Área Basal, em m²; N = número de árvores; V% = Volume, em porcentagem; AB% = Área Basal, em porcentagem; N% = número de árvores, em porcentagem.

Considerando a ideia de que a colheita deve ser de forma que se colham menos de áreas de baixo estoque e mais de áreas com alto estoque, causando menos impactos na floresta remanescente das colheitas seletivas (SOUZA et al., 2013), observou-se que algumas quadras como a 1, 6 e 13 que pertencem a classe média de estoque volumétrico, possui uma sobrecarga de colheita, sendo colhido 72,7%, 73,9%, 77,4% do volume, respectivamente. Comparando com a classe alta de estoque, algumas quadras apresentaram menor porcentagem de volume explorado (Tabela 5). Da mesma forma, na classe de baixo estoque como as quadras 8 e 11, têm volume para exploração de 70,9% e 70,2%, respectivamente, enquanto que na classe média de estoque, algumas quadras como a 5, 14 e 15 têm menos que 60% de volume para exploração.

Tais situações, pode exercer uma pressão maior nas quadras de baixo e médio estoque, pois a alta redução de volume, área basal e número de indivíduos nessas áreas, acarretaria em perturbações ecológicas maiores dentro da UT. A estratificação da área em classes de estoque volumétrico mostra que na seleção de árvores para colheita, além de considerar critérios técnicos e ecológicos, como por exemplo, o Diâmetro Mínimo e Máximo de Corte, qualidade de fuste, distribuição espacial e diamétrica, que já são utilizados de

forma eficiente, considera-se também o potencial volumétrico da área, como uma forma de obter um melhor equilíbrio de volumetria em toda a área de colheita.

Comparando os mapas pré-exploratório e pós-exploratório (Figura 4), é possível observar os efeitos da colheita sobre as quadras da classe de mínimo estoque e algumas quadras da classe de médio estoque como a 1, 6 e 13. Além da análise feita anteriormente sobre essas quadras (Tabela 5), visualmente também é possível observar tais situações de sobrecarga de colheita, observada pela desuniformidade na distribuição e quantidade de indivíduos remanescentes.

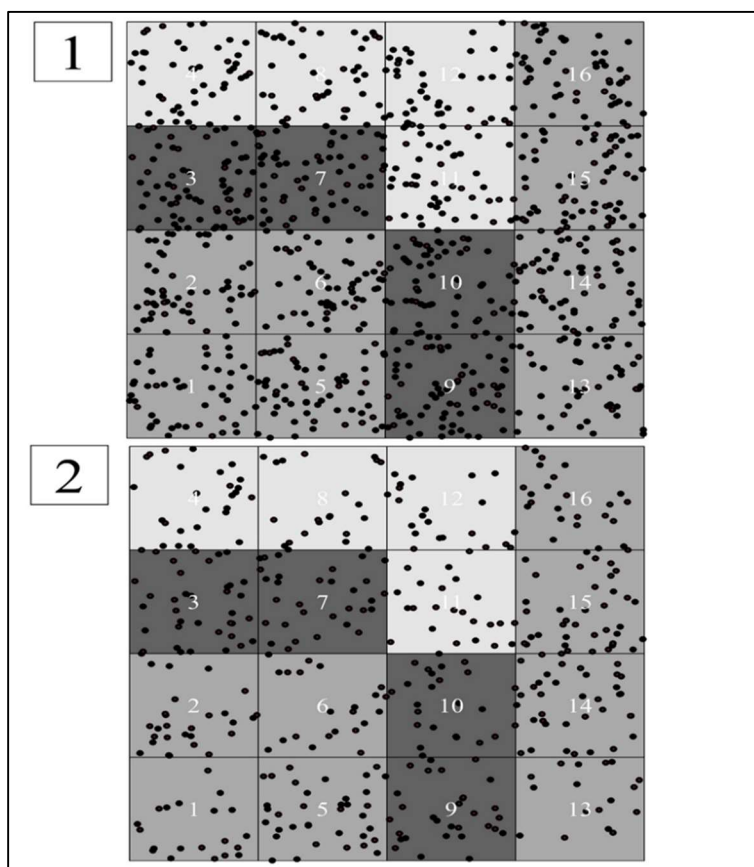


Figura 4: Mapa pré-exploratório (1) e pós-exploratório (2) da UT 06.

CONCLUSÕES

A análise de agrupamento com as variáveis selecionadas revelou-se ser um método eficaz de estratificação de áreas de florestas naturais heterogêneas, podendo servir como subsídio para planejamento de ações de manejo sustentável, como na definição de áreas mais produtivas e seleção de árvores para colheita.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. A.. **Análise de Agrupamento Hierárquica e Incremental**: Estudo de Caso em Ciências Florestais. Tese (Doutorado em Biometria e Estatística Aplicada) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

ARAUJO, H. J. B.. **Agrupamento das espécies madeireiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do projeto de colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade**

das propriedades físicas e mecânicas. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

BRASIL. **Instrução Normativa nº5** - Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável-PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de

sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

ESPIRITO-SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; OLIVEIRA, L. E.; ARAGÃO, C.; MACHADO, E. L. M.. Análise da composição florística e fitossociológica da floresta nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélites. **Acta Amazônica**, v.35, p.155-173, 2005.

HEINSDIJK, D.; BASTOS, A. M.. **Inventários florestais na Amazônia**. Serviço Florestal Brasileiro. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1963.

IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: 2012.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Floresta Nacional do Tapajós: Plano de Manejo**. Brasília: IBAMA, 2004.

LIMA JÚNIOR, L. M.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SANTOS, E. S.; JÚNIOR, M. A. L.; FERRAZ, I.. Utilização de técnicas multivariadas na classificação de fases de crescimento de *Leucaena leucocephala* (LAM.) de Wit. **Revista Floresta**, v.39, n.4, p.921-935, 2009.

LIMA, R. B.; APARÍCIO, P. S.; APARÍCIO, W. C. S.; SOTTA, E. D.; GUEDES, M. C.; OLIVEIRA, L. P. S.. Estratificação Volumétrica da Floresta Estadual do Amapá, extremo norte, Brasil. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 5. **Anais**. Santa Maria: UFSM, 2011.

LIMA, R. B.; APARÍCIO, P. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, W. C.; GUEDES, M. C.; OLIVEIRA, C. P.; SILVA, D. A. S.; BATISTA, A. P. B.. Volumetria e classificação da capacidade produtiva para *Mora paraensis* (Ducke) no estuário amapaense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.42, n.101, p.141-154. 2014.

MEDEIROS, R. M.. **Estratificação volumétrica e crescimentos de uma floresta ombrófila densa, município de Almeirim, estado do Pará**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

MINGOTI, S. A.. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2015.

SOUZA, A. L.; HOSOKAWA, R. T.; KIRCHNER, F. F.; MACHADO, S. A.. Análises multivariadas para manejo de floresta natural na Reserva Florestal de Linhares, Espírito Santo: análises de agrupamento e discriminante. **Revista Árvores**, v.14, n.2, p.85-101, 1990.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; GAMA, J. R. V.; LEITE, H. G.. Emprego da análise multivariada para estratificação vertical de florestas inequidistantes. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.59-63, 2003.

SOUZA, A. L.; SOUZA, D. R.. Análise multivariada para estratificação volumétrica de uma floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.49-54, 2006.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B.. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa: UFV, 2013.

SOUZA, M. A. S.; AZEVEDO, C. P.; SOUZA, C. R.; FRANÇA, M.; NETO, E. L. V.. Dinâmica e produção de uma floresta sob regime de manejo sustentável na Amazônia Central. **Revista Floresta**, Curitiba, v.47, n.1, p.55-63, 2017.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.