

## ANÁLISE DE FITORECUPERAÇÃO EM AMBIENTE DEGRADADO USANDO RELAÇÕES ENTRE O DIÂMETRO DA COPA - DCP E O DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO - DAP

Gustavo Henrique de Souza Araújo<sup>1</sup>, Afonso Rodrigues Aquino<sup>2</sup>, Josimar Ribeiro de Almeida<sup>2,3</sup>, Nivar Gobbi<sup>4</sup>

1 - ECOCLEAN; 2 - IPEN-CNEN/SP; 3 - UFRJ-COPPE/EE-DHS; 4 - UNESP-IB-RC

### RESUMO

Para comprovar a validade da expressão da dominância em função da área basal, conforme sugerido por Cain et al. [2] foram testados seis modelos matemáticos. Os modelos testados foram os seguintes:  $Dcp = a + b (d_{1,3}) + c (1/d_{1,3})$ ;  $Dcp = a + b (d_{1,3}) + c (d_{1,3})^2$ ;  $Dcp = a + b (d_{1,3})$ ;  $Dcp = a + b (1/d_{1,3})$ ;  $Dcp = a + b (d_{1,3})^2$ ; e  $Dcp = a + b (\log d_{1,3})$ ; onde:  $Dcp$  = diâmetro da copa;  $d_{1,3}$  = diâmetro a 1,30 m do solo, ou diâmetro à altura do peito (DAP); e  $a, b, c$  = coeficientes da equação de regressão. Comprovada a relação  $Dcp/d_{1,3}$ , calculou-se a área basal ( $G$ ), que é a somatória das secções transversais ( $g$ ) dos fustes de cada árvore de uma espécie, expressa por unidade de área, neste caso o hectare. Existe forte correlação entre o diâmetro das copas ( $Dcp$ ) e o DAP na floresta estudada. Dos seis modelos testados, somente dois,  $Dcp = a + b (1/d_{1,3})$  e  $Dcp = a + b (\log d_{1,3})$ , não apresentam bom grau de ajuste, não devendo ser utilizados nesse tipo de floresta. Os valores do coeficiente de determinação do modelo -  $r^2$  acima de 0,70 indicam que é possível utilizar-se o DAP e, portanto a área basal para expressar a dominância, principalmente considerando que a relação diâmetro da copa/DAP é muito específica.

**Descritores:** meio ambiente, regeneração, recursos naturais

### INTRODUÇÃO

A estrutura diamétrica vem sendo, avaliada através da distribuição diamétrica do número de indivíduos [1-4] e, além disso, através da distribuição diamétrica da área basal e volume [5], pode ser feito para espécies isoladas ou para uma floresta como um todo. Quando a análise contempla espécies isoladas, segundo Finol [6], poucas são aquelas que apresentam distribuição dia-

### ABSTRACT

Six mathematical models had been tested to prove the validity of the dominance expression as a function of the basal area. The tested models take into account a relationship between the diameter at breast height - diameter measured at 1.3 m from the ground (DBH) and the crown diameter (CD). They are the following:  $CD = a + b (DBH) + c (1/DBH)$ ;  $CD = a + b (DBH) + c (DBH)^2$ ;  $CD = a + b (DBH)$ ;  $CD = a + b (1/DBH)$ ;  $CD = a + b (DBH)^2$  and  $CD = a + b (\log DBH)$ ; where  $a, b$  and  $c$  are coefficients of the regression equation. Once established the relationship  $CD/DBH$  it was calculated the basal area, that is the total sum of the transversal section of the shafts of each tree from the same species, expressed per unit area, the hectare in this case. Strong correlation exists between the crown diameter - CD and the diameter at breast height - DBH in the studied forest. From the six tested models only two,  $CD = a + b (1/DBH)$  and  $CD = a + b (\log DBH)$  did not present good agreement, being inadequate for this forest. Values of  $r^2$  - coefficient of determination of the model - above 0.70 indicate that it is possible to use the DBH and therefore the basal area to express the dominance, mainly considering that the relationship  $CD/DBH$  is very specific.

**Key words:** environmental, regeneration, natural resources

métrica regular, como definido por Finol [2,6] e Veja [3,4]. Por outro lado quando se analisa a estrutura de florestas tropicais nativas, geralmente estas apresentam a forma regular, o que, segundo Finol [2] e Veillon [7] é devido ao grande número de indivíduos das espécies que só ocorrem nas classes inferiores, e que correspondem até a 25% do total de espécies.

Seis tipos de distribuição diamétrica para as espécies de floresta tropical são distinguidos e relacionados às diferentes exigências de luz de cada espécie, e afirma que as categorias espécies do sub-bosque e espécies em equilíbrio exponencial (com grande amplitude de variação de DAP) representam quase 90% do total de espécies com DAP maior que 10 cm, sendo as espécies da categoria com regeneração abundante e em equilíbrio, os chamados edificadores da floresta [8].

## MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliação de amostragem Husch [9] menciona, dentro dos processos aleatórios, o processo de amostragem em dois estágios, que é um processo aleatório restrito, onde o segundo estágio da amostragem fica restrito ou dependente do primeiro estágio. Tem como principal vantagem a redução dos custos resultante da concentração da sub-amostragem dentro das unidades primárias. Neste processo, as unidades primárias e secundárias da amostragem são previamente definidas em forma e tamanho. Higuchi [10] testou vários tamanhos de parcelas amostrais, concluindo que as parcelas retangulares apresentam melhores resultados que as quadradas, podendo ser utilizadas de uma maneira geral parcelas de até 40 m de largura por 150 m de comprimento. Para Lamprecht [11] o tamanho da amostra para estudos estruturais não deve ser inferior a 1 hectare, podendo variar a forma, porém recomenda que se utilizem amostras de 20 m por 500 m como padrão. Unidades de amostras menores não terão a mesma eficácia em florestas tropicais.

A população objetivo deste estudo consiste da cobertura vegetal constituída de indivíduos com altura total (h) maior ou igual a 10 cm, o que implica em uma amplitude de distribuição grande. A amostragem foi dividida em três níveis de abordagem, em função do tamanho dos indivíduos, desta forma tem-se: Nível I - Para abordar indivíduos com altura total maior ou igual a 10 cm de DAP menor que 5 cm; Nível II - Para abordar indivíduos com DAP maior ou igual a 5 cm e menor que 20 cm. Nível III - Para abordar indivíduos com DAP maior ou igual a 20 cm.

Para o nível I de abordagem, foram utilizadas faixas de 2 m de largura e 100 m de com-

primento, que são as unidades primárias, divididas em parcelas de 2 m X 10 m (unidades secundárias), que por sua vez foram divididas em parcelas quadradas de 2 m de lado. As unidades de amostra utilizadas no nível II consistiram de faixas de 10 m de largura e 100 m de comprimento (unidades secundárias) localizadas na metade da unidade de 20 m por 500 m do nível III (unidade primária) e dividida em parcelas quadradas de 10 m de lado. A forma e o tamanho das unidades de amostra do nível III foram previamente estabelecidos, baseando-se na forma e tamanho propostos por Lamprecht [11] e Finol [6]. Desta forma, foram utilizadas faixas de 1 hectare, com 20 m de largura e 500 m de comprimento, divididas em parcelas de 20 m X 100 m, e estas em sub-parcelas de 10m x 20 m.

O sistema de amostragem adotado na coleta de dados foi misto, sistemático aleatório, no qual as unidades de amostra do nível III foram distribuídas sistematicamente segundo os eixos Norte-Sul e Leste-Oeste. As unidades secundárias de amostra do nível II foram aleatoriamente sorteadas e distribuídas dentro das unidades de amostra do nível III e as unidades secundárias do nível I foram sorteadas e distribuídas aleatoriamente dentro das unidades secundárias do nível II, caracterizando dessa forma o processo de amostragem em dois estágios descrito por Husch [9]. A amostragem preliminar consistiu da medição de 30 unidades do nível III, 25 unidades secundárias no nível II e 100 unidades secundárias no nível I. A partir dos dados coletados nessa amostragem preliminar, foi calculada a intensidade ideal de amostragem para abordar quantitativamente a população. A intensidade ideal para abordar qualitativamente, ou seja, para abordar a composição florística do povoamento foi obtida através da curva-espécie-área.

A estrutura horizontal é representada por aqueles parâmetros que indicam a ocupação do solo pela espécie no sentido horizontal da floresta. Portanto, para representá-la, utilizam-se os valores de abundância relativa, dominância relativa e frequência relativa, obtidos sobre a população adulta, ou seja, formada de indivíduos com DAP maior ou igual a 20 cm, que foram abordados pelo nível III, de acordo com a proposição de Lamprecht [11]. Para comprovar a validade da expressão da

dominância em função da área basal, conforme sugerido por Cain [12], foram testados seis modelos matemáticos. Os modelos testados foram os seguintes:  $D_{cp} = a + b (d_{1,3}) + c (1/d_{1,3})$ ;  $D_{cp} = a + b (d_{1,3}) + c (d_{1,3})^2$ ;  $D_{cp} = a + b (d_{1,3})$ ;  $D_{cp} = a + b (1/d_{1,3})$ ;  $D_{cp} = a + b (d_{1,3})^2$ ; e  $D_{cp} = a + b (\log d_{1,3})$ ; onde:  $D_{cp}$  = diâmetro da copa;  $d_{1,3}$  = diâmetro a 1,30 m do solo, ou diâmetro à altura do peito (DAP); e a,b,c = coeficientes da equação de regressão. Comprovada a relação  $D_{cp} / d_{1,3}$ , calculou-se a área basal (G), que é a somatória das secções transversais (g) dos fustes de cada

árvore de uma espécie, expressa por unidade de área, neste caso o hectare.

Para calcular-se a secção transversal individual, utilizou-se o diâmetro correspondente ao centro de cada classe diamétrica, através da expressão  $g = \pi d^2 / 4$ , o que permitiu a elaboração da Tabela 1 para o cálculo da área basal de cada morfoespécie, cujo valor foi obtido pela somatória do produto da secção transversal de cada classe diamétrica pelo número de indivíduos da morfoespécie nessa classe.

**Tabela 1** – Secção transversal individual

Classe Diamétrica (cm)	Centro de Classe $d_{1,3}$ (cm)	$g = \frac{\pi d^2}{4}$ <sub>-1,3-</sub>
20-29,9]	25	0,053
30-39,9]	35	0,089
40-49,9]	45	0,163
50-59,9]	55	0,245
60-69,9]	65	0,354
70-79,9]	75	0,452
80-89,9]	85	0,601
90-99,9]	95	0,703
>100	105	0,872

Para se obter a frequência absoluta do nível I foram consideradas as cinco parcelas de 2 m x 10 m como uma amostra, vide Tabela 2. Dessa forma, cada parcela ocupada pela espécie representa 0,2 (20%) de frequência absoluta. Uma vez que a unidade padrão da análise estrutural é uma amostra de 1 hectare (20 m x 500 m), na qual foram medidos 3 grupos de 5 parcelas de 2 m x 10 m, a frequência absoluta nível I é dada pela média aritmética dos valores das amostras ou grupos de 5 parcelas.

Para a obtenção da frequência absoluta do nível II, foram considerados amostras de 10 m

x 100 m, divididas em parcelas quadradas de 10m de lado. Cada parcela ocupada pela espécie representa 0,1 (10%) de frequência absoluta. Foram medidas 3 amostras, com 10 parcelas, sendo a frequência absoluta do nível II pela media aritmética dos valores das amostras ou grupos de 10 parcelas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados do nível III forneceu as estimativas dos parâmetros frequência e área basal.

**Tabela 2** – Frequência e área basal

Parâmetro	x	s	$\frac{-}{sx}$	CV(%)
Frequência (n° de indivíduos/ha)	189,462	12,953	3,578	6,25
Área Basal (m²/ha)	23,043	1,753	0,095	5,06

Os intervalos de confiança (IC) para a média de frequência e área basal, também obtidas da análise, são: Frequência (IC) = 177,871

$< \bar{x} < 219,424 = P0,05$  e Área basal (IC) =  $22,574 < \bar{x} < 27,417 = P0,05$ . A Tabela 3 mostra a análise de variância para os dados obtidos no nível II de abordagem.

**Tabela 3** – Análise de variância para o nível II de abordagem

Fonte	GL	SQ	MQ	F
Entre UP	7	2572,823	384,875	1,676 ns
Dentro das UP	16	4217,692	285,645	
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>6678,857</b>		

$F_{7/16} = 2,66$   
0,05

Da análise dos dados foram obtidas as seguintes estimativas dos parâmetros: Média ( $\bar{x}$ ) = 1225,342 indivíduos/ha; Variância entre

UP ( $se^2$ ) = 41,217; Variância dentro UP ( $sd^2$ ) =

255,712, e erro padrão ( $sx^2$ ) = 3,947. O intervalo de confiança (IC) para a média do número de indivíduos por 1000 m<sup>2</sup>, dessa fração do povoamento com DAP entre 5 cm e

20 cm e IC =  $108,963 < \bar{x} < 128,262 = P0,05$ . Não existe diferença significativa entre as unidades primárias do nível II de abordagem, sendo maior a variação dentro das unidades primárias, ou seja, entre as unidades secundárias da amostragem, o que recomenda que seja

utilizado o processo de amostragem inteiramente aleatório para esta fração de florestas. Para florestas com esta estrutura, os resultados da análise estatística do processo de amostragem em dois estágios demonstram que, para a mesma área (200 ha), o número de 6 unidades primárias de 1 hectare, cada uma com 3 unidades secundárias de 1000 m, são suficientes para avaliar-se quantitativamente o povoamento com DAP maior ou igual a 5 cm menor que 20 cm.

A Tabela 4 apresenta a análise de variância para os dados obtidos no nível I de abordagem. A análise foi feita para quatro frações da floresta: população total, população sem cipós, população sem palmeiras e população sem cipós e palmeiras.

**Tabela 4** – Análise de variância para o nível I de abordagem

	POPULAÇÃO	FONTE	GL	SQ	MQ F
TOTAL	Entre	25	345345,8	381784,3	1,952
	Dentro	98	245825,9	2493,533	
	Total	100	301516,8		
SEM CIPOS	Entre	25	23992,7	169948,7	1,623
	Dentro	99	112062,2	1145,928	
	Total	100	154057,8		
SEM PALMEIRAS	Entre	25	76976,67	3487,244	1,653
	Dentro	97	280262,9	2233,982	
	Total	100	305061,8		
SEM CIPOS E PALMEIRAS	Entre	25	34171,24	1487,574	1,515
	Dentro	97	98507,35	989,644	
	Total	100	18272,21		

$F_{23,96} \equiv F_{24,120} = 1,61$   
0,05 0,05

Da análise dos resultados foram obtidas as estimativas dos parâmetros da população para cada fração da mesma, veja Tabela 5.

**Tabela 5** – Parâmetros da população

POPULAÇÕES	$x/\overline{20m^2}$	$s^2e$	$s^2d$	$\overline{Sx}$
População total	142,764	176,386	2438,524	4,302
População sem cipós	113,715	103,211	1056,836	2,989
População sem palmeiras	129,718	189,864	2322,902	4,142
População sem cipós e palmeiras	90,913	90,689	95,688	2,729

Na Tabela 6, são apresentados os resultados da análise de regressão dos 6 modelos matemáticos testados para expressar a relação Dcp/DAP.

**Tabela 6** – Análise de regressão da relação Dcp/DAP

Modelo	a	b	c	$r^2$	sxy	IF(sxy%)
$Dcp = a + b (d_{1,3}) + c (1/d_{1,3})$	3,220	13,287	-0,065	0,730	2,287	36,351
$Dcp = a + b (d_{1,3}) + c (d_{1,3})^2$	2,196	16,552	-2,012	0,734	2,038	28,822
$Dcp = a + b (d_{1,3})$	2,722	13,867		0,728	2,957	29,091
$Dcp = a + b (1/d_{1,3})^{1/2}$	10,317	-0,700		0,333	3,223	45,582
$Dcp = a + b (1/d_{1,3})$	-2,597	18,251		0,713	2,112	29,872
$Dcp = a + b (\text{Log } d_{1,3})$	13,268	10,352		0,581	2,553	36,112

$d_{1,3}$  = diâmetro à altura do peito (DAP) à 1,30m do solo

Dcp = diâmetro da copa

A.b.c = coeficiente da regressão

IF(sxy%) = índice de Furnival

Os resultados apresentados no Quadro 5 demonstram que existe forte correlação entre o diâmetro das copas (Dcp) e o DAP na floresta estudada. Dos 6 modelos testados, somente dois,  $Dcp = a + b (1/d_{1,3})$  e  $Dcp = a + b (\log d_{1,3})$ , não apresentam bom grau de ajuste. Os valores de  $r^2$  acima de 0,70 indicam

que é possível utilizar-se o DAP e, portanto, a área basal para expressar a dominância, principalmente considerando que a relação diâmetro da copa/OAP é muito específica. Assim pode-se utilizar o modelo  $Dcp = a + b (d_{1,3}) + (d_{1,3})^2$  para ratificar a expressão da dominância em função da área basal.

## REFERÊNCIAS

- [1] FINOL, U. H. *Estudio silvicultural de algunas especies comerciales en el Bosque Universitario "El caimital"*. Estado Barinas. Ver. For. Venez., 7 (10-11): 17-63, 1964.
- [2] FINOL, U. H. *Possibilidades de manejo silvicultural para las reservas forestales de la Region Occidental*. Ver. For. Venez., 12 (17): 81-100, 1969.
- [3] VEJA, C.L. *Observaciones ecologicas sobre los bosques de roble de la sierra Boyacá, Colombia*. Turrialba, 16 (3): 286-296, 1966.
- [4] VEJA, C. I. *La estructura y composicion de los bosques humedos tropicales del Carare, Colombia*. Turrialba, 18 (4): 416-436, 1968.
- [5] LONGHI, S. J. *A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze, sul do Brasil*. Curitiba. Dissertação de Mestrado. UFPr. 198 p, 1980.
- [6] FINOL, U. H. *Nuevos parametros a considerarse en el analisis estrutural de las selvas virgenes tropicales*. Ver. For. Venez., 14 (21): 29-42, 1971.
- [7] VEILLON, J.; KONRAD, V. W.; GARCIA, N. *Estudio de la masa forestal y su dinamismo en parcelas de diferentes tipos ecológicos de bosques naturales de las tierras bajas venezolanas*. Rev. For. Venez., 19(26) : 73-106., 1976.
- [8] ALMEIDA, J. R.; AQUINO, A R. & AGUIAR, L. A. *Avaliação do Uso de Recursos Florestais par Fins Energéticos pela População de S. J. Miribu (RN – Brasil)* Rev. Bras. Pesq. Desenv. vol 5. 101-103-105, 2003.
- [9] HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. *Forest mensuration*. The Ronald press. 410 p, 1972.
- [10] HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; JARDIM, F. C.S. *Tamanho de parcelas amostrais para inventários florestais*. Acta Amazônica, 12 (1): 91-103, 1982.
- [11] LAMPRECHT, H. *Ensayo sobre la estructura floristica de la parte sur-oriental del Bosque Universitario «El caimital», Estado Barinas*. Rev. Form. Venez., 7 (10-11): 77-119, 1964.
- [12] CAIN, S. A.; CASTRO, G. M.; PIRES, J. M.; SILVA, N. T. da - 1956. *Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forest*. Amer. Journ. Of Botany, 43 (10): 911-941.