

LUÍS CLÁUDIO BENEVIDES MOREIRA

COMPETIÇÃO ENTRE ÁRVORES EM FLORESTAS TROPICAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M835c
2014

Moreira, Luís Cláudio Benevides, 1986-
Competição entre árvores em florestas tropicais / Luís
Cláudio Benevides Moreira. – Viçosa, MG, 2014.
xi, 21f. : il. ; 29 cm.

Orientador: João Augusto Alves Meira Neto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Florestas Tropicais. 2. Árvores - Competição.
3. Ecologia. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Biologia Geral. Programa de Pós-graduação em Ecologia.
II. Título.

CDD 22. ed. 634.95

LUÍS CLÁUDIO BENEVIDES MOREIRA

COMPETIÇÃO ENTRE ÁRVORES EM FLORESTAS TROPICAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 27 de Fevereiro de 2014.

Markus Gastauer

Luiz Fernando Silva Magnago

Andreza Viana Neri

João Augusto Alves Meira Neto
(Orientador)

*“O amor por todas as coisas vivas é o
mais nobre atributo de um homem”.*

(Charles Darwin)

À minha amada esposa, Gabriella.

À infinita bondade e ensinamentos de meu pai, Jesus Moreira.

À sabedoria, carinho e amor de minha mãe, Solange Benevides.

Às minhas queridas irmãs, Flávia e Isabela Benevides.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo seu amor, graça e misericórdia em minha vida.

À minha esposa Gabriella pelos momentos de atenção, carinho, paciência, dedicação e por estar sempre ao meu lado me fazendo feliz.

Aos meus pais e minhas irmãs pela dedicação e esforço ímpar para que minha felicidade estivesse sempre acima de qualquer dificuldade.

À Universidade Federal de Viçosa e o Programa de Pós-Graduação em Ecologia, pela oportunidade de crescimento através do contato com o seu corpo docente, discente e utilização do espaço físico.

Ao Projeto Floresta-Escola pela concessão de minha bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Pedro Eisenlohr pelos ensinamentos e pela oportunidade inicial dada.

Ao meu orientador professor Dr. João Augusto Alves Meira Neto, pela confiança, paciência, incentivo, atenção e amizade no decorrer destes anos em que fiquei sob sua orientação.

Ao Dr. Markus Gastauer, pelas orientações, ensinamentos, paciência, esforço e acima de tudo a grande amizade construída ao longo destes anos.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Ecologia e do LEEP pelos conhecimentos compartilhados.

Aos colegas e companheiros de convivência no LEEP, Celso, Amilcar, Luiz Magnago, Carla, Crístielle, Écio, Geana, Fábio, Carol, Gláucia, Jan, Prímula, Priscila, Alice, Marcela e Gladson.

Aos amigos e colegas que fiz em Viçosa, Filipe Fernandes, Bianca, Nice, Elaine, Taís, Dani, Bob, Bruno Tinti, Mariana, Cristiano, Raphael e tantos outros que de alguma forma me deixaram sua contribuição neste período de grande aprendizado em minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	2
2.1 Áreas de estudo	2
2.2 Coleta de Dados	4
2.3 Vizinho mais próximo	4
2.4 CAP, DAP ou Área Basal como medida do Vigor Competitivo	5
2.5 Verificando competição através do vigor competitivo	5
2.6 A influência do vigor competitivo na competição	5
2.7 As relações do aumento do CAP	6
2.8 A influência do indivíduo mais vigoroso	6
3. RESULTADOS	7
3.1 Vizinho mais próximo	7
3.2 CAP, DAP ou Área Basal como medida de Vigor Competitivo	7
3.3 Verificando competição através do vigor competitivo	9
3.4 A influência do vigor competitivo na competição	9
3.5 As relações do aumento da CAP	11
3.6 A influência do indivíduo mais vigoroso	13
4. DISCUSSÃO	14
4.1 Vizinho mais próximo	14
4.2 CAP, DAP ou Área Basal como medida de Vigor Competitivo	15
4.3 A competição por meio do vigor competitivo	15
4.4 A influência do vigor competitivo na competição	16
4.5 Os efeitos do aumento do CAP	16
4.6 A influência do indivíduo mais vigoroso	16
5. CONCLUSÕES	17
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

RESUMO

MOREIRA, Luís Cláudio Benevides, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2014. **Competição entre árvores em florestas tropicais**. Orientador: João Augusto Alves Meira Neto.

A competição é uma interação entre indivíduos, provocada por uma exigência compartilhada para um recurso de provisão limitada, conduzindo a uma redução no crescimento e sobrevivência do indivíduo menos adaptado. A competição é um importante fator que estrutura comunidades vegetais, porém mensurar competição em florestas tropicais é uma tarefa que tem se demonstrado árdua e pouco efetiva pelos métodos usuais embasados em distâncias e abundâncias inerentes ao ambiente e a alta densidade e diversidade encontradas nestas florestas. Pelas dificuldades inerentes à mensuração de competição em florestas naturais, este estudo teve o objetivo de avaliar a competição por meio de diferentes metodologias para verificar a ocorrência de competição em uma floresta tropical por intermédio do vigor competitivo e da densidade de indivíduos. As hipóteses de trabalho foram que a alometria é mais efetiva na mensuração de competição entre árvores de florestas tropicais que o número de indivíduos e que as maiores árvores da comunidade dirigem o processo competitivo nas florestas tropicais. Para isso foram selecionadas três áreas de estudos: I) Floresta do Seu Nico (FSN, localizada no município de Viçosa, Minas Gerais. II) Mata da Biologia (MDB), localizada no município de Viçosa, Minas Gerais III) Floresta de Tabuleiro de Caravelas (FTC), localizada no município de Caravelas, Bahia. Para a área da FSN e MDB, foram alocadas 100 parcelas contínuas (grid) de 10 x 10 metros (100 m²), totalizando 1 ha. Para a área da FTC, foram alocadas 50 parcelas de 10x10m² totalizando 0,5 ha. Foram amostrados todos os indivíduos nas parcelas e que apresentaram circunferência a altura do peito (CAP) a 1,30 metros do solo com circunferência do tronco superior ou igual a 10 cm para a FSN e superior ou igual 15 cm para MDB e FTC, o que vale respectivamente a um diâmetro a altura do peito (DAP) igual ou superior a 3,2cm e 4,8 cm. Para inferir a competição entre as árvores, foram feito os seguintes estudos: O vizinho mais próximo; CAP, DAP ou Área Basal como medida do vigor Competitivo; Verificação da competição através do vigor competitivo; A influência do vigor competitivo na competição; As relações do aumento do CAP e a influência do indivíduo mais vigoroso; A regressão do método do vizinho mais próximo não foi significativa; O CAP se mostrou a melhor medida para se usar como vigor competitivo. A correlação para verificar a competição através do vigor competitivo foi significativa para as três áreas de estudo. As correlações para verificar a competição pela influência do vigor competitivo na competição não foi significativa para nenhuma área. Todas as correlações de incremento demonstrando o aumento do

CAP foram significativas. As correlações mostrando a influência do indivíduo mais vigoroso foram significativas. Os resultados encontrados demonstraram que o método do vizinho mais próximo foi inadequado para Florestas Tropicais, que a mensuração do vigor competitivo por meio do CAP, demonstrou significativo efeito dos indivíduos de maior vigor competitivo sobre as demais árvores das parcelas. Encontramos, também, significativo efeito do CAP médio das árvores das parcelas na exclusão competitiva, sendo que quanto maior o CAP médio, menor o número de indivíduos nas parcelas. Além de demonstrar uma influência significativa das grandes árvores e do CAP médio no processo competitivo da comunidade, o método mostrou que a CAP é uma medida adequada para mensuração do vigor competitivo e para avaliação da competição. Outra resposta foi que embora o efeito das árvores dominantes seja importante na competição da comunidade, não houve significância na relação entre o CAP do maior indivíduo sobrevivente nas parcelas e o número de indivíduos nas parcelas. Contudo, houve significância na relação negativa entre o número de indivíduos nas parcelas e o CAP médio nas parcelas. Pela relação ser negativa, o maior vigor competitivo médio sugere uma forte exclusão competitiva como efeito do conjunto de indivíduos mais competitivos e não pelo efeito de um único competidor dominante.

ABSTRACT

MOREIRA, Luís Cláudio Benevides, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2014. **Competition between trees in tropical forests.** Adviser: João Augusto Alves Meira Neto.

Competition is an interaction between individuals, brought about by a shared requirement for a resource in limited supply, leading to a reduction in the growth and survival of less adapted individual. Competition is an important factor structuring plant communities, however measuring competition in tropical forests is a task that has proved difficult and less effective by the usual methods grounded in abundances and distances inherent to the environment and the high density and diversity found in these forests. The difficulties inherent in measuring competition in natural forests, this study aimed to evaluate the competition by using different methods to verify the occurrence of competition in a tropical forest through the competitive vigor and density of individuals. The working hypothesis was that the allometry is more effective in measuring competition among tropical forests that the number of individuals and that the largest trees in the community drive the competitive process in tropical forest trees. For this three study areas were selected: I) Floresta do Seu Nico (FSN), located in Viçosa, Minas Gerais. II) Forest Biology (MDB), located in Viçosa, Minas Gerais. III) Forest Tabuleiro de Caravelas (FTC), located in the municipality of Caravelas, Bahia. For the area of FSN and MDB, 100 continuous parcels (grid) of 10 x 10 meters (100 m²) were placed, totaling 1 ha. For the area of FTC, 50 plots of 10x10m² totaling 0.5 ha were allocated. All individuals were sampled in plots and presented circumference at breast height (CBH) to 1.30 meters from the ground to the upper trunk circumference ≥ 10 cm for FSN and greater than or equal to 15 cm MDB and FTC, the worth respectively a diameter at breast height (DBH) greater than or equal to 3.2 cm and 4.8 cm. To infer the competition between trees, the following studies were done: The nearest neighbor; CAP, DAP or basal area as a measure of competitive force; Checking the competition through competitive force; The influence of competitive force in competition; The relationship of increased CAP and the influence of stronger individual; Regression of nearest neighbor method was not significant; The CAP proved the best measure to use as a competitive force. The correlation to verify the competition through competitive effect was significant for the three study areas. The correlations to verify the influence of competition competitive force in competition was not significant for any area. All correlations demonstrating the incremental increase in the CAP were significant. Correlations showing the influence of the stronger individual were significant. The results showed that the method of the nearest neighbor was inappropriate for Tropical Forests, the measurement of the competitive force through

the CAP, significant effect of individuals of greater competitive effect on other portions of the trees. We also found a significant effect of CAP medium trees in the plots of competitive exclusion, and the higher the average CAP, the smaller the number of individuals in the plots. Besides demonstrating a significant influence of the large trees and the average CAP in the competitive process of the community, the method showed that the CAP is an appropriate measure to measure the competitive effect and to evaluate the competition. Another response was that although the effects of the dominant trees are important in the community competition, there was no significant relationship between the CAP of the largest surviving individual in the plots and the number of individuals in the plots. However, there was a significant negative relationship between the number of individuals in the plots and the average CAP in installments. The relationship is negative, the highest average competitive effect suggests a strong competitive exclusion as an effect of all the most competitive individuals and not by the effect of a single dominant competitor.

1. INTRODUÇÃO

A competição é uma interação entre indivíduos, provocada por uma exigência compartilhada por um recurso de provisão limitada, conduzindo a uma redução no crescimento e sobrevivência dos indivíduos menos adaptados (Wilson, 1988). Em caso de competição entre plantas, os indivíduos que monopolizarem primeiro os recursos limitantes, crescerão mais rápido e se reproduzirão em maior número (Weiner, 1986; Goldberg et al, 1990) .

Plantas que monopolizam mais recursos obtêm em maior quantidade a energia que é utilizada no seu metabolismo para os processos biológicos, tais como crescimento e reprodução. O resultado deste metabolismo na planta é o que entendemos como vigor competitivo.

Além disso, a competição é um importante fator que estrutura comunidades de plantas (Tilman 1988; Grime 2001; Keddy 2001), e para entender melhor as comunidade de plantas, necessitamos de prever as respostas dos sistemas ecológicos para as mudanças ambientais, assim, é necessário uma compreensão mais abrangente e mecanicista de competição de plantas (Berger et al 2008). Entretanto, mensurar competição em florestas tropicais é uma tarefa que tem se demonstrado árdua e pouco efetiva pelos métodos usuais embasados em distâncias entre indivíduos e abundâncias.

No passado, muitos estudos que investigaram a competição entre árvores foram restringidos às plantações de uma única espécie ou floresta, em estandes caracterizados por uma estrutura relativamente homogênea (Pretzsch, 2009). Contudo, florestas plantadas têm árvores distribuídas regularmente em idade e tamanho, situação muito diferente das complexas florestas naturais. Em povoamentos de estrutura complexa e que representam uma mistura altamente heterogênea de espécies, há cada vez mais evidências que a competição entre árvores é um processo explícito (D' Amato e Puettmann, 2004) e que a identidade taxonomica das espécies pode ser importante. (Stoll e Newbery de 2005, Zhao et al, 2006). Assim, diversos modelos têm sido desenvolvidos tanto como uma ferramenta para compreensão quanto para previsão de processos competitivos de plantas (Berger et al. 2008).

Os métodos mais usuais de mensuração da competição em ambientes naturais utilizam a abundância das espécies ou padrões específicos na distribuição de plantas em comunidade naturais (Zhang, 2011). O método mais usual é o do vizinho mais próximo, no qual o efeito da distância entre os indivíduos é observado no crescimento

das plantas vizinhas é quantificado, depois é empregado para se medir a competição, principalmente em monoculturas, florestas temperadas e savanas (e.g. Ohmann et al. 2002; Shackleton, 2002; McRoberts, 2009). Apesar do método do vizinho mais próximo ser bastante usual e viável em vários estudos (Smith and Grant,; 1986 Shackleton, 2002; Liberman and Liberman, 2007), Damgaard (2011) salientou que esta mensuração é mais usual para comunidades em que é fácil distinguir os indivíduos. Em ambientes florestais com adensamento de indivíduos, é difícil distinguir plantas individualmente e, pelo mesmo motivo, é difícil determinar a sua densidade. David (2011) salienta a dificuldade do levantamento de dados em florestas tropicais, devido às adversidades inerentes ao ambiente, como relevo, acesso e a alta densidade de indivíduos e diversidade de espécies encontradas nestas florestas. Pelas dificuldades inerentes à mensuração de competição em florestas naturais, este estudo teve o objetivo de avaliar a competição por meio de diferentes metodologias para verificar a ocorrência de competição em fragmentos de floresta tropical por intermédio do vigor competitivo e da densidade de indivíduos. As avaliações e mensurações do vigor competitiva foram aliadas através de estudos de fitossociologia e de dinâmica.

Em nosso estudo, as hipóteses são que a alometria é mais efetiva na mensuração de competição entre árvores de florestas tropicais que o número de indivíduo e que as maiores árvores da comunidade dirigem o processo competitivo nas florestas tropicais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado em três áreas de Mata Atlântica, duas áreas realizadas em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Velloso et al. 1991) do município de Viçosa, Minas Gerais e um fragmento de Floresta de Tabuleiro, situado no município de Caravelas.

O município de Viçosa localizado na Zona da Mata de Minas Gerais, entre as coordenadas 20° 45' 14" S e 42° 52' 55" W, apresenta relevo montanhoso, de topografia acidentada com maior parte da vegetação original historicamente suprimida por pastagens e plantio de café e eucalipto (Gastauer e Meira-Neto 2013). Sua altitude varia de 620 a 820 m e apresenta duas classes dominantes de solo, sendo o latossolo Vermelho-Amarelo álico no topo das elevações e encostas, enquanto o Argissolo Vermelho-Amarelo Câmbico domina as feições do relevo denominadas terraços fluviais (Resende et al., 1988). De acordo com Velloso et al. (1991), sua vegetação é predominantemente caracterizada por Floresta Estacional Semidecidual. A região

possui o clima classificado como tropical de altitude com verões chuvosos e invernos frios e secos. E pela classificação de Köppen em Cwb por (Brasil, 1992). A temperatura média fica em torno 19°C, com medias máximas entre 21,6°C e mínimas com 14°C. A precipitação media anual é de 1.340 milímetros (Ferreira Junior et al. 2007).

O município de Caravela localiza-se no Extremo Sul da Bahia, nas coordenadas 17°39' e 17°51' S; 39°09' e 40°00'W. Apresenta em sua região altitudes inferiores a 200 metros. A precipitação média anual e de 1.389 mm, sendo o clima na região classificado pelo sistema Köppen como AF. Isso corresponde um clima tropical, com temperatura do mês mais frio superior a 18 °C e do mês mais quente superior a 22 °C (Sobrinho, 2008), com precipitação do mês mais seco superior a 60 mm. A temperatura média é de 24,4 °C, com médias variando no ano entre 21,9°C e 26,3°C. O município de Caravelas apresenta em seus limites formações vegetais como: Floresta de Tabuleiro, Mussunungas e Restingas. Na paisagem dos Tabuleiros Costeiros pliopleistocênicos existem a Floresta Atlântica nos Argissolos e Latossolos e as Mussunungas nos Espodosolos (Saporretti et al. 2012).

O primeiro fragmento, é conhecido com “Floresta do Seu Nico” (FSN), fica situado no entorno das coordenadas 20°47'45” S e 42°50'49” W no Sitio Bom Sucesso, Viçosa, na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Brasil. A Floresta do Seu Nico é um fragmento de floresta primária, com cerca de 35 hectares (Gastauer, 2012), e segundo seus proprietários, a área nunca sofreu corte raso, salvo de eventos esporádicos de corte seletivo de poucas árvores para utilização de lenha (Campos et al. 2006). A área de amostragem está localizada em altitudes próximas a 760 m, situada em rampa de pouca declividade (Gastauer, 2012).

A segunda área escolhida é o fragmento Mata da Biologia (MDB) localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa, no entorno das coordenadas 20°45'14” S e 42°45'53”. Este fragmento possuiu aproximadamente 75 hectares, e atualmente está em processo sucessão secundária (Ferreira Junior et al. 2007).

A terceira área escolhida foi um fragmento de Floresta de Tabuleiro em estágio sucessional secundário (FTC), situado no município de Caravelas, no sul da Bahia, no entorno das coordenadas 17°34'42”S e 39°33'34”W. O remanescente da vegetação é circundado por plantações de eucalipto. Sua área é de aproximadamente 20 hectares. O fragmento é cortado por varias trilhas, mas não há sinais de extração de árvores.

2.2 Coleta de Dados

Para realização do levantamento fitossociológico das três áreas, foi utilizado o método de parcelas (Newton, 2007). Para a área da Floresta do Seu Nico e Mata da Biologia, foram alocadas 100 parcelas contínuas de 10 x 10 metros (100 m²), totalizando 1 ha. Já para a área da Floresta de Tabuleiro foram alocadas 50 parcelas de 10x10m² totalizando 0,5 ha.

Nas parcelas foram amostrados todos os indivíduos que apresentaram circunferência a altura do peito (CAP) superior ou igual a 10 cm para a FSN e superior ou igual 15 cm para MDB e FTC.

O material botânico amostrado em fase reprodutiva e/ou vegetativa foi identificado por comparação no Herbário VIC, e quando necessário enviado à especialistas. A classificação das espécies foi de acordo com o sistema proposto pelo Angiosperm Phylogeny Group III (APG III 2009). A nomenclatura das espécies e as respectivas sinônimas foram conferidas na Lista de Espécies Flora do Brasil (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>)

Para o estudo de dinâmica, este foi feito no fragmento florestal do Seu Nico em uma comparação de dois censos com diferença de nove anos. O primeiro realizando em 2001 (Irsigler, 2002) em que todos os indivíduos com CAP maior ou igual 10 cm, foram marcados e identificados. O segundo realizado em 2010 (Gastauer, 2012) com a mesma metodologia. Além disso, foram inclusos os recrutados (indivíduos que no primeiro censo não cumpriram os critérios de inclusão, mas que durante os nove anos conseguiram crescer suficientemente para alcançar o critério).

2.3 Vizinho mais próximo

A análise do vizinho mais próximo foi feita na área da FSN. Foram mensurados 300 pares de vizinhos aleatoriamente em 100 parcelas de 10x10m² (3 pares por parcela). Os indivíduos com CAP maior ou igual a 10 cm já tinham sido anteriormente marcados e identificados (Irsigler, 2002 e Gastauer, 2012). Para a escolha do par, um indivíduo foi selecionado aleatoriamente de uma lista de todas as árvores numeradas de cada parcela e foi medido seu vizinho mais próximo. Para cada par emparelhado, foi medido: I) A distância entre os pares (Somente selecionado o par mais próximo com o CAP igual ou superior a 10 cm). II) O CAP de cada um indivíduo dos pares selecionados. III) A estimativa de altura de cada árvore. IV) A estimativa do comprimento do eixo longo e curto de cada copa. Esta metodologia foi baseada no modelo utilizado por Shackleton 2002.

Após a coleta de dados em campo, foi feita a regressão entre distância dos indivíduos e área da copa (AC). Para a obtenção do cálculo da área de copa, considerou-se o maior (a) e o menor raio (b) de cada indivíduo e utilizamos a seguinte fórmula: $AC = \pi * (a*b)$, sendo π considerado o valor igual a 3.1416. Por fim foi realizado o *Test-F* para verificar se a regressão era significativa ($p < 0.05$) ou não significativa ($p = NS$);

2.4 CAP, DAP ou Área Basal como medida do Vigor Competitivo

Com a finalidade de analisar qual a melhor medida (CAP, DAP ou Área Basal (AB)) a ser usada como sinônimo de vigor competitivo das plantas foi feita a regressão entre o número de indivíduos por parcela e as médias de suas respectivas parcelas (CAP, DAP e AB), essas médias correspondem à divisão da somatória de cada uma das três medidas (CAP, DAP ou AB) pelo número total de indivíduos. Após a regressão, foi feito o teste-F ($p < 0.05$). Estas relações foram feitas para as três áreas de estudo e com amostragem de indivíduos com o CAP maior ou igual a 15 cm.

2.5 Verificando competição através do vigor competitivo

A fim de verificar se o aumento do vigor competitivo das árvores nas parcelas causa uma diminuição de densidade de árvores como efeito da competição, fizemos a regressão entre o número de indivíduos vivos por parcela pelo CAP médio de cada parcela. Após a regressão, foi feito o teste-F ($p < 0.05$) para avaliar se as relações eram significativas. Para estas relações, foram usadas as três áreas de estudo com o corte de indivíduos com o CAP maior ou igual a 15 cm.

2.6 A influência do vigor competitivo na competição

Para verificar se a competição é mais acentuada entre os indivíduos menores ou maiores, fizemos as seguintes regressões: I) do número de todos os indivíduos vivos por parcela com o CAP médio (Soma do CAP de todos os indivíduos vivos da parcela dividido pelo número de indivíduos vivos da parcela mensurada). II) todos os indivíduos vivos por parcela que apresentaram o CAP menor que 100 cm e correlacionamos pelo CAP médio das parcelas (Soma do CAP de todos indivíduos vivos da parcela com CAP menor que 100cm, dividido pelo número de indivíduos vivos com CAP menor que 100cm da parcela). III) todos os indivíduos vivos por parcela que apresentaram o CAP menor que 70 cm e correlacionamos pelo CAP médio das parcelas ((Soma do CAP de todos indivíduos vivos com CAP menor que 70cm da

parcela dividido pelo número de indivíduos vivos com CAP menor que 70cm da parcela). IV) todos os indivíduos vivos por parcela que apresentaram o CAP menor 50 cm e correlacionamos pelo CAP médio das parcelas (Soma do CAP de todos indivíduos vivos da parcela com CAP menor que 50cm dividido pelo número de indivíduos vivos com CAP menor que 50cm da parcela). V) todos os indivíduos vivos por parcela que apresentaram o CAP menor a 30 cm e correlacionamos pelo CAP médio das parcelas (Soma do CAP de todos os indivíduos vivos da parcela com CAP menor do que 30 cm dividido pelo número de indivíduos vivos com CAP menor do que 30cm da parcela). Ao final foi feito o teste-F para avaliar se as regressões eram significativas ($p < 0.05$) ou não.

2.7 As relações do aumento do CAP

Para testar a relação do aumento do CAP ao longo dos anos, correlacionou-se o incremento médio por parcela (o incremento médio é a diferença entre o CAP médio de cada parcela do levantamento de 2010 pelo CAP médio de cada parcela do levantamento de 2001 na área da Floresta do Seu Nico, este CAP médio refere-se à soma do CAP de todos os indivíduos vivos com CAP maior ou igual a 15 cm, dividido pelo número de indivíduos vivos com CAP maior ou igual a 15 cm de cada parcela): I) Perda (Total do CAP dos indivíduos mortos (CAP, cm)) por parcela ao longo dos nove anos. II) Tamanho (CAP, cm) do maior indivíduo que morreu dentro de cada parcela. (III) Tamanho (CAP, cm) do maior indivíduo vivo da parcela. Após a regressão, foi feito o teste-F para avaliar se as regressões eram significativas ($p < 0.05$).

2.8 A influência do indivíduo mais vigoroso

A fim de testar se o indivíduo mais vigoroso da parcela (Maior CAP) influência negativamente o número de indivíduos da parcela e positivamente o CAP médio (Soma do CAP de todos os indivíduos vivos da parcela com CAP maior ou igual a 15 cm dividido pelo número de indivíduos vivos com CAP maior ou igual a 15 cm da parcela), foram correlacionado o indivíduo mais vigorosos de cada parcela com o CAP médio por parcela. Para verificar se a correlação foi significativa ou não significativa ($p = NS$), foi utilizado o *Test-F* com ponto de corte a 5% ($p < 0.05$).

3. RESULTADOS

3.1 Vizinho mais próximo

Ao realizar a regressão da distância entre os indivíduos selecionados, pela área total da copa houve uma relação positiva entre área total da copa em metros quadrado e a distância em metros dos pares de indivíduos selecionados, mas esta relação não foi significativa (Figura-1, $R^2 = 0.0022$).

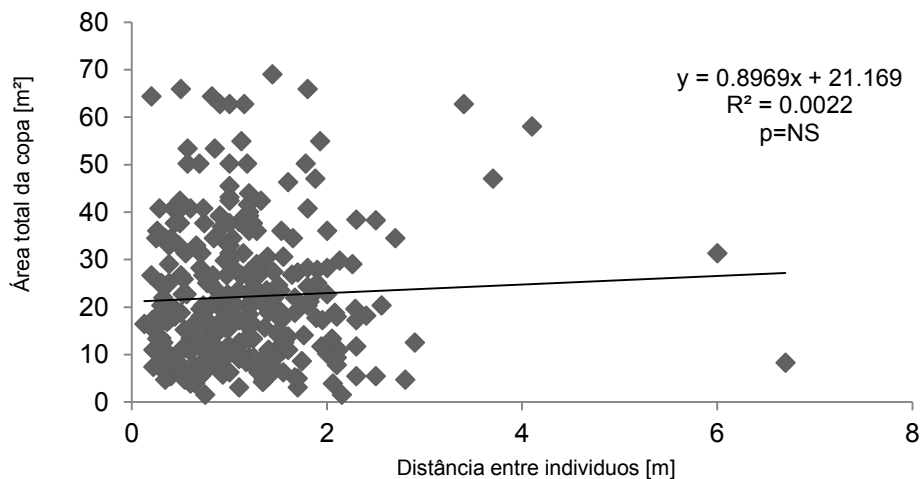


Figura 1- Regressão entre a área total da copa em metros quadrados e a distância em metros dos pares de indivíduos selecionados na área da Floresta do Seu Nico.

3.2 CAP, DAP ou Área Basal como medida de Vigor Competitivo

Analisando as correlações nas três áreas estudadas entre o número de indivíduos por parcela e as medidas alométricas DAP, CAP e Área Basal, o resultado em todas as áreas mostram que as correlações envolvendo CAP e DAP apresentam um maior coeficiente de correlação, intercepto e inclinação com em relação à Área Basal (Figura 2), além de CAP e DAP serem significativas em todas as áreas, ao contrário da Área Basal que não foi significativo.

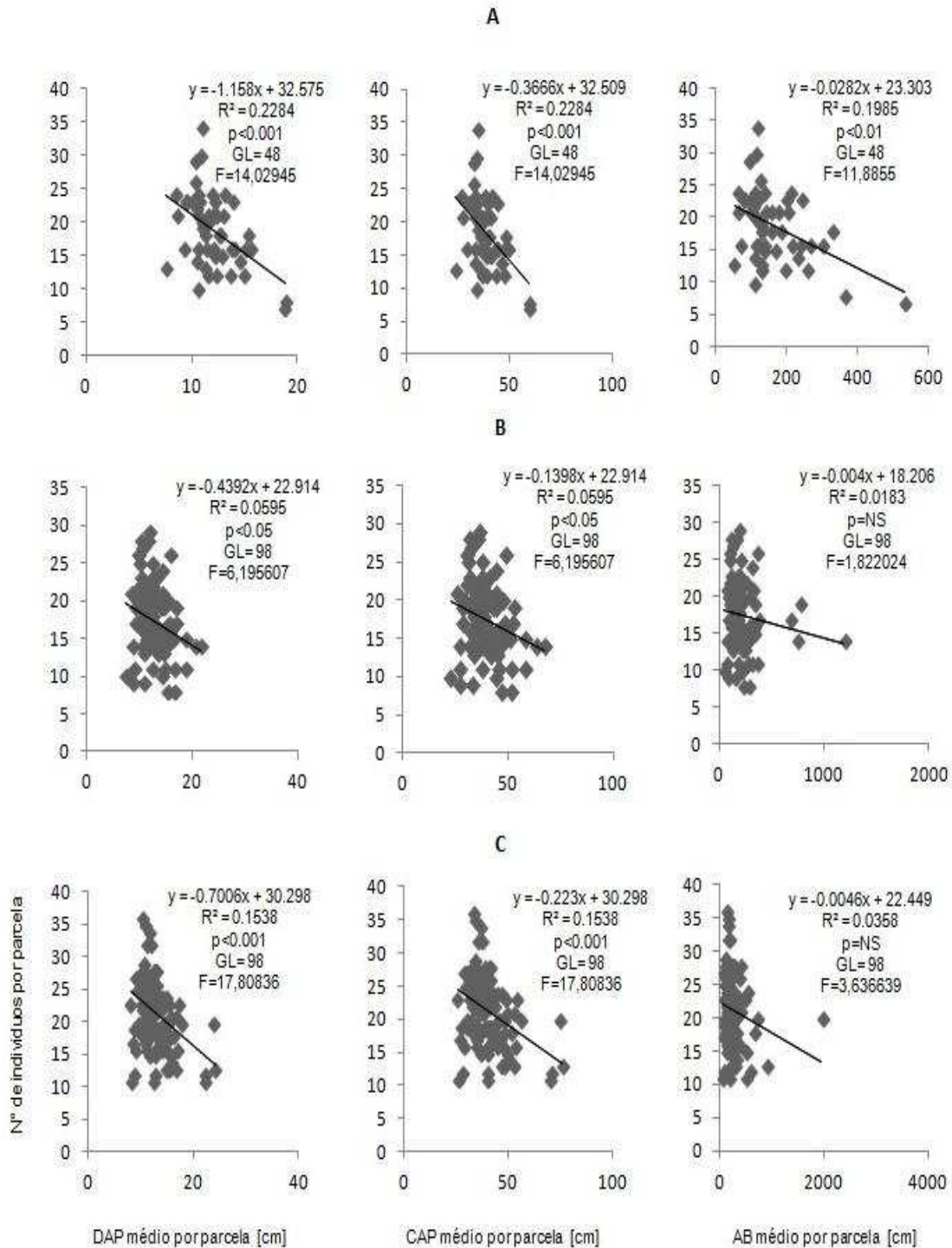


Figura 2- Regressão entre o número de indivíduos por parcela pelo: diâmetro à altura do peito - DAP [cm] médio (Soma do DAP de cada de indivíduo por parcela com diâmetro maior ou igual a 4,8 cm, dividido pelo número total destes indivíduos mensurados). Pela circunferência à altura do peito - CAP [cm] médio (Soma do CAP de cada de indivíduo por parcela com circunferência maior ou igual a 15 cm, dividido pelo número total destes indivíduos mensurados). Pela área basal – AB [cm] média médio (Soma da Área Basal de cada de indivíduo por parcela com circunferência maior ou igual a 15 cm, dividido pelo número total destes indivíduos mensurados) por parcela para as áreas de estudos (A) Floresta de Tabuleiro de Caravelas. (B) Floresta do Seu Nico. (C) Mata da Biologia.

3.3 Verificando competição através do vigor competitivo

O resultado da regressão entre o número de indivíduos por parcela e o CAP médio por parcela, mostrou para as três áreas (Figura 2) uma relação negativa e significativa, mostrando que o CAP médio por parcela aumenta à medida que o número de indivíduos diminui.

3.4 A influência do vigor competitivo na competição

O resultado mostrou que a regressão entre os indivíduos por parcela com CAP menor que 100 cm pelo CAP médio da parcela (Figura 4, $R^2 = 0.023$), não é significativa. O mesmo acontece para a correlação em que os indivíduos selecionados são menores do que 70 cm (Figura 5, $R = 0.0008$). A relação dos indivíduos com CAP menor que 50 (Figura 6, $R^2=0.0089$) e 30 cm (Figura 7, $R^2 = 0.0053$), também não foram significativas.

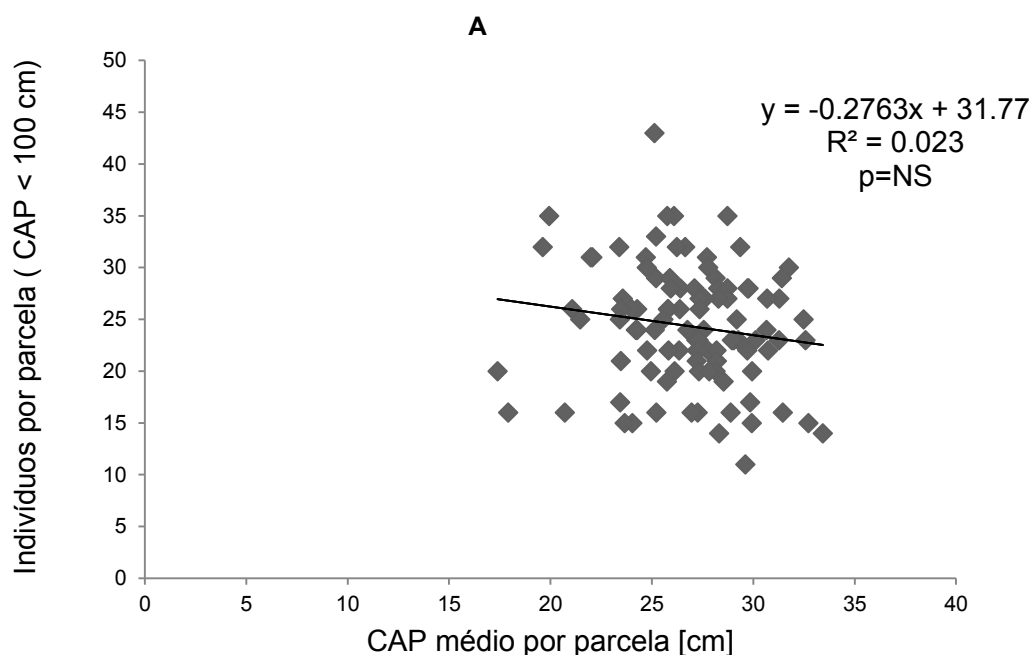


Figura 4- Regressão entre o número de indivíduos com CAP menor que 100 cm pelo CAP médio (Soma do CAP de cada indivíduo com circunferência a altura do peito menor que 100 cm, dividido pelo número de indivíduos com a mesma circunferência) em cada parcela na área da Floresta do Seu Nico.

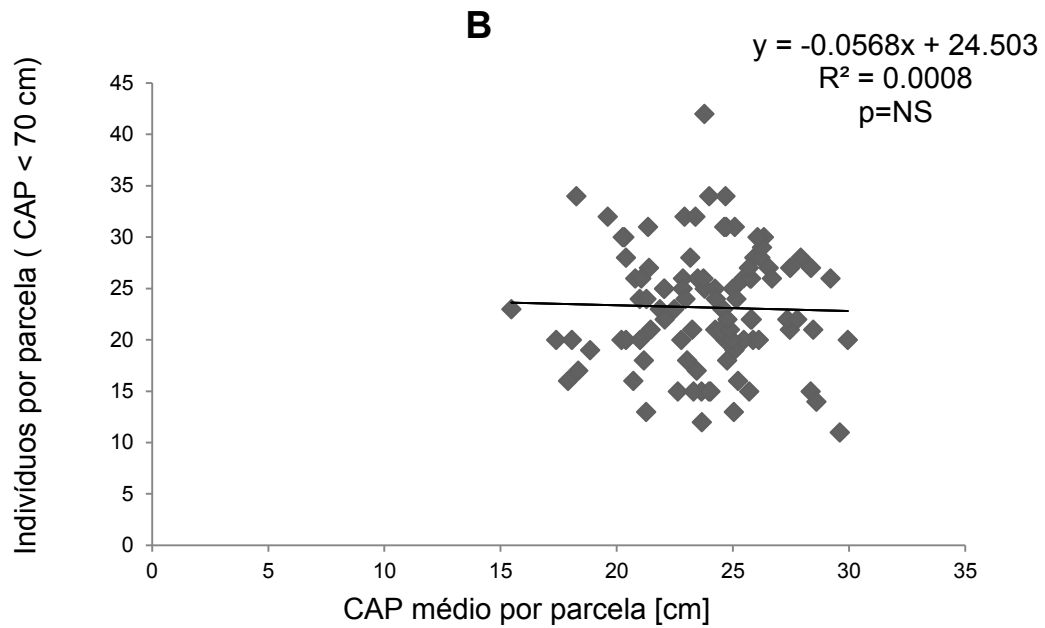


Figura 5- Correlação entre o número de indivíduos com CAP menor que 70 cm pelo CAP médio (Soma do CAP de cada indivíduo com circunferência a altura do peito menor que 70 cm, dividido pelo número de indivíduos com a mesma circunferência) em cada parcela na área da Floresta do Seu Nico.

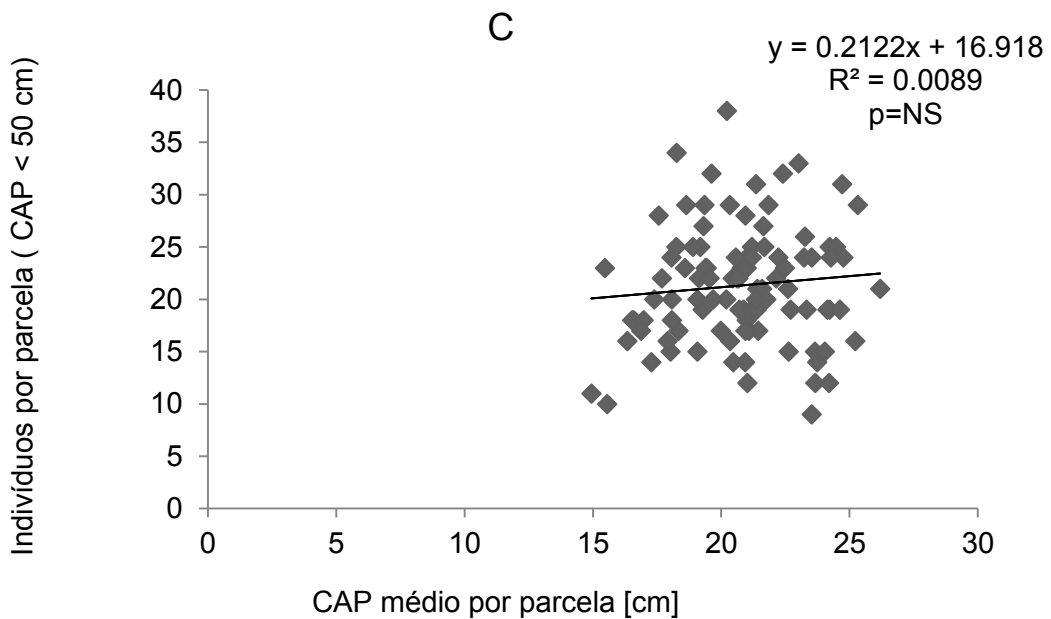


Figura 6- Correlação entre o número de indivíduos com CAP menor que 50 cm pelo CAP médio (Soma do CAP de cada indivíduo com circunferência a altura do peito menor que 50 cm, dividido pelo número de indivíduos com a mesma circunferência) em cada parcela na área da Floresta do Seu Nico.

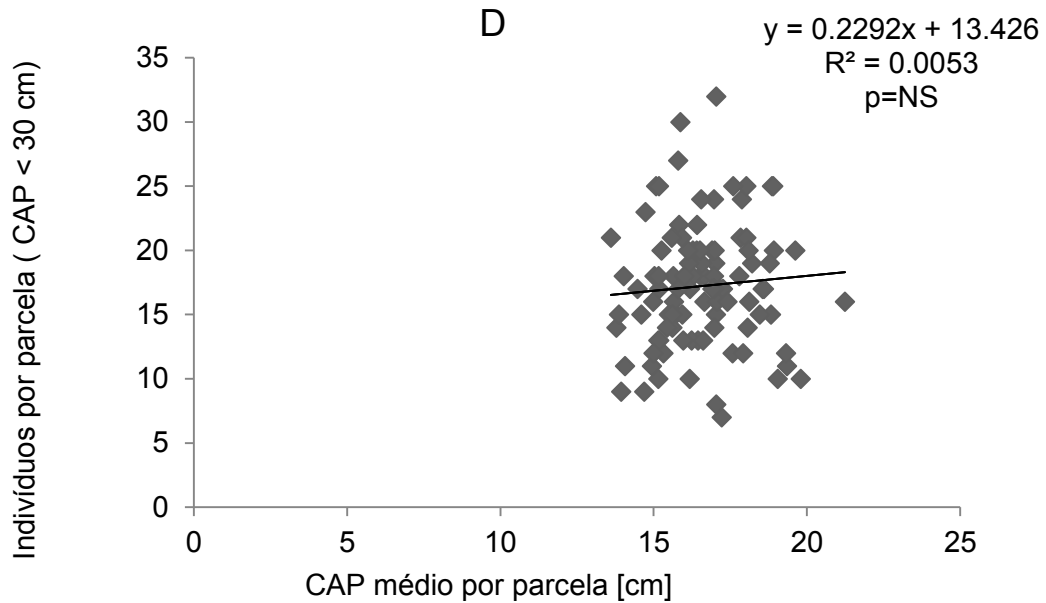


Figura 7- Correlação entre o número de indivíduos com CAP menor que 30 cm pelo CAP médio (Soma do CAP de cada indivíduo com circunferência a altura do peito menor que 30 cm, dividido pelo número de indivíduos com a mesma circunferência) em cada parcela na área da Floresta do Seu Nico.

3.5 As relações do aumento da CAP

Os resultados mostram que o aumento médio do CAP entre 2001 e 2010 está positivamente e significativamente ($p < 0.001$) correlacionado com a perda média do CAP por parcela (Figura 8). O aumento do CAP médio por parcela também está positivamente e significativamente ($p < 0.001$) correlacionado ao CAP (Figura 9) do maior indivíduo que morreu em cada parcela no mesmo período. O aumento do CAP médio por parcela está negativamente e significativamente ($p < 0.05$) correlacionado ao tamanho do maior indivíduo vivo em cada parcela (Figura 10) entre 2001 e 2010.

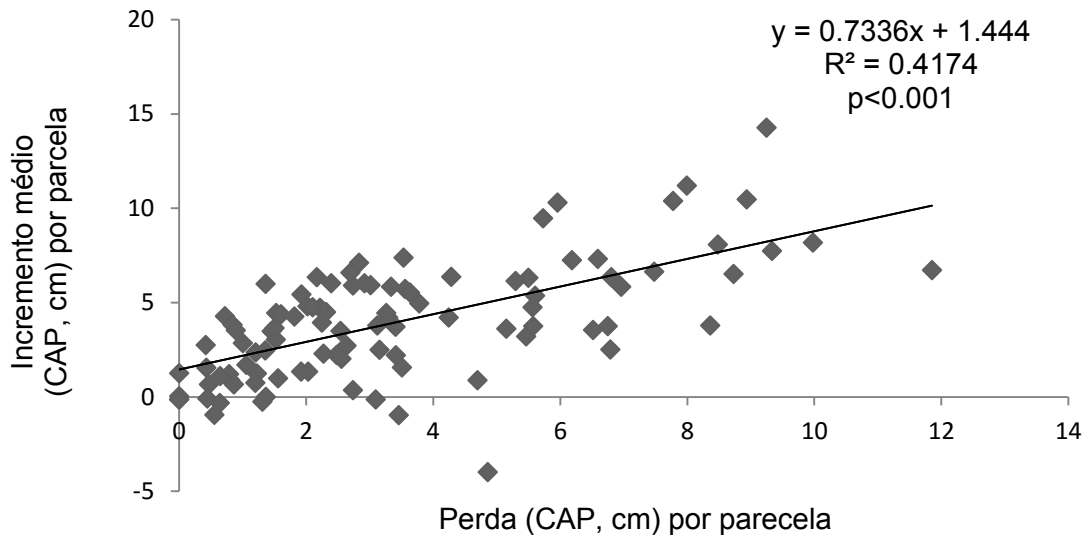


Figura 8- Relação entre o incremento médio de CAP (diferença entre o CAP médio de cada parcela do levantamento de 2010 e o CAP médio de cada parcela do levantamento de 2001 na área da Floresta do Seu Nico, este CAP médio refere-se à soma do CAP de todos os indivíduos vivos com circunferência a altura do peito maior ou igual a 15 cm, dividido pelo número dos indivíduos amostrados) e a perda de CAP (Soma do CAP de todos os indivíduos mortos com circunferência maior ou igual a 15 cm por parcela de 2001 a 2010) na área da Floresta do Seu Nico.

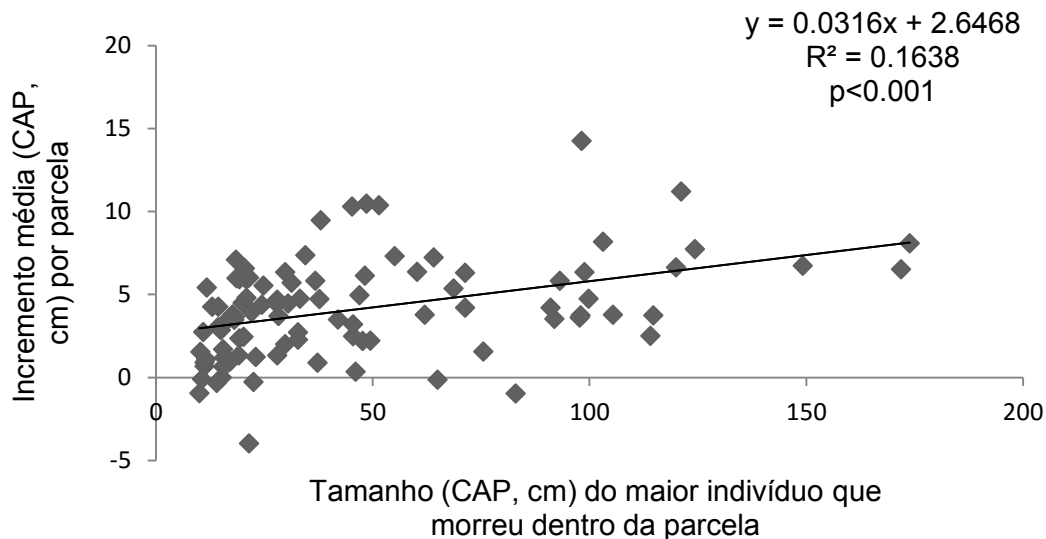


Figura 9 - Relação entre o incremento médio (CAP, cm) (diferença entre o CAP médio de cada parcela do levantamento de 2010 pelo CAP médio de cada parcela do levantamento de 2001 na área da Floresta do Seu Nico, este CAP médio refere-se à soma do CAP de todos os indivíduos vivos com circunferência a altura do peito maior ou igual a 15 cm, dividido pelo número dos indivíduos selecionado a este CAP) pelo tamanho (CAP, cm) do maior indivíduo que morreu dentro da parcela ao longo dos nove anos do tempo de dinâmica na área Floresta do Seu Nico.

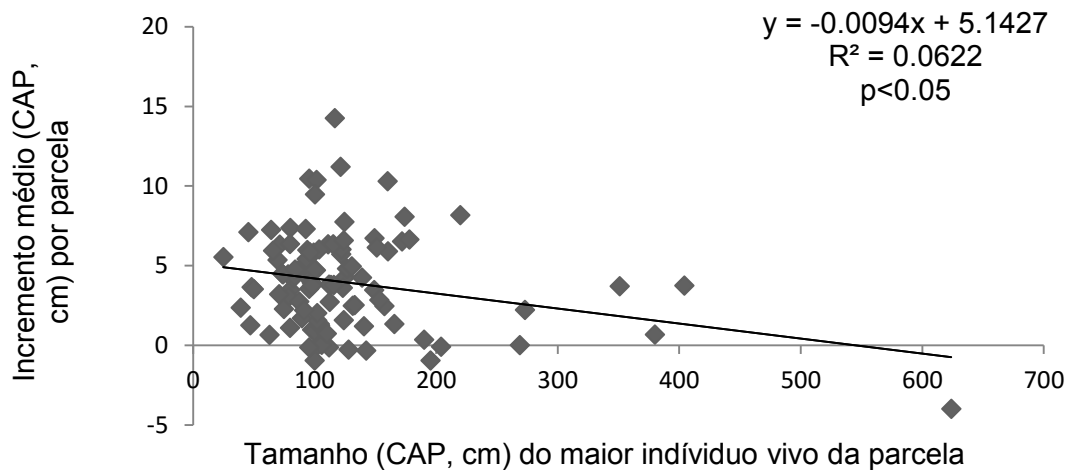


Figura 10 - Relação entre o incremento médio (CAP, cm) (diferença entre o CAP médio de cada parcela do levantamento de 2010 pelo CAP médio de cada parcela do levantamento de 2001 na área da Floresta do Seu Nico, este CAP médio refere-se à soma do CAP de todos os indivíduos vivos com circunferência a altura do peito maior ou igual a 15 cm, dividido pelo número dos indivíduos selecionado a este CAP) pelo tamanho (CAP, cm) do maior indivíduo vivo dentro da parcela ao longo dos nove anos do tempo de dinâmica na área Floresta do Seu Nico.

3.6 A influência do indivíduo mais vigoroso

Quando realizado a correlação entre o CAP do maior indivíduo da parcela pelo CAP médio por parcela (Figura 11) a relação se mostrou positiva e foi significativa ($p < 0.001$) para todas as áreas. E quando realizado a correlação entre o CAP do maior indivíduo da parcela pelo número de indivíduos da parcela (Figura 12), a relação foi negativa e não significativa para todas as áreas.

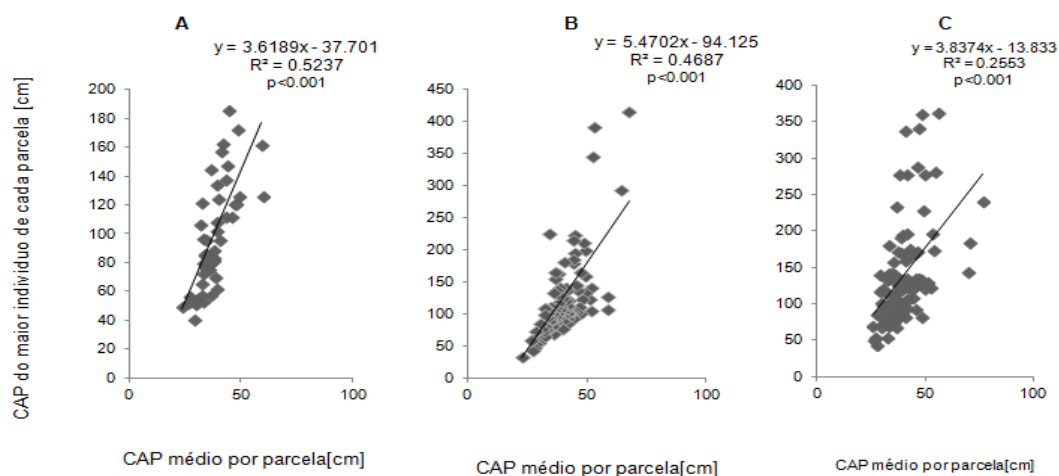


Figura 11- Correlação entre o indivíduo com maior CAP (cm) da parcela pelo CAP (cm) médio por parcela nas áreas (A) Floresta de Tabuleiro de Caravelas $p < 0.001$; (B) Floresta do Seu Nico $p < 0.001$; (C) Mata da Biologia $p < 0.001$.

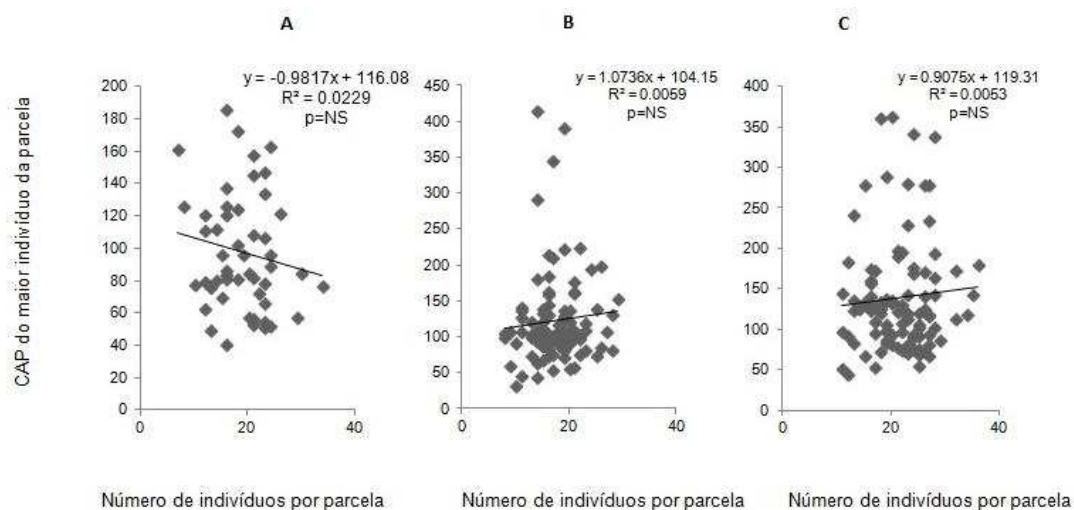


Figura 12- Correlação entre o indivíduo com maior CAP (cm) pelo número de indivíduos por parcela nas áreas (A) Floresta de Tabuleiro de Caravelas p= Não significativo; (B) Floresta do Seu Nico p= Não significativo; (C) Mata da Biologia p= Não significativo.

4. DISCUSSÃO

4.1 Vizinho mais próximo

O método do vizinho mais próximo possui uma lógica simples: quanto menor a distância entre pares, menor a disponibilidade de recursos compartilhados e maior é a competição por esses recursos. Pelo princípio de que quanto menor for a distância entre pares de indivíduos mais próximos, maior é a competição, haveria disponibilidade de recursos para o crescimento de novos indivíduos nos locais em que as distâncias entre pares de indivíduos é maior. Porém, essa afirmativa não se mostrou válida para a FSN, pois a regressão entre a área de copa das árvores e distância entre pares de indivíduos mais próximos não foi significativa ($p > 0,05$). Outro fator importante a se questionar é a utilidade da metodologia do vizinho mais próximo para Florestas tropicais. Como foi dito, estas florestas geralmente possuem uma densidade muito grande de plantas, o que dificulta a distinção individual, e, portanto a dificuldade de se determinar a área de copa.

Outro ponto a se atentar sobre a mensuração da área de copa como parte do índice de competição em plantas é citada por Shackleton (2002): plantas possuem estratégias de crescimento diferentes ao estarem competindo, sendo que algumas espécies investem em crescimento do caule ao invés de copa. Esse mesmo autor sugere que uma alternativa a isso seria medir a sobreposição das copas. Contudo, a mensuração da sobreposição de copas não é tarefa simples em florestas tropicais.

Além da grande altura das árvores, há espécies com diferentes tipos de arquitetura do dossel, algumas com um dossel espalhado, outras por um dossel alto e estreito.

4.2 CAP, DAP ou Área Basal como medida de Vigor Competitivo

Pelo resultado das regressões entre o CAP, DAP e AB, o CAP foi o que melhor ajustou.

Silva (1979) cita que o CAP e DAP são as medidas mais acessíveis quando comparadas a outras variáveis mensuráveis, já que estas são diretas (feitas diretamente sobre a árvore), ou seja, é uma medida de “determinação”, e não uma medida de “estimação” (medida estimada ou indireta). Medidas de determinação são medidas mensuradas diretamente no caule, a 1.30 m à altura do peito. Entretanto sabemos que atualmente a estimativa direta no campo é a CAP, sendo o diâmetro estimado a partir da circunferência. Assim, nessa linha de raciocínio a CAP seria a medida mais adequada, pois é a medida direta antes dos cálculos geométricos de diâmetro e de área basal.

O CAP é uma medida interessante como proxy metabólico por que os tecidos condutores das árvores são periféricos nos seus troncos, especialmente o floema que transporta os fotoassimilados (i.e. energia). Portanto, a atividade metabólica é mais bem expressa pela circunferência do que pelo diâmetro ou área basal dos troncos.

4.3 A competição por meio do vigor competitivo

A regressão do CAP médio por parcela com o número de indivíduos por parcela foi negativo, o que é uma evidencia da competição. Damgaard et al, 2004 diz que podemos inferir que os efeitos negativos entre plantas vizinhas são resultante da competição, mesmo que não saibamos precisamente por quais recursos as plantas estão competindo.

O resultado é uma indicação de que o indivíduo que pegar para si a maior quantidade de recurso tem a vantagem de se destacar entre os vizinhos próximos (Weiner, 1986; Goldeber, 1990). Ao tornar-se mais vigoroso, o indivíduo passa a captar recursos em uma maior área, prejudicando o vigor dos indivíduos cada vez a uma distancia maior. Assim apesar da pouca densidade na parcela, o CAP médio permanece inalterado, pois há indivíduos vigorosos que utilizam recursos de áreas maiores.

4.4 A influência do vigor competitivo na competição

A correlação entre CAP médio (proxy de vigor competitivo) e número de indivíduos não foi significativa quando consideramos todas as árvores ou apenas as árvores pequenas (e.g. < 30cm), o que demonstra competição fraca ou que a competição não está sendo adequadamente medida.

Direcionar o foco dos métodos para as árvores maiores, de maior CAP (proxy de vigor competitivo), pode se mostrar mais adequada se o problema for a inadequação das mensurações de competição entre árvores embasadas apenas na abundância ou em medidas alométricas da totalidade das árvores.

4.5 Os efeitos do aumento do CAP

A correlação entre o incremento médio de CAP por indivíduo sobrevivente nas parcelas e a perda de CAP por mortes nas parcelas ao longo de 10 anos (Figura 8) é positiva e indica que com a morte de árvores houve liberação de recursos disponíveis para os indivíduos que sobreviveram.

A correlação da figura 9 mostra que após a morte do indivíduo de maior CAP da parcela, considerado pelo nosso método o indivíduo de maior vigor competitivo, houve disponibilidade de recursos anteriormente usados por essas árvores dominantes, permitindo aumento do vigor competitivo das árvores sobreviventes. É interessante notar como esses resultados se ajustam à premissa do somatório zero (Hubbell, 2001) de que os recursos estão completamente ocupados pelas plantas numa comunidade, só havendo liberação de recursos por morte.

Os resultados também demonstram que o indivíduo mais vigoroso compete fortemente pelos recursos, embora não haja monopolização de recursos conforme postulado por Weiner (1986) e Goldeber (1990).

4.6 A influência do indivíduo mais vigoroso

A CAP dos indivíduos mais vigorosos de cada parcela se correlaciona positivamente com a CAP individual média (Figura 11). Contudo, a CAP individual média por parcela se correlaciona negativamente com o número de indivíduos (Figura 12), enquanto a CAP dos indivíduos mais vigorosos não apresenta essa correlação com número de indivíduos por parcela. Os resultados mostram que os indivíduos mais vigorosos podem ser importantes, mas o efeito de exclusão competitiva (que causaria perda de indivíduos) vai além da individualidade, ele é comunitário, ou seja, a

comunidade inteira de plantas esta interagindo e competindo entre si, às vezes com o menor, as veze, com efeito, mais acentuado.

5. CONCLUSÕES

O método do vizinho mais próximo se mostrou inadequado à mensuração da competição entre árvores de florestas tropicais, sendo os métodos que usaram CAP médio os mais recomendados.

O estudo de dinâmica associado a competição ao longo de 9 anos na Floresta do Seu Nico mostrou que há liberação de recursos partilhados quando há morte das árvores nas parcelas, disponibilizando recurso para o aumento do vigor competitivo dos indivíduos que sobrevivem, contextualizando com a teoria do somatório zero de Hubell.

Por fim concluímos que embora os indivíduos mais vigorosos sejam muito importantes competitivamente, a exclusão competitiva não resulta de competição apenas entre os indivíduos, mas entre indivíduos e a comunidade que os circunda.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG (Angiosperm Phylogeny Group) III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APGIII. **Botanical Journal of Linnean Society**. London. n.161:05-121.2009.

BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. Ecology: individuals, populations and communities. – **Blackwell**. Oxford. 945. 1986.

BERGER, U. et al. Competition among plants: Concepts, individual-based modeling approaches, and a proposal for a future research strategy. **Perspective in Plant Ecology, Evolution and Systematics**. Cambridge. 123-135.2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas** (1961 – 1990). Brasília: 1992.

BRUNO, J.F., J.J. STACHOWICZ AND M.D. BERTNESS. Inclusion of facilitation into ecological theory. **Trends in Ecology and Evolution**. Cambridge. n.18:119-125. 2003.

CAMPOS E.P, SILVA A.F, MEIRA NETO J.A.A AND MARTINS S.V. Florística e estrutura horizontal da vegetação arbórea de uma ravina em um fragmento florestal no município de Viçosa, MG **Árvore**. Viçosa.n.30: 1045-1054. 2006.

D'AMATO, A.W. K.J. PUETTMANN. The relative dominance hypothesis explains interaction dynamics in mixed species *Alnus rubra*/*Pseudotsuga menziesii* forests. **Journal of Ecology**. New Jersey n.92: 450-463.2004.

DAMGAARD C, MERLIN A, MESLÉARD F. The demography of space occupancy: measuring plant colonization and survival probabilities using repeated pin-point measurements. **Methods in Ecology and Evolution**. Sheffield. n.2: 110–115.2011.

DAVID, H.C. **Métodos de medição de altura de árvores em uma Floresta nativa do sul do Espírito Santo**. 2011. 24f. (Graduação em Engenharia Floresta)- Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, 2011.

FERREIRA JR. WG, SILVA AF, MEIRA NETO JAA, SCHAEFERCEGR, DIAS AS, IGNÁCIO M e MEDEIROS MCMP. Composição florística da vegetação arbórea de um trecho de Floresta Estacional Semidecídua em Viçosa, Minas Gerais, e espécies de maior ocorrência na região. **Árvore**.Viçosa.n.31: 1121-1130. 2007.

GASTAUER, M, MEIRA-NETO, JAA. Community dynamics in a species-rich patch of old-growth forest in a global changing scenario. **Acta Botanica Brasilica**.Rio de Janeiro. n.27(2): 270-285.2013.

GASTAUER, M. **Species Richness and Diversity in the Atlantic Rainforest and Associated Ecosystems: Niche Assembly Theories and Neutral Forces**.2013. 166 f.Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

GOLDBERG DE, GRACE J, TILMAN D. Components of resource competition in plant communities. In: **Perspective on plant competition** (J.Grace and D.Tilman eds). Academic press, San Diego, USA, 27-49. 1990.

GRIME, J.P. **Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties**. 2nd Edition, Wiley, Chichester.2001.

HUBBELL, S.P. **The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography**. Princeton University Press, Princeton and Oxford. 448 p. 2001.

IRSIGLER, D. T. **Composição florística e estrutura de um trecho primitivo de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG**.2002. 64f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

LIEBERMAN, M, LIEBERMAN, D. Nearest-neighbor tree species combinations in tropical forest: the role of chance, and some consequences of high diversity. **Oikos** Copenhagen. 116: 377-386. 2007

KEDDY, P.A. **Competition**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 333-404.2001.

MCROBERTS R.E. A two-step nearest neighbors algorithm using satellite imagery for predicting forest structure within species composition classe. **Remote Sensing of Environment**.Philadelphia. 113: p 532–545. 2009.

NEWTON, A. C. **Forest ecology and conservation: a handbook of techniques**. Oxford: Oxford University Press. 2007.

OHMANN, J.L AND GREGORY, M.J. Predictive mapping of forest composition and structure with direct gradient analysis and nearest-neighbor imputation in coastal Oregon, U.S.A. **Canadian Journal of Forest Research**. Toronto. 32: 725–741. 2002.

PRETZSCH, H. **Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model**. Springer. Berlin. 2009.

RESENDE, M., CURI, N. & SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e interpretações**. Brasília: Ministério da Agricultura. Lavras: UFLA/FAEPE. 1988.

SAPORETTI JÚNIOR, A. W; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUZA, A. L.; SOARES, M. P.; ARAÚJO, D. S. D.; MEIRA NETO, J. A. A. Influence of soil physical properties on plants of the Mussununga ecosystem, Brazil. **Folia Geobotanica**. Praga. n.47.29-39.2012.

SHACKLETON, C. Nearest-neighbour analysis and the prevalence of woody plant competition in South African savannas. **Plant Ecology**. Perth. N.158, 65–76. 2002.

SILVA, J.A.A. S e NETO, F.P. **Princípios básicos de dendrometria**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal. Recife. 1979.

SMITH T.M. AND GRANT K. The role of competition in the spacing of trees in a *Burkea africana*-*Terminalia sericeasa*-*vanna*. **Biotropica** 18: 219–223. 1986.

SOBRINHO, T. R.G. **Classificação climática de Caravelas BA**. Faculdade de Teixeira de Freitas. Teixeira de Freitas. 2008.

STOLL, P & Newbery, D.M. Evidence of species-specific neighborhood effects in the Dipterocarpaceae of a Bornean rain forest. **Ecology**. New York, n.86: 3048-3062. 2002

TILMAN, D. **Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities**. Princeton University Press, Princeton. 1988

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema Universal. Instituto brasileiro de geografia e estatística. Rio de Janeiro. IBGE** 123p.1991

WILSON, J.B, Shoot competition and root competition. **Journal Applied Ecology**, London.n.25. 279–296, 1988.

WEINER J. How competition for light and nutrients affects size variability in *Ipomoea tricolor* populations. **Ecology**,New York, n.67: 1425-1427.1986.

ZHANG WJ. Constructing ecological interaction networks by correlation analysis: hints from community sampling. **Network Biology**, Hong Kong. n.1 (2): 81-98.2011.

ZHAO,D., BORDERS, B., WILSON, M., RATHBUN, S.L. Modeling neighbourhood effects On the growth and survival of individual trees in a natural temperate species-rich forest. **Ecological Modeling**, Towson. n.196, 90–102.2006.