

INCLINAÇÃO AZIMUTAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Vochysia rufa* MART. EM CAMPO DE MURUNDUS E CAMPO LIMPO NO PARQUE ESTADUAL DO ARAGUAIA – MT

Ricardo Firmino de Sousa

1. Introdução

Os Varjões ou Campos de Murundus são encontrados no bioma Cerrado, sendo caracterizados por montes de terra cobertos por vegetação associadas a cupinzeiros. Os murundus (monchão) estão distribuídos em um campo limpo com vegetação predominante de gramíneas, sendo encontradas também espécies lenhosas como *Vochysia rufa* Mart., Pau-doce (Marimon *et al.*, 2008).

Marimon & Lima (2001), observaram que a maioria dos indivíduos da espécie *V. rufa* apresentam o tronco ligeiramente inclinados, geralmente voltados para direção norte sendo as causas dessa inclinação ainda desconhecidas. Marimon *et al.* (2008), observaram a preferência de *V. rufa* pelas bordas dos murundus e distribuída no campo limpo, estando sujeita às inundações nos períodos chuvosos.

Em uma comunidade vegetal, as plantas encontram-se arrançadas conforme as diversas associações intra e interespecíficas existentes ao longo de sua distribuição natural. O tipo de distribuição espacial que uma espécie apresenta é um padrão resultante de vários fatores que interagem entre si (Meirelles & Luiz 1995). Estudos com caracterização espacial são importantes para melhor compreender o padrão de distribuição de determinadas espécies, no entanto, trabalhos dessa natureza são ainda escassos no Brasil (Nascimento *et al.*, 2002).

O presente estudo teve por objetivo analisar, o grau de inclinação e a direção dos indivíduos da espécie de *V. rufa* amostrados e a distribuição espacial da espécie no campo de murundus e no campo limpo e verificar se os índices de agregação estão de acordo com os índices de distribuição espacial.

As hipóteses de trabalho foram: (1) há uma tendência significativa de inclinação dos indivíduos; (2) há uma tendência significativa na inclinação para uma direção azimutal; (3) há diferença na distribuição espacial entre campo limpo e murundus.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual do Araguaia (PEA), uma unidade de conservação enquadrada na categoria de “Unidade de Proteção Integral”, no município de Novo Santo Antonio, Mato Grosso.

A coleta de dados foi realizado no Varjão de Pau-doce localizado entre as coordenadas 12°15'9"S e 5°52'15"W. Foram amostradas duas parcelas de 40x150m, totalizando 1,2 ha.

2.2 Inclinação e Direção Azimutal

O ângulo de inclinação em relação ao eixo vertical foi obtido com a utilização de uma linha com um peso amarrado a ponta para determinar o ângulo reto, um bastão graduado para determinar a inclinação do caule, o ponto zero do bastão era alinhado com o caule na altura do solo e o ponto correspondente a um metro no bastão era alinhado com a parte inclinada do caule, um transferidor era, então, posicionado para ler a medida entre a inclinação do bastão e a linha. Para determinar a direção (Azimute) a qual o caule estava inclinado em relação ao norte magnético foi utilizada uma bússola.

Foi realizada Análise Circular com o teste de Rayleigh, para testar se há uma tendência na direção de inclinação dos caules das árvores, e o grau de inclinação dos caules.

2.3 Distribuição Espacial

Para a determinação do padrão de distribuição espacial da espécie, em cada parcela estudada foi utilizado o Índice de Agregação (Ia), proposto por Perry *et al.* (1998).

Para a realização da análise dos dados, cada parcela (dentro do gride total de parcelas) recebeu uma descrição da posição espacial através de coordenadas cartesianas (X e Y), mapeadas a partir da primeira parcela amostrada (Perry *et al.*, 1999).

Segundo o Índice de Agregação, valores acima de 1 indicam distribuição agregada, menores que 1 distribuição homogênea (ou regular) e igual a 1 distribuição aleatória. Ainda segundo Perry *et al.* (1999), parcelas vazias, onde não há representação de espécies, o Índice apresentará valores negativos, complementando a análise.

A distribuição espacial foi calculada no programa estatístico SADIEShell 1.2 (Perry *et al.*, 1998). Os mapas de distribuição foram produzidos através da técnica kriging (Cardoso & Schiavini, 2002; Rechemmacher *et al.*, 2007), por meio do programa Surfer 8, permitindo uma visualização das áreas com concentração ou a ausência de *V. rufa*.

Foram utilizados três índices de dispersão para o cálculo da distribuição espacial da espécie:

- Índice de Dispersão de Morisita (Id);
- Índice de Green (IG);
- Coeficiente de dispersão (I).

3. Resultados e Discussão

3.1 Inclinação e Direção Azimute

Na análise de direção azimute os indivíduos foram analisados de acordo com o ambiente encontrado, campo limpo e murundus.

Foi observada no campo limpo a inclinação do caule das árvores em relação ao ângulo reto formado em relação ao solo, formando um ângulo de inclinação médio de $18,21^\circ$ ($Z = 25,26$; $r = 0,58$; $P < 0,05$). Também foi encontrada a inclinação voltada para a direção Nordeste tendo uma média de direção azimutal igual a $165,59^\circ$ ($Z = 14,12$; $r = 0,44$; $P < 0,05$) (Figura 1A). Considerando todos os indivíduos encontrados em ambas as parcelas demarcadas no campo limpo.

Para os indivíduos de *V. rufa* encontrados nos murundus o ângulo de inclinação médio encontrado foi de $21,78^\circ$ ($Z = 2,85$; $r = 0,43$; $P < 0,05$). Foi encontrada a inclinação para a direção Nordeste tendo a média da direção azimutal de $112,64^\circ$ ($Z = 3,74$; $r = 0,52$; $P < 0,05$) (Figura 1B).

Considerando que indivíduos do campo limpo e nos murundus apresentaram inclinação média de $18,64^\circ$ ($Z = 27,64$; $r = 0,55$; $P < 0,05$), apresentando a média de direção azimutal de $155,68^\circ$ ($Z = 17,78$; $r = 0,45$; $P < 0,05$), não houve diferença na direção de inclinação entre indivíduos de *V. rufa* encontrados no campo limpo e murundus, com uma média de direção azimutal no sentido Nordeste em ambos os ambientes.

Marimon & Lima (2001), observaram no campo monodominante de *V. rufa* um padrão curioso de inclinação, que apresentava inclinação direcionada ao Noroeste. E em um trabalho realizado no campo de *Vochysia rufa* neste curso de campo foi verificado que houve uma tendência de inclinação das árvores em relação ao ângulo reto formado com o solo. Essa inclinação apresentou uma direção azimutal voltada para o Noroeste tanto para indivíduos menores como maiores.

Tanto o ambiente estudado por Marimon & Lima (2001) e a área de estudo do presente trabalho, sofrem alagamento durante o período de chuvas, porém essa variação no eixo de direção pode ser explicado com estudos topográficos do terreno. Oliveira *et al.*, (2000) a inclinação de áreas influencia no crescimento de indivíduos jovens afetado as plântulas de sobreviver e crescer em uma grande amplitude gerando a germinação inclinada de acordo com a topografia do terreno.

No presente estudo foi possível observar que a espécie *V. rufa* apresentou padrão de inclinação voltado para direção Nordeste, tanto para os indivíduos amostrados no campo limpo como para os amostrados nos murundus. As variações na estrutura da vegetação têm sido relatadas para diferentes faces de exposição, principalmente em se tratando do contraste entre exposição norte e sul (Pillar, 2003). A busca por luminosidade pode resultar em seletividade no estabelecimento direcional inicial de muitas espécies vegetais (Pritchard & Comeau, 2004).

Sendo assim, é possível inferir que *V. rufa* apresenta tanto grau de inclinação do tronco como grau de direção azimutal nos ambientes estudados, sendo necessário análises dos fatores bióticos e abio para assim demonstrar a preferência do eixo de inclinação relacionado com o ambiente estudado. Marimon & Lima (2001), confirmam a necessidade de estudos para elucidar os mecanismos envolvidos neste padrão de inclinação.

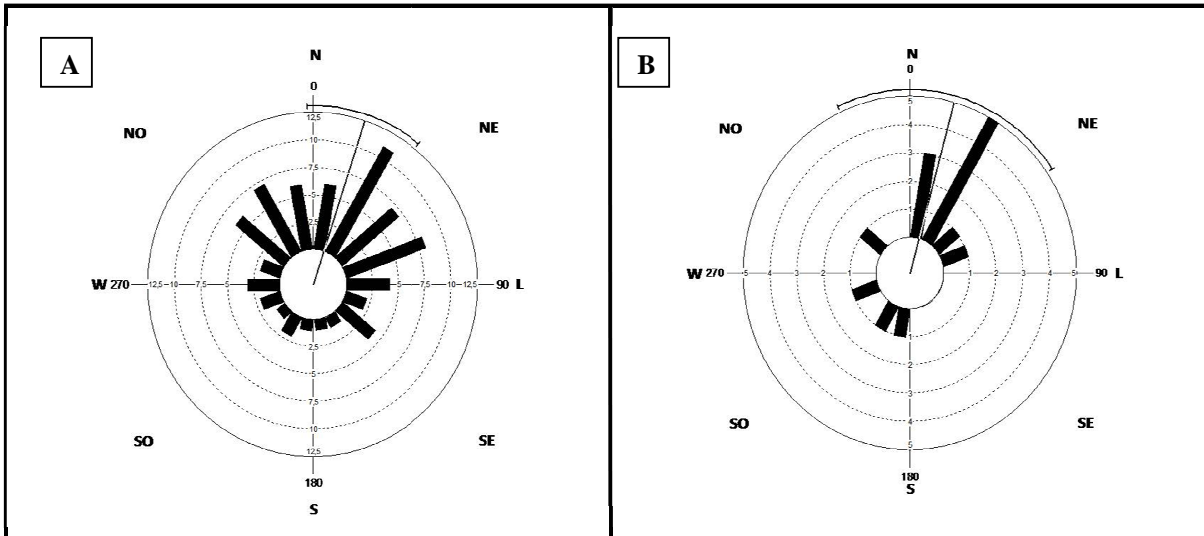


Figura 1. Grau de direção Azimutal da inclinação considerando os indivíduos encontrados no campo limpo (A) e sobre murundus (B). Em Varjão de Pau-doce no Parque Estadual do Araguaia, MT.

3.2 Índice de Agregação

Foram registrados 89 indivíduos de *V. rufa*, distribuídos em 56 indivíduos no campo limpo (1), 18 no campo limpo (2), totalizando 74 indivíduos no campo limpo, seis indivíduos nos murundus (1) e nove no murundu (2), totalizando 15 indivíduos nos murundus. Os 89 indivíduos foram amostrados no Varjão de Pau-doce, em 1.200m² de área.

Os resultados obtidos referentes ao índice de Agregação da espécie *V. rufa*, no campo limpo e murundus são apresentados na tabela I.

Para o campo (1), a densidade máxima e média foram, respectivamente, 5 e $0,93 \pm 1,27$ indivíduos por 100m². O Índice de Agregação foi de 1,27 ($P = 0,14$). Para o campo (2), a densidade máxima e média foi, respectivamente, 2 e $0,3 \pm 0,65$ indivíduos por 100m². O Índice de Agregação foi de 1,05 ($P = 0,31$), respectivamente (figura 2A e 2B).

Para o murundu (1), a densidade máxima e média foram, respectivamente, 2 e $0,1 \pm 0,35$ indivíduos por 100m². O Índice de Agregação foi de 0,89 ($P = 0,55$). Para o murundu (2), a densidade máxima e média não foi muito diferente do murundu, sendo respectivamente, 2 e $0,15 \pm 0,4$ indivíduos por 100m². O Índice de Agregação também não variou muito, sendo 0,9 ($P = 0,53$), respectivamente (figura 2A e 2B).

No campo limpo (1 e 2) os índices de agregação apontaram que a espécie tende a uma distribuição espacial fracamente agrupada, pois os valores ficaram muito próximos de 1. Já no murundu (1 e 2) os Índices de Agregação apontaram que a espécie tende a uma distribuição espacial distinta da agrupada, sendo no caso, aleatória, pois os valores foram inferiores a 1. Os resultados do Índice de Agregação encontrados no murundu (1 e 2) podem ser resultados da baixa abundância de *V. rufa* nestes ambientes, cerca de 1 ou 2 indivíduos por monchão (R. F. Sousa, inf. pessoal).

A população de *Vochysia rufa* apresentou um padrão de distribuição fracamente agregado. Não foram encontrados I_a com significância estatística para a agregação, em decorrência de parcelas em que não ocorreram indivíduos. Nesse sentido, Nascimento *et al.* (2001) destacaram que o padrão agregado ocorre, naturalmente, quando o número de indivíduos varia fortemente em parcelas semelhantes. Por outro lado, comparando-se a distribuição espacial de indivíduos no campo limpo e nos murundus, constatou-se que no campo limpo estão mais agrupadas, provavelmente em decorrência de sítios espaçados dentro da área estudada, com condições mais adequadas para a germinação de sementes e estabelecimento de plântulas.

Foi observado, que em áreas mais baixas o solo é mais propício ao encharcamento, e a ocorrência de indivíduos foi maior. A tendência da população de partir de um padrão de distribuição espacial mais agregado pode estar relacionada, aparentemente, com a baixa capacidade de dispersão da espécie.

De acordo com Hubbel (1980) a distribuição espacial de uma população pode ser afetada por fatores bióticos ou abióticos que constituem o mosaico de condições ambientais existentes na área.

Tabela I. Número de indivíduos de *V. rufa* amostradas (N), índice de agregação (I_a), média de I_a para lacunas (v_j), média de I_a para agrupamentos (v_i), no campo limpo e murundu.

Local	N	I_a	v_j	v_i
Campo 1	56	1,275	-1,336**	1,075**
Campo 2	18	1,058	-1,07**	0,973**
Murundu 1	6	0,894	-0,893**	0,906**
Murundu 2	9	0,909	-0,897**	0,942**

* $P < 0,05$; ** $P > 0,05$.

3.3 Índices de dispersão de Morisita, de Green e Coeficiente de dispersão

Os resultados obtidos referentes à distribuição espacial de *V. rufa* encontradas nas parcelas analisadas são apresentadas juntamente com suas análises estatísticas na Tabela II, referente à análise do campo limpo (1 e 2) e campo de murundus (1e 2).

No campo limpo 1, os valores encontrados para os três índices analisados apontaram um padrão de distribuição espacial agregado para a espécie *V. rufa*. No caso do Índice de Dispersão de Morisita (I_d) e do Coeficiente de Dispersão (I), o valor foi superior a “1” e para o Índice de Green, o valor obtido foi maior que “0”. Na análise estatística, o valor do χ^2 (chi-quadrado) calculado foi maior que o χ^2 -crítico (77,931; $p < 0,05$), segundo Zar (1999), mostrando assim que o valor encontrado aponta que a espécie apresenta padrão de dispersão significativamente agregado.

Os valores encontrados para os índices utilizados mostraram que a espécie analisada no campo limpo 2 possui um padrão de distribuição espacial agregado. Na análise estatística, o valor do χ^2 (chi-quadrado) calculado foi maior que o χ^2 -crítico (77,931; $p < 0,05$), segundo Zar (1999). Isso demonstra

que a espécie possui padrões de dispersão significativamente diferentes do aleatório (no caso, agregado).

No campo de murundus 1, os resultados obtidos foram diferentes dos observados no campo limpo. Os três índices utilizados apontaram um padrão de distribuição espacial agregado para a espécie. Porém, a análise estatística não se mostrou semelhante ao observado no campo limpo 1, sendo o valor do χ^2 (chi-quadrado) menor que o χ^2 -crítico (77,931; $p < 0,05$), segundo Zar (1999), denotando padrões de dispersão agregado não significante.

Os valores encontrados para os três índices utilizados apontaram para *V. rufa*, do campo de murundus 2, como possuindo um padrão de distribuição espacial agregado. Na análise estatística, o valor do χ^2 (chi-quadrado) calculados foi menor que o χ^2 -crítico (77,931; $p < 0,05$), apontando a espécie como detentora de padrão de dispersão agregado não significante.

No campo limpo 1, *V. rufa*, apresentou na análise estatística valor de χ^2 mais significativo (102,5) que no campo limpo 2 (81,5). A maior abundância de *V. rufa* no campo limpo (1 e 2) pode estar relacionada à tolerância da espécie em relação às inundações ocorrentes no ambiente em certos períodos do ano. Marimon *et al.* (2008), registrou também *V. rufa*, árvores ou arbustos no campo limpo área sujeita a inundação. Pode-se notar também o baixo índice de dispersão da espécie, pois a mesma ocorre em agrupamentos.

O valor de χ^2 não foi significativo no campo de murundu 1 (74) e sendo ainda mais inferior no campo de murundus 2 (54,3), apesar do Índice de Morisita e do Coeficiente de Dispersão apontarem a distribuição de *V. rufa* nestes ambientes como agregada.

Diferentemente do campo limpo, onde a espécie apresentou padrão agrupado, nos murundus a ocorrência de *V. rufa* geralmente foi observada de 1 ou 2 indivíduos por murundu, e preferencialmente na borda do monchão. Demonstrando assim, a tolerância da espécie por ambientes sujeitos a inundação.

Tabela II: Distribuição espacial de *Vochysia rufa* encontradas no campo limpo e campo de murundus, em Varjão de Pau-doce no Parque Estadual do Araguaia, MT. Utilizando como base as parcelas de 10m². Id: Índice de Dispersão de Morisita; I: Coeficiente de Dispersão; IG: Índice de Green; χ^2 : chi-quadrado; DISPERSÃO: tipo de dispersão exibido pela planta; * probabilidade < 0,05.

Local	Índice de Morisita			Coeficiente de Dispersão			Índice de Green	
	ID	χ^2	Dispersão	I	χ^2	Dispersão	IG	Dispersão
Campo 1	1,792	102,5*	Agregada	1,738	102,5*	Agregada	0,013	Agregada
Campo 2	2,5	81,5*	Agregada	1,381	81,5*	Agregada	0,025	Agregada
Murundu 1	4	74*	Agregada	1,254	74*	Agregada	0,051	Agregada
Murundu 2	1,666	54,3*	Agregada	1,091	54,3*	Agregada	0,011	Agregada

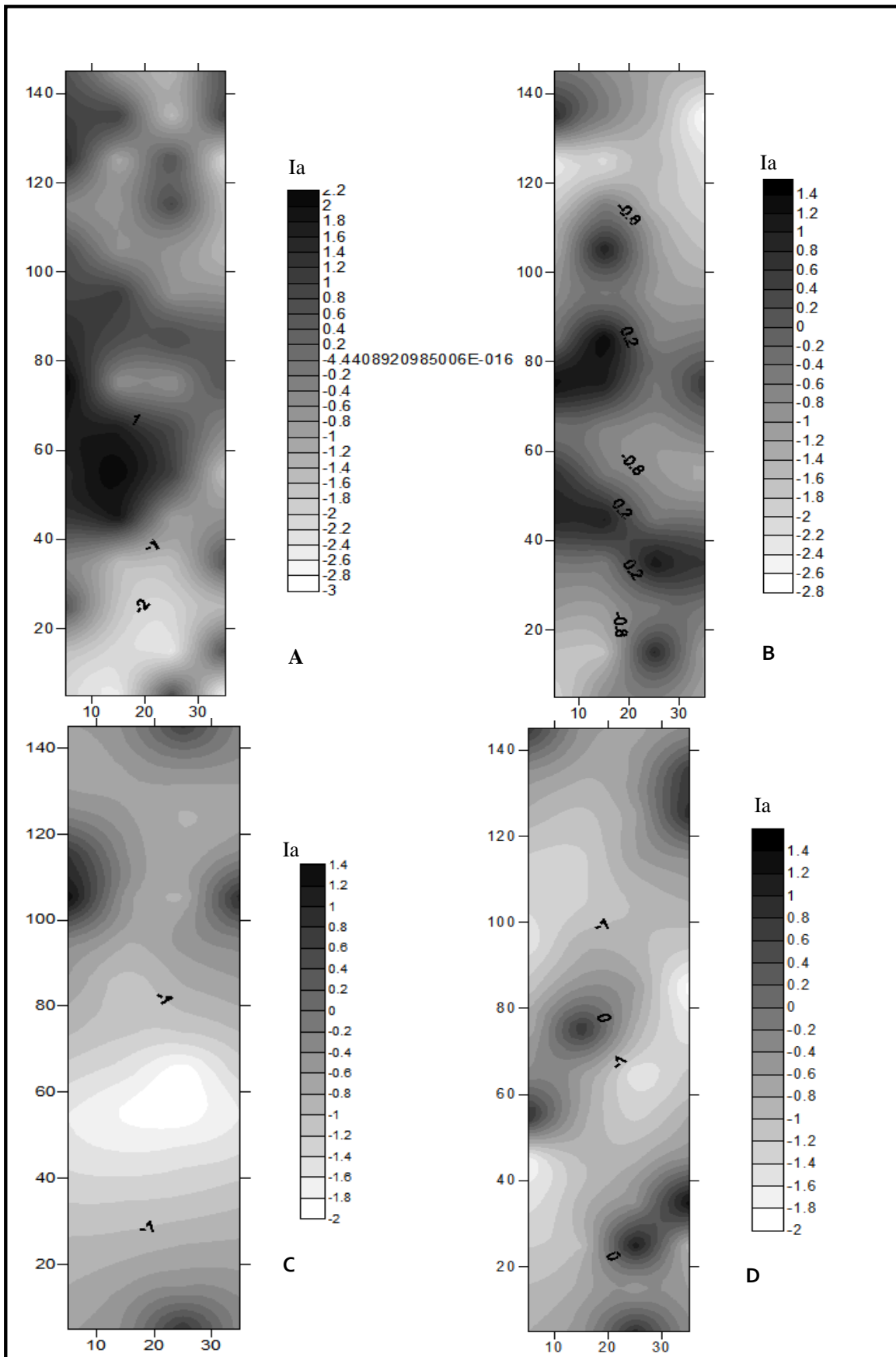


Figura 2. Estrutura da distribuição espacial da espécie *Vochysia rufa*. **A)** Campo limpo 1; **B)** Campo limpo2; **C)** Campo de Murundu 1; **D)** Campo de murundu 2.

4. Conclusão

Foi possível comprovar a tendência significativa de inclinação dos indivíduos de *V. rufa* tanto nos murundus como no campo limpo, sendo notado também que a direção azimutal em direção nordeste.

Apesar dos índices de distribuição espacial e de agregação terem indicado distribuição espacial agregada para os grides amostrados, nos murundus o resultado não foi significativo, pois a densidade de indivíduos encontrados por murundu foi muito baixa.

Mostram-se ainda necessários estudos com *V. rufa* no Parque Estadual do Araguaia para compreensão dos fatores bióticos ou abióticos envolvidos na inclinação da espécie nos ambientes em que há presença de *V. rufa*.

5. Referências Bibliográficas

- Brower, J.E. & Zar, J.H. 1984. *Field & Laboratory methods for general ecology*. 2.ed. Brown Publishers, Dubuque.
- Cardoso, E. & Schiavini, I. 2002. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Botânica* 25(3): 277-289.
- Hubbel, S.P. 1980. Seed predation and coexistence of tree species in tropical forests. *Oikos* 35: 214-229.
- Marimon, B.S.; Marimon-Júnior, B.H.; Lima, H.S.; Jancoski H.S.; Franczak D.D.; Mews, H.A. & Moresco, M.C. 2008. *Pantanal do Araguaia – ambiente e povo: guia de ecoturismo*. Ed. Unemat. Cáceres – MT. 95p.
- Marimon, B.S. & Lima, E.S. 2001. Caracterização fitofisionômica e levantamento florístico preliminar no Pantanal do Rio das Mortes-Araguaia, Cocalinho, Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 15(2): 213-229.
- Meirelles, M. L. & Luiz, A. J. B. 1995. Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 18(2): 185-189.
- Nascimento, A.R.T.; Longhi, S.J. & Brena, D.A. 2001. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Mista em Nova Prata, RS. *Ciência Florestal* 11: 105-119.

- Nascimento, N.A.; Carvalho, J.O.P. & Leão, N.V.M. 2002. Distribuição espacial de espécies arbóreas relacionada ao manejo de Florestas Naturais. *Revista Ciência Agrária* 37: 175-194.
- Oliveira, A. A.; Santos, F. A. M.; Nascimento, M. T. & Ganade, G. M. S. 2000. Regeneração natural e crescimento de indivíduos não reprodutivos de *Enterolobium glaziovii* Bentham (Mimosaceae). *Universia Brasil* 22: 234-24.
- Perry, J.N.; Bell, E.D.; Smith, R.H. & Woiwod, I.P. 1998. SADIE: software to measure and model spatial pattern. *Aspects of Applied Biology* 46: 95-102.
- Perry, J.N.; Wilder, L.; Holland, J.M. & Alston, R.D. 1999. Red-blue plots for detecting clusters in count data. *Ecology Letters* 2: 106-113.
- Pillar, V.D. 2003. Dinâmica de expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. Pp. 209-216. In: Cabido, M. (ed.). *Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação*. Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora.
- Pritchard, J.M. & Comeau, P.G. 2004. Effects of opening size and stand characteristics on light transmittance and temperature under young trembling aspen stands. *Forest Ecology and Management* 200: 119-128.
- Rechenmacher, C.; Schmitt, J.L. & Budke, J.C. 2007. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Blechnum tabulare* (Thunb.) Kuhn (Pteridophyta, Blechnaceae) em um mosaico Floresta-campo no sul do Brasil. *Pesquisas, Botânica* 58:177-186.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4ª Ed. New Jersey: Prentice Hall, 663p.