



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

KEVIN GUIMARÃES GRANJEIRO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PLANTAS DO GÊNERO *Vernonia* EM ÁREA DE
PASTAGEM, TESTANDO OS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO AGREGADO E
ALEATÓRIO NO CAMPUS DO IFTO EM ARAGUATINS-TO**

**Araguatins
2018**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

KEVIN GUIMARÃES GRANJEIRO

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PLANTAS DO GÊNERO *Vernonia* EM ÁREA DE
PASTAGEM, TESTANDO OS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO AGREGADO E
ALEATÓRIO NO CAMPUS DO IFTO EM ARAGUATINS-TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do curso de Bacharelado em Agronomia.

Orientador: Prof. Me. Alessandro Oliveira Silva

Araguatins

2018

GRANJEIRO, Kevin Guimarães

Distribuição espacial de plantas do gênero *Vernonia* em área de pastagem, testando os modelos de distribuição agregado e aleatório no *Campus* do IFTO em Araguatins-TO / Kevin Guimarães Granjeiro. – Araguatins, 2018
51 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação do Tocantins, Campus Araguatins, 2018.

Orientador: Prof. Msc. Alessandro Oliveira Silva

1. Comportamento 2. Densidade 3. Sobrevivência da espécie I.
Título



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PLANTAS DO GÊNERO *Vernonia* EM ÁREA DE PASTAGEM, TESTANDO OS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO AGREGADO E ALEATÓRIO NO CAMPUS DO IFTO EM ARAGUATINS-TO”

AUTOR (A): Kevin Guimarães Granjeiro

ORIENTADOR: Prof. Msc. Alessandro Oliveira Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Araguatins, como parte das exigências para a conclusão do curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado em 20 de abril de 2018

Prof. Msc. Alessandro Oliveira Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus* Araguatins

Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus* Araguatins

Prof. Msc. Thiago de Loiola Araújo e Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus* Araguatins

Aos meus pais Israel da Silva Granjeiro e Solange Guimarães da Silva Granjeiro, e meus irmãos Cecília Guimarães Granjeiro e José Israel Guimarães Granjeiro.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, dono de todo o conhecimento.

Aos meus pais, por todo o apoio dado em todos os momentos.

Ao meu orientador, Prof. Me. Alessandro Oliveira Silva, pela orientação neste trabalho, que foi um desafio.

Ao Prof. Me. Lineardo Ferreira de Sampaio Melo, com suas valiosas contribuições sobre geoprocessamento.

Ao Prof. Dr. Danilo Henrique da Mata, por compartilhar comigo seu conhecimento sobre estatística.

Aos professores do curso de Bacharelado em Agronomia do IFTO campus Araguatins por todo o conhecimento transmitido.

À Cleane Nascimento Brito, mulher que compartilho meu coração.

Aos amigos e colegas que proporcionaram diversos momentos de troca de conhecimentos e descontração.

A toda a equipe de funcionários do IFTO *Campus* Araguatins, que tornam essa instituição uma referência na região.

A imaginação é mais importante que o conhecimento. Conhecimento auxilia por fora, mas só o amor socorre por dentro. Conhecimento vem, mas a sabedoria tarda.

Albert Einstein

RESUMO

O comportamento espacial de plantas do gênero *Vernonia* é influenciado por diversos fatores ambientais. Estudos sobre a estrutura espacial de populações podem estimar alguns parâmetros genéticos populacionais, como o tipo de reprodução. O objetivo deste estudo foi identificar e descrever a estrutura espacial de uma população de plantas do gênero *Vernonia* em área de pastagem, testando os modelos de distribuição agregado e aleatório no *campus* do IFTO em Araguatins-TO. Foram delimitadas espacialmente 167 parcelas de 15 x 15 m em uma área de 4,96 ha, correspondentes a uma área de pastagem, onde foram contados todos os indivíduos do gênero em questão. Para detectar o padrão espacial da população, foram utilizadas a Distribuição de Poisson (para padrão aleatório) e a Distribuição Binomial Negativa (para padrão agregado), bem como a razão variância/média (I), Índice de Morisita (I_b), coeficiente de Green (I_g) e o Expoente k da distribuição binomial negativa. No mês de janeiro foram encontrados 442 indivíduos, em fevereiro 450 e em março 452, com médias de 2,65, 2,69 e 2,71 indivíduos por parcela e variâncias de 24,41, 24,49 e 24,47, respectivamente, totalizando 452 indivíduos nas 167 parcelas. O número de indivíduos oscilou entre zero e 30 nos três meses de amostragem, rejeitando, em ambas as épocas, a hipótese de que os indivíduos se distribuem aleatoriamente na população, uma vez que os dados observados não se ajustaram à distribuição de frequências de Poisson ($X^2 = 4,67 \times 10^{18}$, g.l. = 28, $p < 0,0$ em janeiro, $X^2 = 2,86 \times 10^{18}$, g.l. = 28, $p < 0,0$ em fevereiro) e $X^2 = 2,53 \times 10^{18}$, g.l. = 28, $p < 0,0$ em março). O padrão de distribuição agrupado é comum em espécies vegetais.

Palavras-chave: Comportamento. Densidade. Sobrevivência da espécie.

ABSTRACT

The spatial behavior of plants of the genus *Vernonia* is influenced by several environmental factors. Studies on the spatial structure of populations can estimate some population genetic parameters, such as the type of reproduction. The aim of this study was to identify and describe the spatial structure of a population of plants of the genus *Vernonia* in pasture area, testing the aggregate and random distribution models at the *campus* of the IFTO in Araguatins-TO. A total of 167 plots of 15 x 15 m were plotted in an area of 4.96 ha, corresponding to a pasture area, where all individuals of the genus in question were counted. In order to detect the spatial pattern of the population, Poisson Distribution (for random pattern) and Negative Binomial Distribution (for aggregate standard) as well as the variance / mean ratio (I), Morisita Index ($I\delta$), coefficient of Green (Ig) and Exponent k of the negative binomial distribution. In January, 442 individuals were found in February 450 and in March 452, with averages of 2.65, 2.69 and 2.71 individuals per plot and variances of 24.41, 24.49 and 24.47, respectively, in a total of 452 individuals in the 167 plots. The number of individuals ranged from zero to 30 in the three months of sampling, rejecting, in both periods, the hypothesis that individuals randomly distributed in the population, since the observed data did not fit the Poisson frequency distribution ($X^2 = 4,67 \times 10^{18}$, $gl = 28$, $p < 0.0$ in January, $X^2 = 2,86 \times 10^{18}$, $gl = 28$, $p < 0.0$ in February) and $X^2 = 2,53 \times 10^{18}$, $gl = 28$, $p < 0.0$ in March). The clustering pattern is common in plant species.

Key words: Behavior. Density. Survival of the species.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Área do Estudo (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – <i>Campus</i> Araguatins, Município de Araguatins, Estado do Tocantins, Brasil.....	25
Figura 2. Grid para amostragem de plantas do gênero <i>Vernonia</i> em ambiente de pastagem cultivada no <i>Campus</i> do IFTO de Araguatins-TO.....	29
Figura 3, A, B e C. Subdivisão da área de estudo de acordo com as espécies de gramíneas forrageiras cultivadas e densidade de plantas do gênero <i>Vernonia</i> nos meses de janeiro (A), fevereiro (B), e março (C).....	35 a 37
Figura 4, A, B e C. Subdivisão da área de estudo de acordo com a textura do solo e densidade de plantas do gênero <i>Vernonia</i> nos meses de janeiro (A), fevereiro (B), e março (C).....	38 e 40
Figura 5 A, B e C. Mapas de densidade de plantas dos meses de janeiro (A), fevereiro (B) e março (C) de 2018.....	42 a 44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Médias, variâncias e índices de dispersão para distribuição espacial de plantas do gênero *Vernonia* no *Campus Araguatins* do IFTO, nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2018.....32

Tabela 2. Resultados do teste qui-quadrado para ajuste das distribuições de Poisson e binomial negativa de plantas do gênero *Vernonia* no *Campus Araguatins* do IFTO, nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2018.....33

Tabela 3. Resultados das análises física dos solos encontrados na área de estudo.....41

Tabela 4. Resultados das análises química dos solos encontrados na área de estudo.....41

LISTA DE SIGLAS

CADD	Desenho assistido por computador
DWG	Ambiente de tecnologia e arquivos
DXF	Drawing Exchange Format
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IFTO	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
KML	Keyhole Markup Language
QGIS	Quantum GIS
RTK	Cinemático em tempo real
SEPLA	Secretaria do Planejamento e Orçamento
N	
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SHP	Shapefile
TO	Tocantins
XLS	Microsoft Office format

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVO.....	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1 Ocorrência e aspectos biológicos do Gênero <i>Vernonia</i> (ASTERACEAE).....	17
3.2 Principais gramíneas cultivadas para pastagem no Brasil, no Tocantins e no Bico do Papagaio.....	17
3.3 Danos causados quando associadas a pastagem cultivadas.....	18
3.4 Gramíneas cultivadas.....	19
3.4.1 <i>Panicum maximum</i> Jacq. var. Mombaça.....	19
3.4.2 <i>Brachiaria humidicola</i> (Rendle) Schweick var. Lanero (ex <i>Brachiaria dictyoneura</i>).....	19
3.5 Sistemas de Informação Geográfica (SIG).....	19
3.6 Sistema de Posicionamento Global (GPS).....	20
3.7 Desenho assistido por computador (CADD).....	20
3.8 Padrões de distribuição espacial.....	21
3.8.1 Índices de dispersão.....	21
3.8.2 Razão Variância/ Média (I).....	21
3.8.3 Índice de Morisita (I_{δ}).....	22
3.8.4 Coeficiente de Green (C_x).....	22
3.8.5 Expoente k da binomial negativa (k).....	22
3.9 Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial.....	23
3.9.1 Distribuição de Poisson.....	23
3.9.2 Distribuição binomial positiva.....	23
3.9.3 Distribuição binomial negativa.....	24
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.1 Descrição e implantação da área experimental.....	25
4.2 Coleta dos dados.....	25
4.3 Análise estatística.....	26
4.3.1 Distribuição espacial de plantas do gênero <i>Vernonia</i>	26

4.3.2 Modelos probabilísticos para estudo da distribuição de frequência.....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A grande diversidade e a baixa densidade das espécies vegetais nas regiões tropicais, atraíram olhares para o estudo dos padrões espaciais, tornando-se um tema importante em ecologia tropical (CONDIT et al., 2000; FABRICANTE e ANDRADE, 2007). A intensidade da agregação dos vegetais pode ser determinada pelas condições de crescimento em locais heterogêneos (WIEGAND et al., 2007).

A análise do padrão espacial de um grupo de indivíduos fornece informações importantes sobre fatores bióticos e abióticos que o influenciam, como a competição inter e intraespecífica, a disponibilidade de recursos e os processos de recrutamento e mortalidade (VIEIRA et al., 2012).

Os seres vivos, em especial as plantas, podem apresentar três padrões básicos de distribuição espacial: aleatório, agrupado e uniforme (LIMA-RIBEIRO). Mas, em geral, tendem a se agregar no seu hábitat natural (LEGENDRE; FORTIN, 1989).

Plantas do gênero *Vernonia* associadas a pastagens são comuns no *campus* Araguatins. A grande densidade desses indivíduos sobre gramíneas forrageiras, acaba trazendo prejuízos para a cultura explorada, que passa a competir por luz, água e nutrientes. O conhecimento do comportamento espacial desse gênero, pode ajudar na elaboração de planos de manejo para diminuição dessa competição.

Geotecnologias são instrumentos e técnicas com referência geográfica que auxiliam na coleta, processamento, análise e disponibilização de informações. Em estudos de distribuição espacial o sistema GPS proporciona precisão e praticidade na coleta de dados.

O emprego do geoprocessamento neste trabalho possibilitou a contagem e posicionamento de plantas de acordo com o sistema geodésico nacional. Possibilitou a identificação e a descrição do padrão de distribuição espacial de plantas do gênero *Vernonia* em área de pastagem, testando os modelos de distribuição agregado e aleatório no *Campus* do IFTO em Araguatins-TO.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Identificar e descrever o padrão de distribuição espacial de uma população de plantas do gênero *Vernonia* em área de pastagem, testando os modelos de distribuição agregado e aleatório no *Campus* do IFTO em Araguatins-TO.

2.2 Objetivos específicos

- Fazer uma análise multitemporal baseada em contagem feita com GPS geodésico para identificar o padrão de distribuição espacial de plantas do gênero *Vernonia* em área de pastagem;
- Testar os Índices de razão variância/média (I), Índice de Morisita (I_δ), Coeficiente de Green (C_x) e Expoente k da binomial negativa (k);
- Testar os modelos de Distribuição de Poisson e Distribuição Binomial negativa para detecção do padrão espacial;
- Relacionar o padrão de distribuição com característica da área experimental.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Ocorrência e aspectos biológicos do gênero *Vernonia* (ASTERACEAE)

A família Asteraceae (Compositae), à qual pertence o gênero *Vernonia*, é representada por aproximadamente, 920 gêneros e 19000 espécies, e compreendendo a maior família das angiospermas. Podem ser ervas, subarbustos, trepadeiras e árvores, tendo em sua grande maioria pequeno porte (JOLY, 1998). No Brasil, são estimadas mais de 200 espécies de *Vernonia* (MONTEIRO et al., 2001).

O gênero *Vernonia* é representado por ervas, arbustos, ou árvores, suas folhas quase sempre são alternas; com capítulos arranjados de várias formas (solitários, em panículas, corimbos, cimas escorpioides ou tirsóides); as flores podem ser brancas, rosas, violetas, vermelhas, azuis ou roxas, nunca amarelas; as cipselas podem ser angulosas ou costadas, glabras ou seríceas; o papus é quase sempre duplo com uma fileira externa de cerdas curtas e a fileira interna com muitas cerdas plumosas, barbeladas ou escabrosas, persistentes ou não (RIVERA, 2006).

3.2 Principais gramíneas cultivadas para pastagem no Brasil, no Tocantins e no Bico do Papagaio

A pecuária brasileira tem a maior parte de seu rebanho criado a pasto (FERRAZ e DE FELÍCIO, 2010). As gramíneas forrageiras constituem a forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos para pecuária (DIAS-FILHO, 2014). Essa vocação da pecuária brasileira, advém, principalmente, das características climáticas e da extensão territorial do país (DIAS-FILHO, 2014). Isso tudo nos proporciona um dos menores custos de produção de carne do mundo (CARVALHO et al., 2009; FERRAZ e DE FELÍCIO, 2010).

A área total de pastagens (naturais e plantadas) no Brasil é de 172,3 milhões de hectares, sendo que 36% desse total, aproximadamente 60 milhões de hectares, seriam de pastagens naturais (IBGE, 2007). O gênero *Brachiaria* e *Panicum* são exemplos dos principais comercializados e utilizados para formação ou reforma de áreas de pastagens em todo o Brasil (VILELA, 2012).

O Estado do Tocantins tem 13.852.070 hectares propícios para a exploração agrícola, sendo que, em torno de 7.500.000 ha já são utilizados como áreas de pastagens para pecuária (JARDIM, 2017). E em torno de 5 milhões de hectares de pastagens, encontram-se em fase de degradação (SEAGRO, 2018).

Segundo VILELA (2012) em regiões onde predominam solos de média a baixa fertilidade natural, e condições climáticas tropicais, como no município de Araguatins, é comum o cultivo de espécies de gramíneas forrageiras como: *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria ruziziensis*, *Hyparrhenia rufa*, *Panicum maximum*, *Paspalum atratum* e *Setaria anceps*.

De acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2006), o município de Araguatins possui 49758 ha de pastagens cultivadas, e 13939 ha encontram-se em algum estágio de degradação. Esse descaso com as áreas cultivadas com forrageiras pode ser explicado, devido ao grande número de pecuaristas tradicionais e a recente difusão de tecnologias agropecuária nessa região.

3.3 Danos causados quando associadas a pastagem cultivadas

Um dos principais problemas de manejo de pastagens, decorrente do processo de degradação é a infestação por plantas invasoras (FONTES et al., 2011). A implantação inadequada, adubação deficiente e, ou superpastejo são fatores que contribuem para sobreposição por plantas indesejáveis. (MASCARENHAS et al., 1999; SOUZA FILHO, 2006).

A competição por água, nutrientes, luz e a alelopatia, prejudicam o crescimento das plantas forrageiras, com influência no período de formação, na capacidade de suporte e na recuperação da pastagem após o uso pelos animais (SANTOS et al., 2004; SOUZA FILHO, 2006; RODRIGUES et al., 2010). Sendo a associação desses fatores, proporcionadores de prejuízos a cadeia produtiva da pecuária nacional.

3.4 Gramíneas cultivadas

3.4.1 *Panicum maximum* Jacq. var. Mombaça

Foi coletada próximo a Korogwe na Tanzânia (África), pelo ORSTOM (*Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération*) em 1967, e foi introduzida no Brasil pelo CNPGC/EMBRAPA em 1993 (SALES et al., 2002)

Segundo Vilela (2012), trata-se de uma planta cespitosa de ciclo anual, com altura média de 1,65m folhas quebradiças, com largura média de 3,0 cm e sem cerosidade. As lâminas apresentam poucos pelos, sendo estes duros e curtos, principalmente na face superior. As bainhas são glabras. De colmos com leve arroxamento. A sua inflorescência é uma panícula com ramificações primárias longas e secundárias; longas apenas na base. Suas espiguetas são glabras e uniformemente distribuídas, de coloração arroxada em, aproximadamente, 1/3 da superfície externa. Com verticilo normalmente apresentando micropilosidade.

3.4.2 *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick var. Lanero (ex *Brachiaria dictyoneura*)

Trata-se de uma espécie de elevada capacidade adaptativa aos mais diversos solos, as condições de baixa fertilidade e alta umidade são superadas por essa planta (VILELA, 2012). Condições severas de manejo como, corte baixo e curto intervalo de pastejo são suportadas devido a agressividade dos estolões, que possui alta capacidade de enraizamento.

Muito resistente ao pastejo e com boa tolerância ao encharcamento, podendo ser plantada em várzeas (VILELA, 2012). Apesar da pequena produção de sementes, a reprodução é alta devido propagação por partes vegetativas.

3.5 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

O SIG faz parte de um grupo de tecnologias chamado de geoprocessamento (PRADO, 2004). DANGERMOND (1992) o conceitua como sendo um conjunto de hardware, software e dados geográficos projetados eficientemente para adquirir, armazenar, atualizar, manipular, analisar e visualizar

todas as formas de informações geograficamente referenciadas. Ele propicia um arquivo de dados espaciais na forma original e uma ferramenta para a exploração de interações entre processos e modelos em fenômenos espaciais e temporais. (BURROUGH e McDONNELL, 1998).

3.6 Sistema de Posicionamento Global (GPS)

É um sistema constituído por três segmentos distintos e de características particulares, o Segmento Espacial, o Segmento de Controlo e o Segmento Utilizador (COELHO & RIBEIRO, 2007). Seu projeto funciona de forma que possam estar disponíveis em qualquer lugar do mundo e a qualquer momento pelo menos quatro satélites acima do plano horizontal do observador (BLITZKOW, 1995).

A constelação de satélites (Segmento Espacial) está posicionada a cerca 20200 km acima da superfície da terra, e distribuídos em seis planos orbitais circulares (COELHO & RIBEIRO, 2007). As estações de rastreios (Sistema Controlo), estão posicionadas em locais específicos da terra, acompanhando o posicionamento dos satélites, o que transfere alta precisão ao sistema.

É um sistema multipropósitos, pois permite aos seus usuários, portando um aparelho do tipo GPS (Sistema Utilizador) determinar suas posições expressa em latitude, longitude e altura geométrica ou elipsoidal em função das coordenadas cartesianas X, Y e Z em relação ao centro de massa da Terra (SEGANTINE, 1999).

O aperfeiçoamento desse sistema é contínuo, a tecnologia RTK (Real Time Kinematics), receptores de alta acurácia, são utilizados em muitas operações, pois, sua alta precisão torna os resultados dos levantamentos mais reais (MOLIN & CARREIRA, 2006).

3.7 Desenho assistido por computador (CADD)

A expressão CADD refere-se a softwares de desenho assistido por computador, é uma tecnologia que permite documentar projeto de desenho em ambiente computacional. A interface desses programas possui várias funcionalidades como a geração de gráficos vetoriais em 2D ou, a modelagem de superfícies em 3D (AUTODESK, 2018). Fontes de luz, giro de objetos e a redenização dos projetos em qualquer ângulo podem ser executadas.

São diversas as ferramentas num ambiente CADD, e estas podem auxiliar na expressão da criatividade do desenhista. O uso de equipamento do desenho técnico tradicional, como o esquadro e transferidor são dispensados (FIORELLI, 2018). As diversas formas geométricas podem ser manipuladas com o mínimo de tempo para desenho, basta apenas selecioná-las e clicar num ponto para inseri-las.

3.8 Padrões de distribuição espacial

O padrão de distribuição espacial de uma espécie é representado pela sua distribuição na área em estudo, em termos de frequência de ocorrência dentro das unidades amostrais coletadas (JANKAUSKIS, 1990). A grande ocorrência de uma determinada espécie em uma área não significa que a mesma terá uma distribuição regular nas diferentes classes de tamanho, podendo ser bastante irregular (TERRA NASCIMENTO et al., 2001).

O grau de agregação de uma espécie pode apresentar diferentes valores. As plantas das menores classes de tamanho poderão apresentar tendência ao agrupamento enquanto as plantas das maiores classes de tamanho podem ocorrer de maneira fortemente agrupada (CARVALHO, 1983).

3.8.1 Índices de dispersão

Para medir a disposição espacial das plantas vários índices de dispersão ou de agregação são utilizados. Através deles é possível medir o grau de aleatoriedade dos arranjos espaciais, sendo imprescindíveis suas aplicações em estudos ecológicos ou métodos de amostragem (GREEN, 1966).

De acordo com GREEN (1966) e TAYLOR (1984), um índice ideal deve possuir alguns atributos, como: 1) deve resultar valores reais e contínuos para todo grau de agregação; 2) deve ser pouco influenciado pelo número de unidades amostrais, pelo tamanho da unidade ou pelo número total de indivíduos; 3) deve ser fácil de calcular; 4) ter uma interpretação biológica.

3.8.2 Razão Variância/ Média (I)

Trata-se de um índice que se baseia na relação entre a variância e a média, é utilizado para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade

(COSTA, 2009). Apresenta valores menores que 1 quando indicam uma disposição espacial uniforme, e a variância é menor que a média; valores iguais a 1 quando indicam disposição ao acaso, e a variância é igual a média e valores maiores que 1 quando indicam disposição agregada, e a variância é maior que a média. (RABINOVICH, 1980).

3.8.3 Índice de Morisita (I_b)

Foi desenvolvido por (MORISITA, 1962) com o objetivo de apresentar um índice independente do tamanho da unidade amostral. Segundo ELLIOTT (1979), ele apresenta esta vantagem, mas em compensação depende muito do tamanho das amostras. Portanto é um bom índice quando o número de unidades amostrais é o mesmo nos campos sob comparação (COSTA, 2009).

Os valores de I_b próximos à unidade indicam um arranjo ao acaso, valores menores que a unidade distribuição uniforme e maiores que a unidade distribuição agregada (MORISITA, 1962).

3.8.4 Coeficiente de Green (C_x)

Utilizado para testar distribuições contagiosas, e para comparar amostragens dentro de uma mesma área amostral (COSTA, 2009). Este índice varia de zero (para distribuições ao acaso) a 1 (para o máximo contágio positivo) e valores negativos indicam uma distribuição uniforme (GREEN, 1966).

3.8.5 Expoente k da binomial negativa (k)

É um índice indicador da agregação e só é utilizado quando os dados se ajustarem à distribuição binomial negativa (ELLIOT, 1979). Por ser dependente do número de unidades amostrais e seu valor também ser influenciado pelo tamanho dessas torna-se desvantajoso. Entretanto, permite comparações seguras quando o tamanho e o número das unidades amostrais são os mesmos (SOUTHWOOD, 1978).

Os métodos mais utilizados para o cálculo deste índice são o método dos momentos, desenvolvido por ANSCOMBE (1949) e o método da máxima verossimilhança (BLISS & FISCHER, 1953).

Os valores de k negativos indicam uma distribuição uniforme, valores entre 0 e 2 indicam uma distribuição altamente agregada, valores entre 2 e 8 agregações medianas e valores superiores a 8 distribuição ao acaso (SOUTHWOOD, 1978).

3.9 Modelos probabilísticos para estudo da distribuição espacial

Para PIELOU (1969), o termo distribuição refere-se à maneira de expressar a forma como os possíveis valores de uma variável se distribuem com diferentes frequências, em certo número de classes possíveis.

A distribuição de frequência dos indivíduos em cada cultura vai indicar a distribuição de probabilidade de ocorrência dos mesmos em determinada cultura estudada (COSTA, 2009).

A distribuição de Poisson, a distribuição binomial negativa e a distribuição binomial positiva, são modelos matemáticos que proporcionam a interpretação da distribuição de determinado organismo, e explicam o relacionamento entre a variância e a média de uma população (ELLIOT, 1979; TAYLOR, 1984).

3.9.1 Distribuição de Poisson

É caracterizada por ter a variância igual à média ($\sigma^2 = \mu$), e admite a hipótese que todos os indivíduos possuem a mesma probabilidade de ocupar um lugar no espaço, e a presença de um indivíduo não afeta a presença de outro (SOUTHWOOD, 1978; ELLIOT, 1979; TAYLOR, 1984).

3.9.2 Distribuição binomial positiva

Têm como característica a variância menor do que a média ($\sigma^2 < \mu$) (SOUTHWOOD, 1978; ELLIOT, 1979; TAYLOR, 1984). A função de probabilidades é obtida pela expansão do binômio $(p+q)^K$, onde p é a probabilidade de que um espaço qualquer seja ocupado por um indivíduo; $q = 1 - p$ é a probabilidade de não ocorrer a presença deste indivíduo e k é o número máximo de indivíduos que a unidade amostral poderá conter (GREIG-SMITH, 1964).

3.9.3 Distribuição binomial negativa

Esse tipo de distribuição demonstra que a presença de um indivíduo aumenta a chance de um outro na mesma unidade (ELLIOTT, 1979). A distribuição binomial negativa, segundo TAYLOR (1984) foi introduzida por Greenwood & Yule em 1920, que descreveram que: quando populações apresentassem variância maior que a média ($\sigma^2 > \mu$) significaria uma agregação de indivíduos.

Os parâmetros desta distribuição são a média aritmética (μ) e o expoente k , que é considerado como uma medida do grau de agregação da população. A série de probabilidades desta binomial é obtida através da expansão de $(q - p)^{-k}$, onde $p = \mu / k$, em que μ é estimado através da média aritmética, $q = 1 + p$, e k é estimado através do método dos momentos, pelo da proporção de zeros ou pelo da máxima verossimilhança (GREIG-SMITH, 1964).

Se o valor de k é muito alto ($k \rightarrow \infty$), a distribuição binomial negativa se aproxima da série de Poisson; quando o valor de k tende a zero, a distribuição binomial negativa tende para a série logarítmica (SOUTHWOOD, 1978).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Descrição e implantação da área experimental

O estudo foi conduzido durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2018, em uma área de pastagem cultivada de 4,96 ha, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*, TO e que margeia a mata ciliar esquerda do Rio Taquari. O solo da região é classificado como do tipo Neossolo Quartzarênico, as coordenadas geográficas da área experimental são: latitude 5°38'49" Sul, longitude 48°4'22" Oeste com altitude média de 88 m (Figura 1), a temperatura média anual é de 26°C com precipitação pluviométrica anual média de 1.650 mm (BRASIL, 1991).

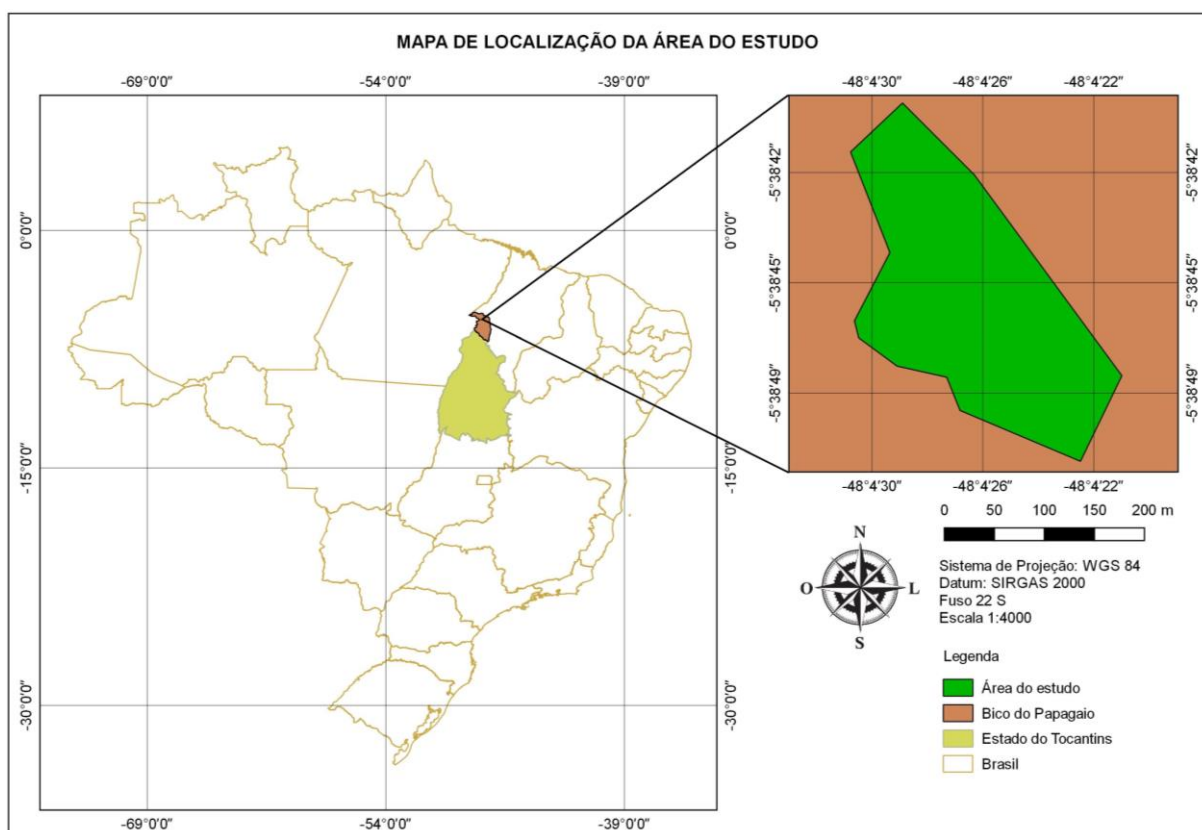


Figura 1. Localização da Área do Estudo (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – Campus Araguatins, Município de Araguatins, Estado do Tocantins, Brasil).

4.2 Coleta dos dados

Os limites da área experimental e as plantas do gênero *Vernonia*, foram identificados e registradas espacialmente com uso de GPS/GNSS modelo Trimble R10, o arquivo gerado pelo equipamento foi importado para um notebook com auxílio do software Trimble Business Center e, em seguida, exportados para os

formatos DWG, DXF, KML, SHP e XLS, para que pudessem ser processados e produzidos desenhos e mapas pelos softwares AutoCAD® Civil 3D 2018, versão educacional e também no QGIS 2.18.17®.

Em 26 de fevereiro de 2018 a área experimental foi subdividida em cinco glebas menores para uma amostragem do solo na camada de 0 a 20 cm, de acordo com características comuns entre elas. Para cada subdivisão da área foi coletada uma amostra de solo formada por dez amostras simples, em seguida foram colocadas para secar à sombra durante 48h. Depois de secas todas as amostras foram encaminhadas ao laboratório de solos do IFTO *campus* Araguatins, para análises física, química e posterior geração do relatório de resultados.

4.3 Análise Estatística

Os dados colhidos nas amostragens foram organizados em distribuições de frequência de acordo com classes para se determinar a distribuição de plantas do gênero *Vernonia*, a média ($\bar{x}$) e a variância (s^2) foram calculadas para todas as amostragens. Em seguida foram calculados os índices de dispersão, testes de hipóteses e teste de aderência de Qui-quadrado para verificar o ajuste às distribuições de probabilidade.

4.3.1 Distribuição espacial de plantas do gênero *Vernonia*

Para essa análise, foram delimitadas espacialmente em uma área de pastagem cultivada, 167 parcelas de (15 m x 15 m), totalizando 3,76 ha de área amostral (Figura 2). Foi considerado o número de plantas em cada parcela por data de amostragem para organização em classes de frequências observados e depois obtidos os seguintes índices de dispersão:

Razão variância/média (I): É empregado para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade. Valores iguais à unidade indicam distribuição espacial ao acaso; valores menores que a unidade indica distribuição uniforme, e valores maiores que a unidade, distribuição agregada (RABINOVICH, 1980). Este índice é dado por:

$$I = \frac{s^2}{\hat{m}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{m})^2}{\hat{m}(n-1)}$$

Onde:

s^2 = variância amostral;

$\hat{m}$ = média amostral;

x_i = número de indivíduos encontrados nas unidades de amostragem;

n = número de unidades amostrais.

O afastamento da aleatoriedade é testado através do teste de qui-quadrado com $n-1$ graus de liberdade através da expressão:

$$X^2 = I \cdot (n-1)$$

ou seja:

$$X^2 = \frac{s^2(n-1)}{\hat{m}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{m})^2}{\hat{m}} \sim \chi^2_{(n-1)}$$

e rejeita-se a aleatoriedade quando o $X^2 \geq X^2_{(n-1)}$.

Índice de Morisita (I_δ): Este índice indica que a distribuição é aleatória quando igual a 1, contagiosa quando é maior que 1 e regular quando menor que 1. A seguinte fórmula foi desenvolvida por Morisita (1962).

$$I_\delta = n \frac{\sum [x(x-1)]}{\sum x(\sum x - 1)} = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

Onde:

n = número de unidades amostrais;

x = número de indivíduos encontrados nas unidades amostrais;

$\sum x$ = soma de indivíduos presentes nas unidades amostrais.

O teste de aleatoriedade é dado por:

$X_{\delta}^2 = I_{\delta}(\sum x_i - 1) + n - \sum x_i \sim \chi_{(n-1)}^2$

Se $X_{\delta}^2 \geq \chi_{(n-1) g.l.; 0,05}^2$ a hipótese de aleatoriedade é rejeitada.

Coeficiente de Green (Cx): Este índice varia de negativo para distribuição uniforme, 0 para distribuição ao acaso até 1 para máximo contágio (GREEN, 1966). É baseado na razão variância/média e é dado por:

$$C_x = \frac{(s^2 / \hat{m}) - 1}{\sum_{i=1}^n x_i - 1}$$

O afastamento da aleatoriedade foi testado pela expressão:

$$Cx_{(1-\alpha)} [X^2_{(1-\alpha)} / (n - 1) - 1] / (n\hat{m} - 1)$$

onde:

$X^2_{(1-\alpha)}$ = valor de qui-quadrado com $n-1$ graus de liberdade a um nível α de significância;

n = número de plantas amostrados.

Se o valor de Cx é superior ao valor de $Cx_{(1-\alpha)}$ rejeita-se a aleatoriedade (DAVIS, 1993).

Expoente k da distribuição binomial negativa: estimativa de k pelo método dos momentos: Quando os valores são negativos indicam distribuição uniforme, quando são baixos e positivos ($k < 2$), disposição altamente agregada; valores de k variando de 2 a 8 indicam agregação moderada e valores superiores a 8 ($k > 8$) disposição aleatória (ELLIOTT, 1979).

$$\hat{k} = \frac{\hat{m}^2}{s^2 - \hat{m}}$$

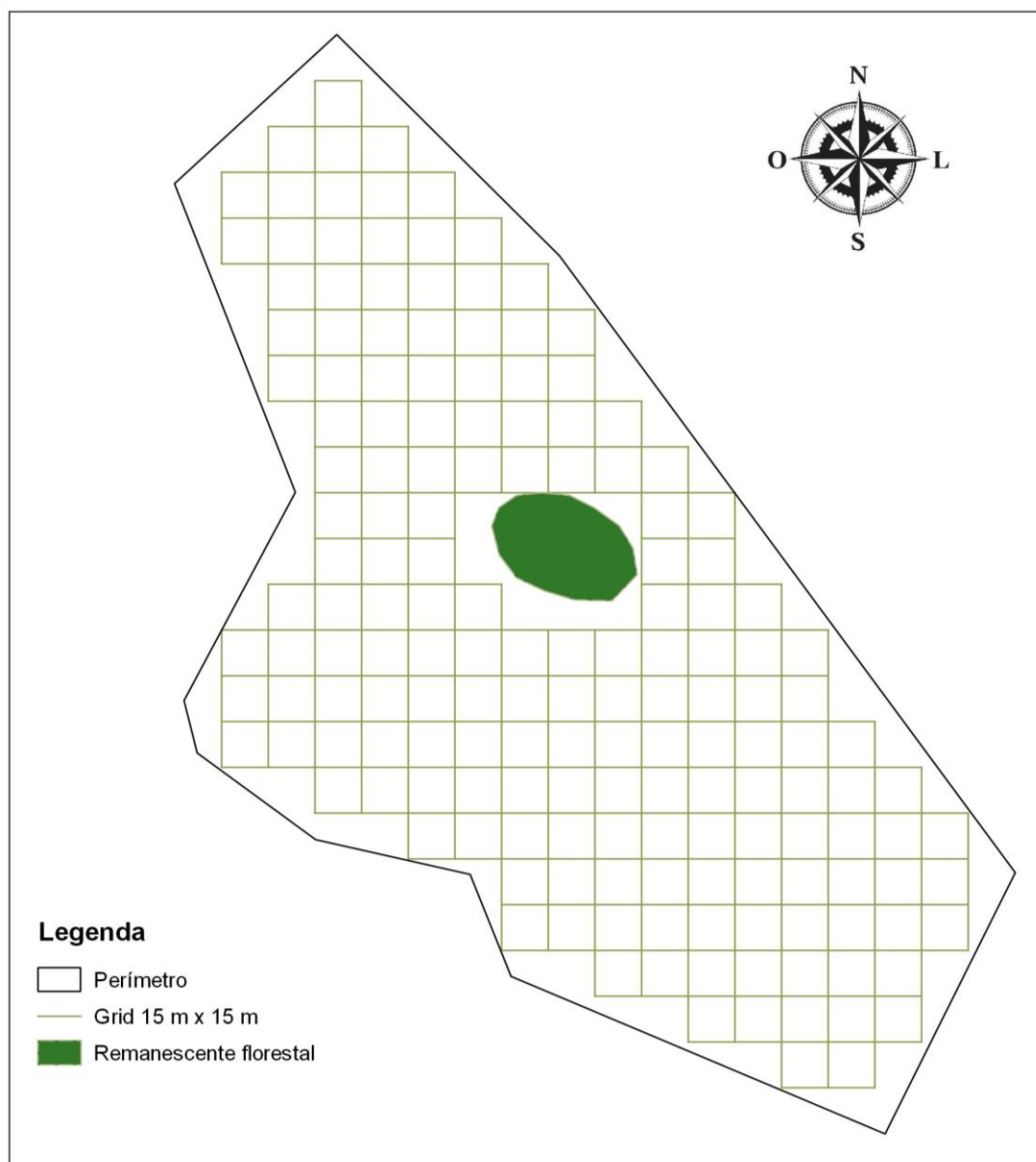


Figura 2. Grid para amostragem de plantas do gênero *Vernonia* em ambiente de pastagem cultivada no campus do IFTO de Araguatins-TO.

4.3.2 Modelos probabilísticos para estudo da distribuição de frequência

Os dados de cada amostragem foram testados para se verificar se a distribuição de Poisson é ajustada, a hipótese é de que todos os espécimes têm a mesma probabilidade de ocupar um espaço determinado, e a presença de um indivíduo não afeta a presença de outro, sendo a variância igual à média ($\sigma^2 = \mu$) (BARBOSA; PERECIN, 1982). Porém quando a variância é maior que a média ($\sigma^2 > \mu$) significa que ocorre agregação de indivíduos, ou seja, a presença de um indivíduo aumenta a chance de que ocorra outro na mesma unidade, ajustando-se a distribuição binomial negativa (BARBOSA; PERECIN, 1982).

Distribuição de Poisson. Também conhecida como distribuição ao acaso ou aleatória, possui a variância igual à média ($s^2 = m$) (BARBOSA & PERECIN, 1982). A série de probabilidades da distribuição de Poisson (JOHNSON & KOTZ, 1969) é dada por:

$$P(0) = e^{-\hat{m}}, \text{ para } x=0$$

$$P(x) = (\hat{m}/x).P(x-1), \text{ para } x=1,2,3...$$

onde:

e = base do logaritmo Neperiano (Natural) = 2,71828,

$\hat{m}$ = média amostral,

$P_{(x)}$ = probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral.

Distribuição binomial negativa. Apresentar a variância maior que a média ($s^2 > m$) (PERECIN & BARBOSA, 1992), representa a distribuição agregada ou contagiosa das plantas. As probabilidades para $x = 0, 1, 2, \dots$ foram obtidas por JOHNSON & KOTZ (1969):

$$P(0) = \left(1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}}\right)^{-\hat{k}}, \text{ para } x=0$$

$$P(x) = (\hat{k} + x - 1)/x \cdot [\hat{m}/(\hat{m} + \hat{k})] P(x-1), \text{ para } x = 1, 2, 3...$$

onde:

$\hat{m}$ é a média amostral.

$\hat{k}$ é a estimativa do expoente k da binomial negativa pelo método da máxima verossimilhança.

$P(x)$ é a probabilidade de ocorrerem x indivíduos na unidade amostral

Os modelos são adequadamente ajustados quando os dados de frequência observada e esperada possuem valores próximos. A proximidade destes dados é comparada pelo teste de Qui-quadrado (χ^2), dado por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{N_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i}$$

onde: FO_i = frequência observada na i-éssima classe;

FE_i = frequência esperada na i-éssima classe;

N_c = número de classes da distribuição de frequência.

O número de graus de liberdade no teste de χ^2 , é dado por:

$$G.L. = N_c - N_p - 1$$

Onde: N_c = número de classes da distribuição de frequência;

N_p = número de parâmetros estimados na amostra.

O critério do teste adotado foi de rejeitar o ajuste da distribuição estudada ao nível de 5% de probabilidade se:

$$X^2 \geq \chi^2_{(N_c - N_p - 1; \alpha = 0,05)}$$

Os resultados obtidos nos calculos dos índices de agregação e nos modelos probabilísticos foram submetidos a testes de adêrencia para se verificar a possibilidade de se rejeitar ou aceitar as hipoteses fórmuladas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No mês de janeiro de 2018 foram encontrados 442 indivíduos, em fevereiro 450 e em março 452, com médias de 2,65, 2,69 e 2,71 indivíduos por parcela e variâncias de 24,41, 24,49 e 24,47, respectivamente, totalizando 452 indivíduos nas 167 parcelas. O número de indivíduos oscilou entre zero e 30 nos três meses de amostragem.

Em todas as épocas de amostragem, a variância mostrou-se maior que a média do número de plantas por parcela (Tabela 1), mostrando um padrão espacial da população de *Vernonia* do tipo agregada, pois existem muitos indivíduos próximos uns dos outros (LUDWIG; REYNOLDS 1988).

Os índices de razão variância/média (I) e Morisita ($I\delta$) apresentaram-se com valores superiores a 1, e o coeficiente de Green (Cx) expressou valores próximos de 1 para máxima agregação. Para o parâmetro K (K_{mom}) os valores foram positivos e próximos de zero (Tabela 1), definindo uma agregação das plantas (RABINOVICH, 1980; MORISITA, 1962; GREEN, 1966; ELLIOTT 1979).

Para o teste de aderência Qui-quadrado, os valores calculados ($X^2 = 4,67 \times 10^{18}$, g.l. = 28, $p < 0,0$ em janeiro, $X^2 = 2,86 \times 10^{18}$, g.l. = 28, $p < 0,0$ em fevereiro) e ($X^2 = 2,53 \times 10^{18}$, g.l. = 28, $p < 0,0$ em março) na (Tabela 2), são maiores que o valor tabelado (41,34, g.l. 28, $p < 5\%$) rejeitando a hipótese de que os indivíduos se distribuem aleatoriamente na população, uma vez que os dados observados não se ajustaram à distribuição de frequências de Poisson.

Tabela 1. Médias, variâncias e índices de dispersão para distribuição espacial de plantas do gênero *Vernonia* no *Campus Araguatins* do IFTO, nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2018.

Índices	Datas		
	Janeiro	Fevereiro	Março
m	2,65	2,69	2,70
s²	24,41	24,49	24,47
$I = s^2/m$	9,22	9,09	9,04
$I\delta$	4,09	3,99	3,96
Cx	0,02	0,02	0,02
K_{mom}	0,32	0,33	0,34

m = média amostral; s² = variância; I = razão variância/média; $I\delta$ = índice de Morisita; k mom = k calculado pelo método dos momentos; Cx = coeficiente de Green;

Através da Distribuição Binomial Negativa (GREENWOOD & YULE, 1920), foi testada a hipótese de distribuição agregada, os resultados obtidos

mostraram valores de frequência esperada bem próximos a frequência observada, confirmando estatisticamente essa estrutura espacial para a população de *Vernonia* de acordo com os valores de “X²” encontrados em ambas as épocas (X² = 29,73, g.l. = 28, p = 0,004 em janeiro, X² = 32,35, g.l. = 28, p = 0,003 em fevereiro e X² = 32,71, g.l. = 28, p = 0,002 em março) (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados do teste qui-quadrado para ajuste das distribuições de Poisson e binomial negativa de plantas do gênero *Vernonia* no Campus Araguatins do IFTO, nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2018.

Datas	Poisson			Binomial negativa		
	X ²	g.l.	p	X ²	g.l.	p
Janeiro	4,67 x 10 ¹⁸ ns	28	0,0	29,73**	28	0,004
Fevereiro	2,86 x 10 ¹⁸ ns	28	0,0	32,35**	28	0,003
março	2,53 x 10 ¹⁸ ns	28	0,0	32,71**	28	0,002

X² = Estatística do teste qui-quadrado; g.l. = número de graus de liberdade do qui-quadrado; p = nível de probabilidade do teste qui-quadrado; * Significativo a 0,05% de probabilidade; ** Significativo a 0,01% de probabilidade; ns = não significativo a 0,05 % de probabilidade.

É verificada distribuição agrupada, quando, em parcelas semelhantes, o número de indivíduos tem forte variação de uma parcela a outra, chegando a formar conjuntos de parcelas de acordo com a densidade de indivíduos (GREIG-SMITH, 1964; MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). A máxima agregação seria verificada se todos os 452 indivíduos ocorressem em uma única parcela.

A capacidade que os organismos possuem de se reproduzirem assexuadamente, pode influenciar a estruturação espacial de uma determinada população (LIMA-RIBEIRO & PRADO, 2007). A reprodução se dá por brotação e normalmente a plântula ocorre próximo à planta mãe (HAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001). Dessa maneira, a probabilidade de encontrar indivíduos mais próximos uns dos outros e, formando, populações com padrão espacial agregado, aumenta em comparação com espécies que se reproduzem preferencialmente por cruzamento (BARBOUR; BURK; PITTS, 1987).

Lima-Ribeiro e Prado (2007) encontraram utilizando os mesmos modelos estatísticos, em borda de um fragmento de cerradão localizada na fazenda Recanto da Sucupira, município de Caiapônia/GO, maior índice de agrupamento para *Vernonia aurea* MART. ex DC. (Asteraceae) nos ambientes com maior heterogeneidade espacial (influenciados pelos fatores abióticos), como as áreas de pastagens cultivadas e agricultura tradicional.

Esse padrão espacial agrupado também é verificado em espécies arbórea-arbustiva como *Qualea parviflora* Mart. O trabalho realizado por (SOUZA & COIMBRA, 2005), em ambiente de cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN), no Estado de Goiás, obteve índice de Morisita igual a 1,13, resultado que comprova uma possível agregação da espécie estudada.

Na área experimental foi verificado maior densidade de *Vernonia* na região cultivada com *Brachiaria humidicola*. Plantas de morfologia arbóreo-arbustivo que apresenta porte alto e sistema radicular agressivo (RIVERA, 2006) o que pode torná-las mais competitiva por água, luz e nutrientes que gramíneas. Essa competição tem como resultado a supressão dos indivíduos mais fracos, talvez por isso é verificado o maior número de plantas de *Vernonia* na região cultivada com essa forrageira.

De acordo com Santos et al. (2011) verificou em área de pastagem de *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria brizantha* cv Marandú na Universidade Federal do Tocantins, campus de Araguaína, município de Araguaína-TO, menor produção de massa dessas forrageiras, e tal fato foi ocasionado pela grande densidade de plantas daninhas infestantes, que competiam por recursos à sobrevivência.

O *Panicum maximum* apresenta altura média de 1,65 m, sistema radicular podendo atingir grande profundidade no solo (VILELA, 2012), sua área foliar é mais expressiva que *Vernonia*. Essas boas características tornam a competição entre essas espécies menos desvantajosa. Áreas bem formadas por essa gramínea teoricamente serão mais competitivas com plantas invasoras.

A distribuição espacial de *Vernonia* nas regiões de distintas gramíneas forrageira pode ser verificada nas (Figuras 3 A, B e C).

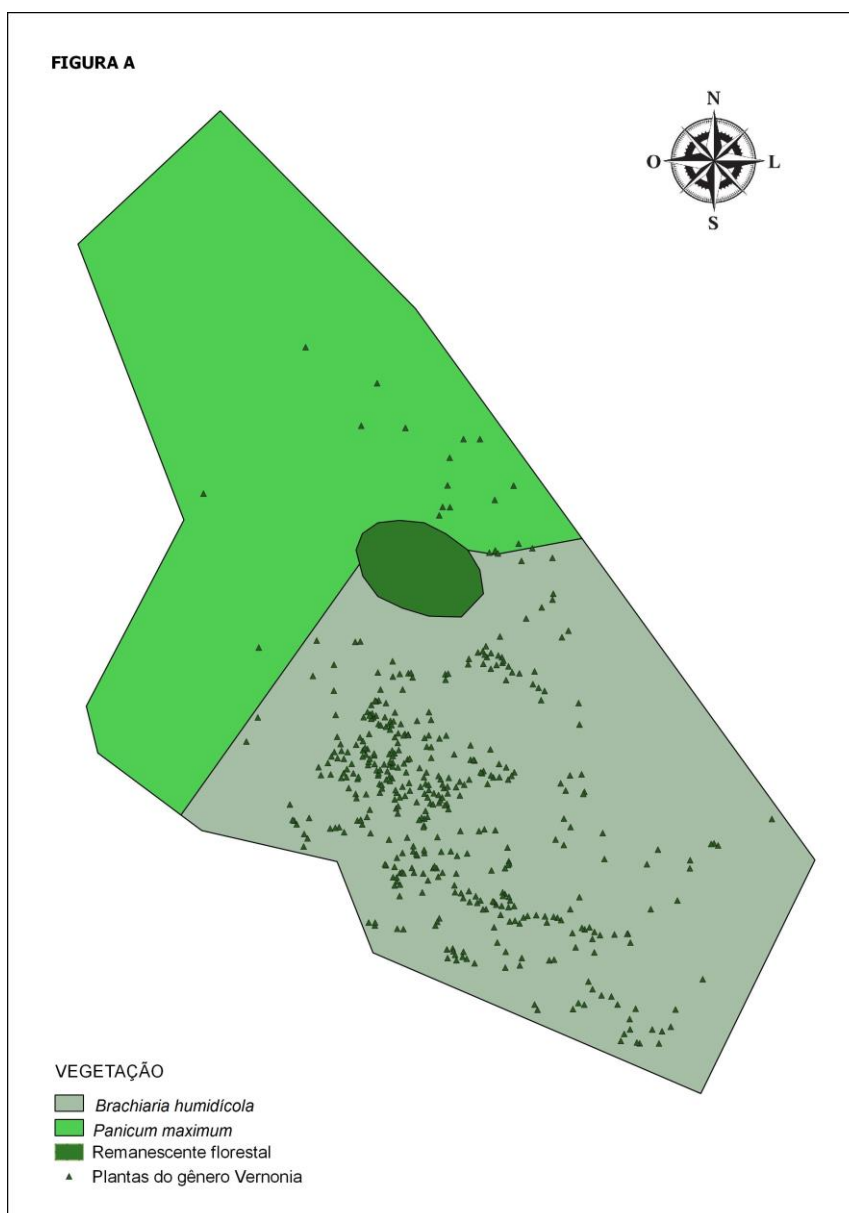






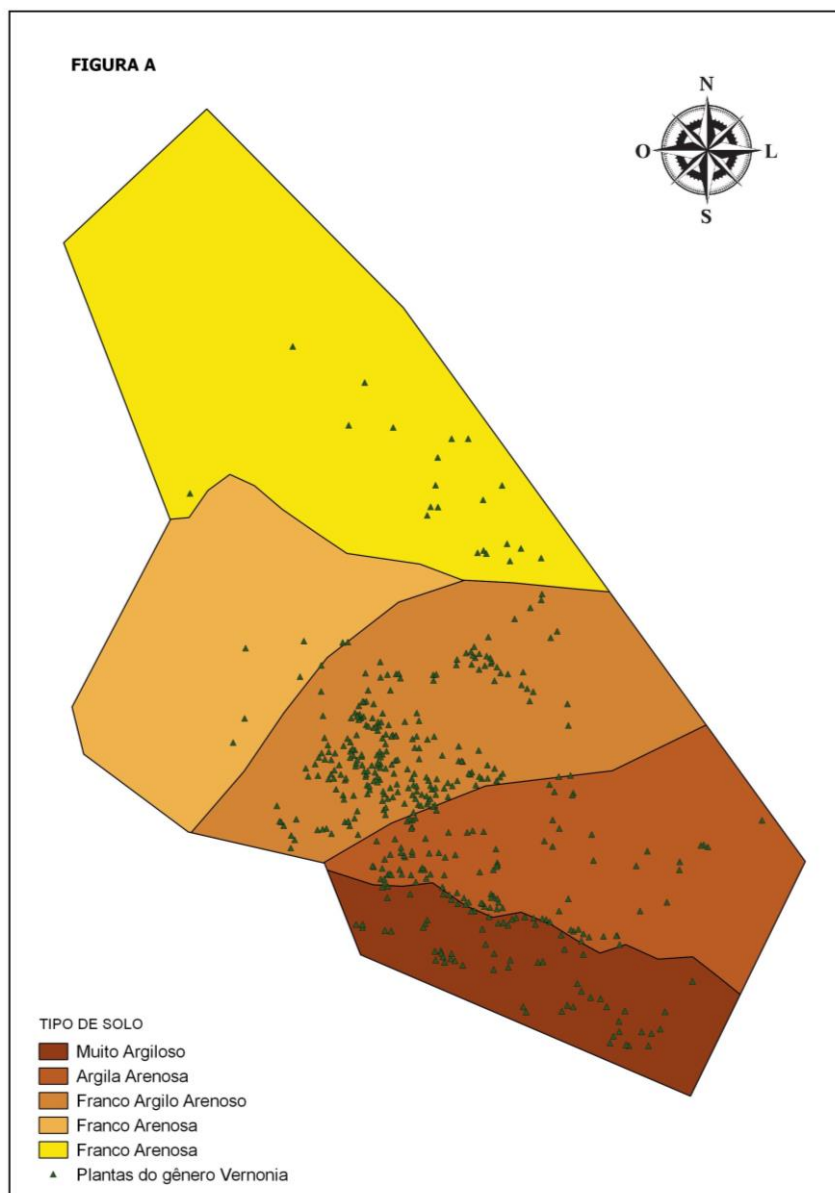
Figura 3, A, B e C. Subdivisão da área de estudo de acordo com as espécies de gramíneas forrageiras cultivadas e densidade de plantas do gênero *Vernonia* nos meses de janeiro (A), fevereiro (B), e março (C) de 2018.

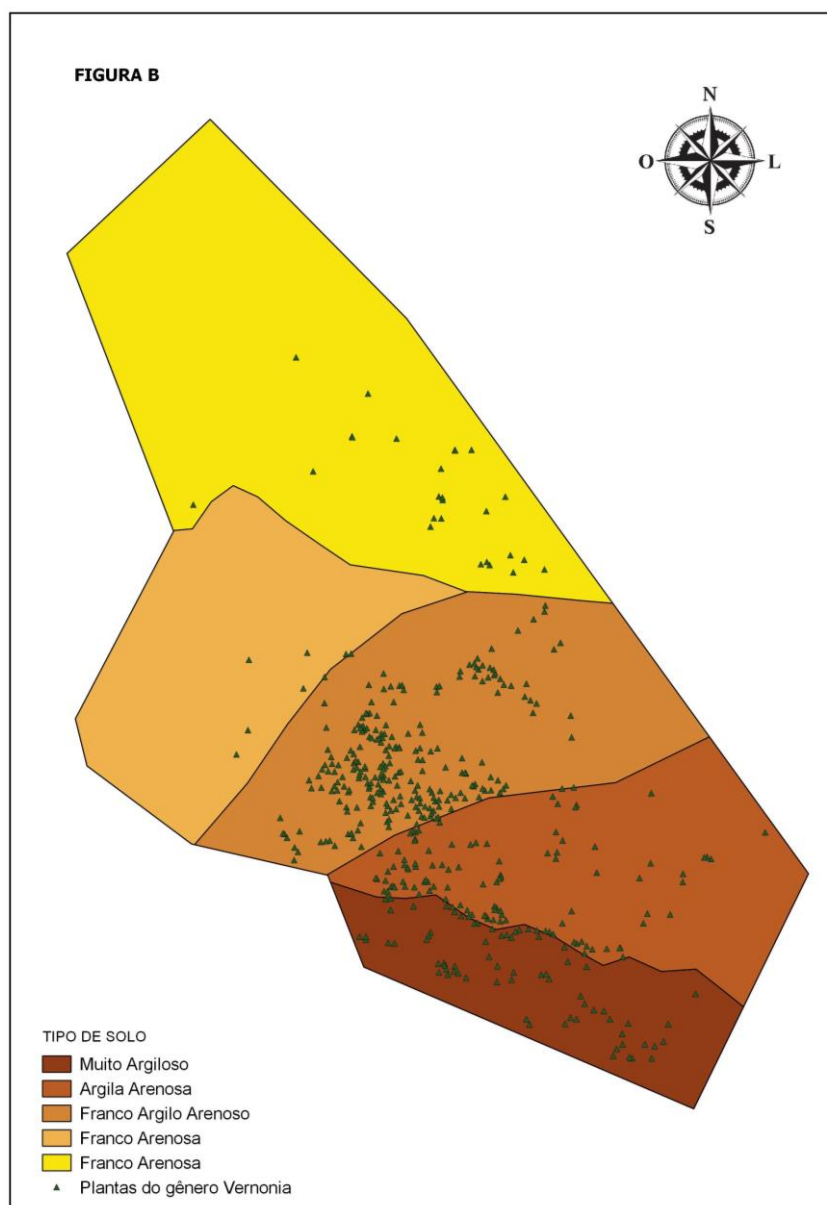
A heterogeneidade ambiental influencia os processos demográficos, como: natalidade, mortalidade e a migração gerando padrões espaciais diferentes, o que acaba distanciando o comportamento da aleatoriedade ou mesmo da uniformidade (THOMAS; KUNIN, 1999).

A disponibilização de recursos ocorre de forma irregular, pois há várias formas de produção de energia no ambiente (LEGENDRE & FORTIN, 1989). Desse modo pode haver um solo mais estruturado físico e quimicamente, e que forneça melhores condições para a sobrevivência de uma espécie. Os seres vivos, procuram

condições ideais para sua perpetuação. Portanto seria normal que houvesse um agrupamento nessas regiões de solo mais férteis.

A distribuição agrupada também pode ser influenciada por condições edáficas e relações fitossociológicas, como as interações de grupos de espécies animais e vegetais (COUTINHO, 1978; GOODLAND, 1971). Esses tipos de interações puderam ser observados na área experimental, pois na mesma convivem diversas espécies, como: anfíbios, aves, bovinos, equinos, répteis e plantas das famílias Asteraceae, Solanaceae, Arecaceae, entre outros grupos (OBSERVAÇÃO PESSOAL).





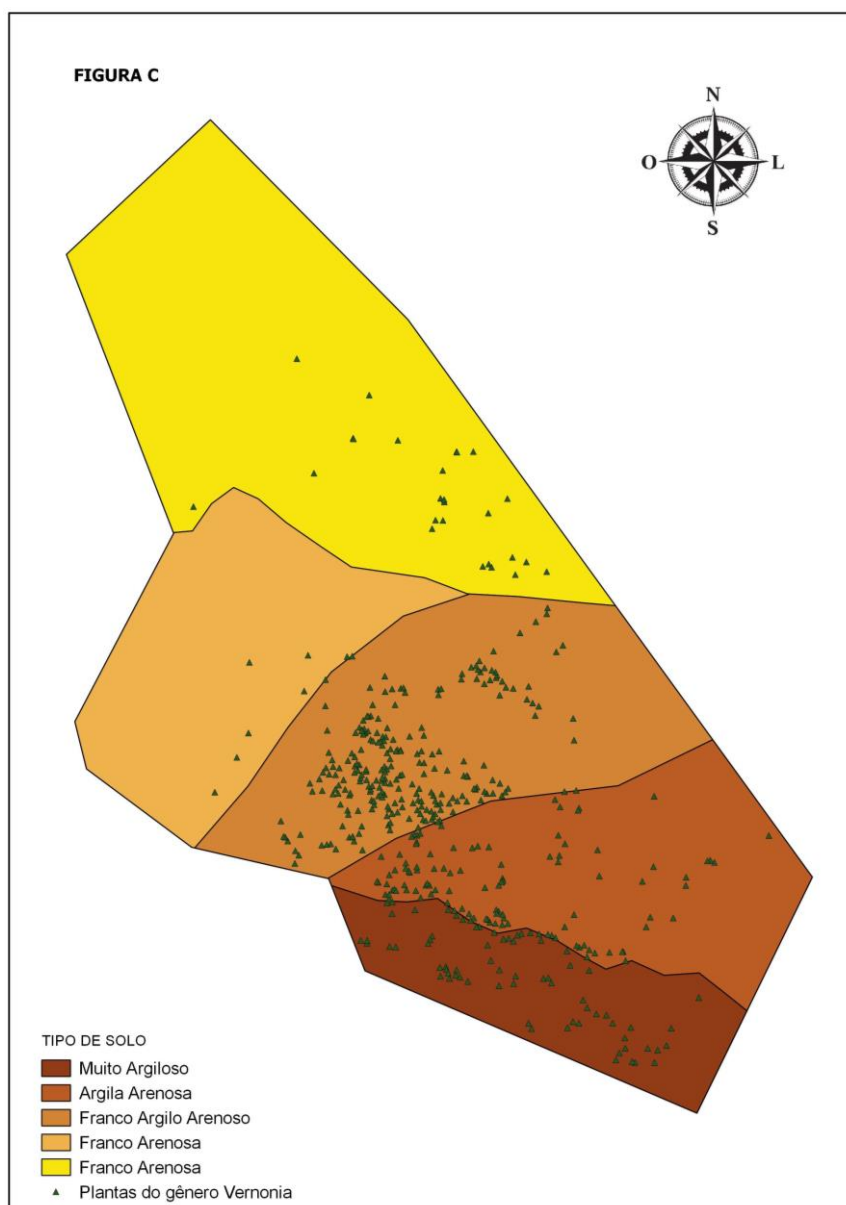


Figura 4, A, B e C. Subdivisão da área de estudo de acordo com a textura do solo e densidade de plantas do gênero *Vernonia* nos meses de janeiro (A), fevereiro (B), e março (C).

A região de solo Franco Argilo Arenoso (Figura 4, A, B e C) apresentou parcelas com maior densidade, até 30 plantas em todas as épocas de amostragem. Do ponto de vista agrônomo pode ser considerado um ambiente com boas condições para o desenvolvimento da maioria dos vegetais, pois apresenta solo de textura média 33,65 de argila, teores de Cálcio e Magnésio acima dos valores mínimos, um teor de matéria orgânica considerado médio (Tabelas 3 e 4). Além do mais, essas parcelas se situam em região de maior altitude, proporcionando melhor drenagem quando a área está sob inundação.

Tabela 3. Resultados das análises física dos solos encontrados na área de estudo.

Amostra	Areia	Argila	Silte
	%		
Muito Argilosa	26,06	60,33	13,62
Argila Arenosa	54,36	40,33	5,32
Franco Argilo Arenoso	61,04	33,65	5,32
Franco Arenosa	67,72	20,33	11,96
Franco Arenosa	67,72	15,31	16,98

N° = número da amostra; % = Porcentagem.

Tabela 4. Resultados das análises química dos solos encontrados na área de estudo.

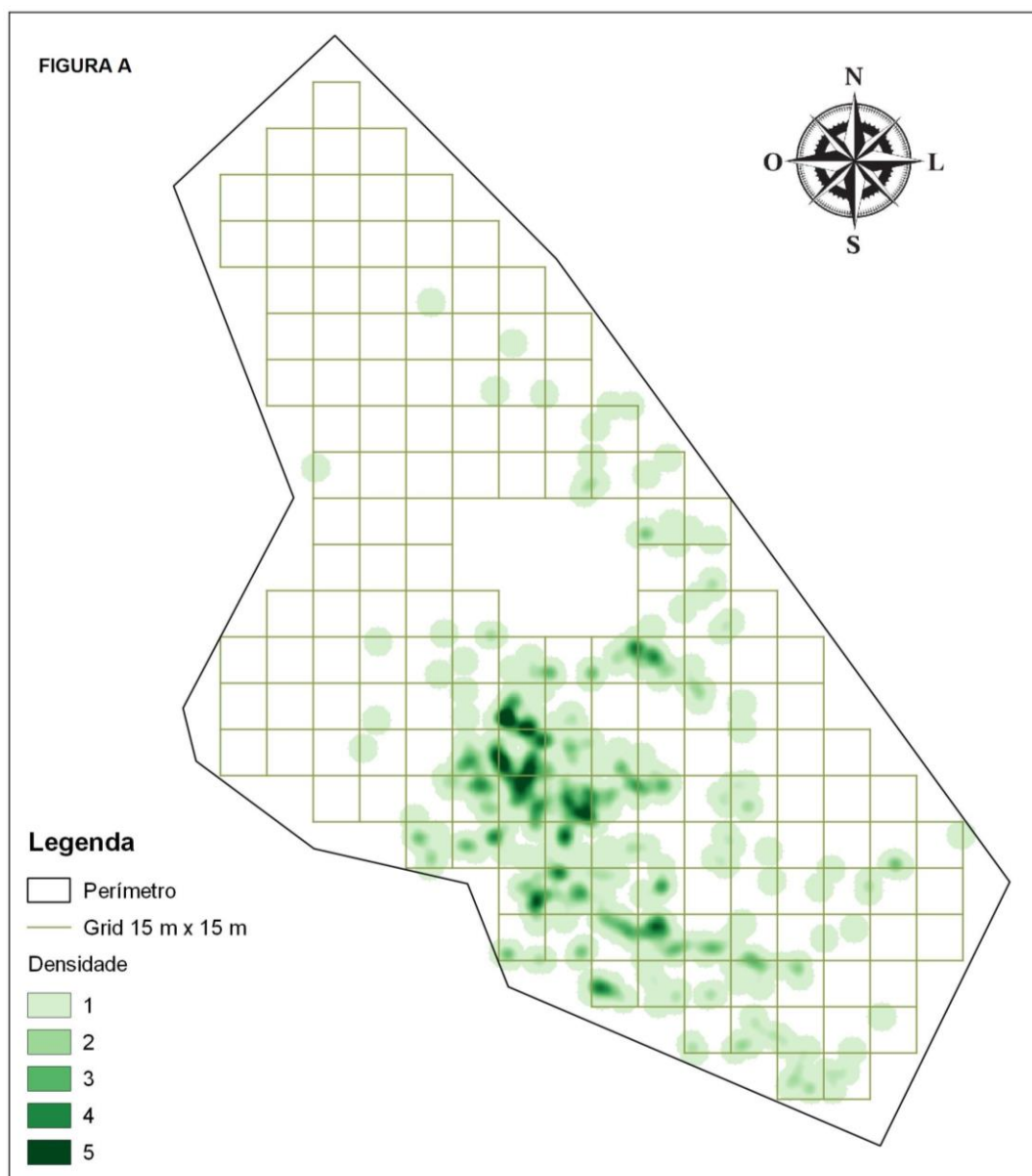
Solo	pH em	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V	M.O.
Textura	H ₂ O	mg/dm ⁻³			cmolc/dm ⁻³			%			
Muito Argilosa	7,70	3,08	32,00	10,00	8,80	0,00	0,16	18,88	19,05	99,13	2,43
Argila Arenosa	6,80	3,08	53,00	7,00	4,60	0,00	1,32	11,73	13,05	89,89	3,10
Franco Argilo Arenoso	6,70	3,08	13,00	2,50	1,50	0,00	1,49	4,03	5,32	73,09	1,97
Franco Arenosa	6,20	2,20	36,00	9,00	6,60	0,00	0,83	15,69	16,52	95,01	2,43
Franco Arenosa	5,60	3,08	35,00	1,90	0,90	0,00	1,32	2,89	4,21	68,64	3,10

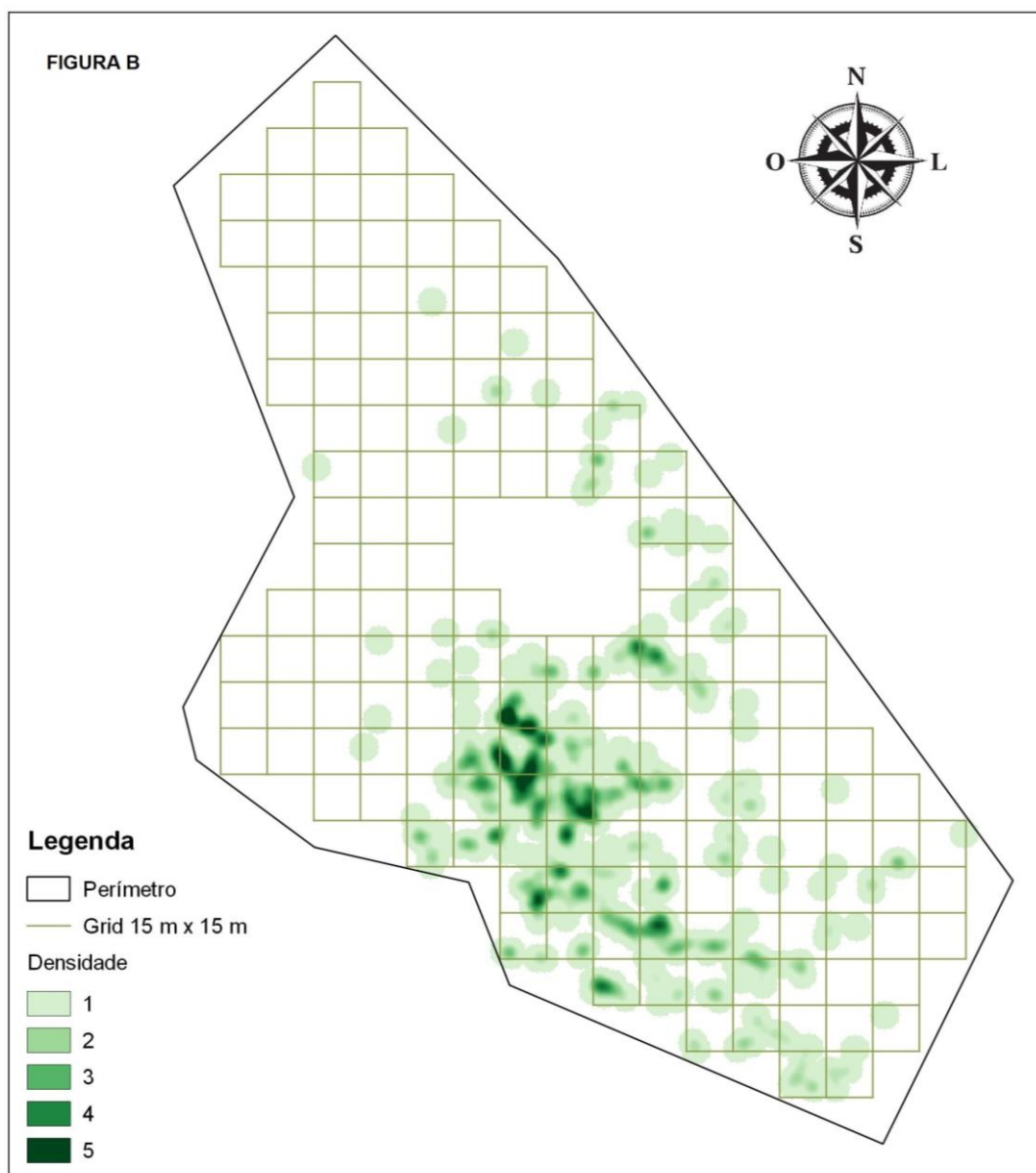
N° = número da amostra; pH = Potencial hidrogeniônico; H₂O = Água; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; Al = Acidez ativa; H+Al = Acidez potencial; S = Soma de bases; T = Capacidade de troca de cátions a pH 7; V = Saturação por bases; M.O. = Matéria orgânica; mg/dm³ = miligramas por decímetro cúbico; cmolc/dm³ = centímol de carga por decímetro cúbico; % = Porcentagem.

Segundo Gomes et al. (2015) verificaram em substratos constituídos por solo de textura argilosa e de textura média, maior enraizamento e consequentemente melhor qualidade de mudas de *Vernonia polyanthes* Less produzidas por estaquia. Esse resultado foi possível devido a maior atividade celular durante o processo de formação de calos e posterior emissão de raízes, que só é conseguido com maior disponibilidade de oxigênio devido a porosidade do solo (HARTMANN et al., 2002).

Esses resultados, comparados a distribuição de *Vernonia* nos mapas de textura do solo e densidade de plantas da área experimental permitem concluir que a uma preferência desse gênero por áreas de textura que vão de média a argilosa.

Nos mapas de densidade de plantas (Figura 5 A, B e C), a intensidade da agregação pode ser observada pela evolução das cores que vão de tons claro (menor densidade) a tons escuro (maior densidade). É possível ainda verificar pontos isolados, onde encontra-se um único indivíduo, distante dos demais.





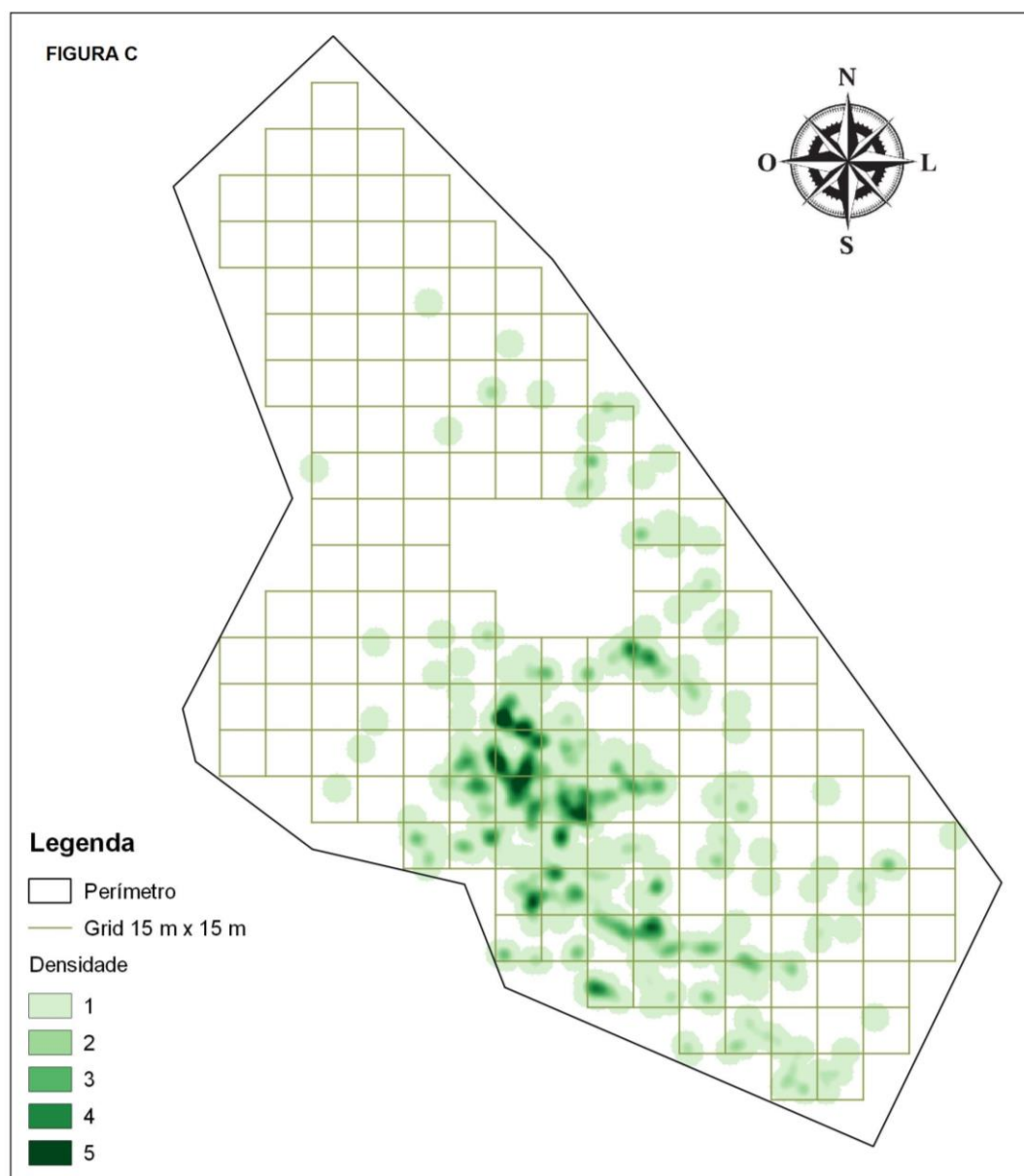


Figura 5 A, B e C. Mapas de densidade de plantas dos meses de janeiro (A), fevereiro (B) e março (C) de 2018.

Boas condições ambientais do habitat são muito importantes para que a propagação de uma espécie vegetal não seja comprometida, os agentes do clima, a baixa incidência de competidores e predadores, a fertilidade natural e a ótima atuação dos agentes dispersores auxiliam na forma de ocupação espacial de uma área por uma espécie vegetal.

De acordo com estudo realizado por Hutchings (1997), as variações ambientais presentes, a ocorrência de manchas de solo mais férteis e agentes dispersivos, além da adaptabilidade da população às boas condições, ocasionam esse padrão agrupado, corroborando os resultados do presente estudo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipótese de que os indivíduos de *Vernonia* se agregam em área de pastagem cultivada foi confirmada, atendendo ao objetivo, que era de se identificar e descrever o padrão de distribuição espacial. As diferenças ambientais na área experimental podem ter levado a população de *Vernonia* a se agrupar em regiões de melhores condições para seu desenvolvimento.

O teste de Qui-quadrado confirmou que os valores de frequência esperada calculados pela distribuição binomial negativa foram bem próximos aos valores de frequência observada, demonstrando uma agregação das plantas nos três meses de contagem.

Esse curto período de estudo (três meses) poderia se prolongar por até um ano ou mais, para que se tivesse uma análise desse comportamento espacial ao longo de todas as estações do ano, o que tornaria o trabalho mais acurado na identificação do comportamento espacial.

Este trabalho contribui como um modelo de estudo para o comportamento espacial de espécies vegetais, e também como um alerta sobre os danos e prejuízos ocasionados devidos a competição por espaço entre culturas de interesse comercial e plantas consideradas invasoras.

Não foram encontrados outros trabalhos que estudaram o padrão de distribuição espacial de plantas do gênero *Vernonia* em área de pastagens cultivadas, isso mostra a importância da realização de mais trabalhos e a grande relevância deste.

REFERÊNCIAS

AUTODESK, Inc. **O que é o software CAD?**. Califórnia, 2018 Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-software>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

IBGE, **Censo agropecuário 2007**, resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2018 Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

ANSCOMBE, F. J. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. **Biometrics**, v. 5, n. 2, p. 165-173, 1949.

BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797), na cultura do milho. **Científica**, Jaboticabal, v. 10, p. 181-91, 1982.

BARBOUR, M. G.; BURK, J.H.; PITTS, W. D. **Terrestrial Plant Ecology**. 2. ed. Califórnia: Benjamim/Cummings, 1987.

BLITZKOW, D. Navstar/GPS: um desafio tornado realidade. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO**, 3, 1995, São Paulo. Anais. São Paulo, 1995.

Bliss, C.I & R.A. Fisher. 1953. Fitting the negative binomial distribution to biological data and a note on the efficient fitting of the negative binomial. **Biometrics** 9: 176-200.

BURROUGH, P. A.; McDONNEL, R. A. (1998). **Principles of geographical information systems: spacial informationsystems and geoestatistics**. Oxford: Clarendon Press. 333p.

BRASIL. **Normais Climatologicas do Brasil 1961 – 1990**. 2018. Brasília, 2018. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

BRASIL. Instituto Federal do Tocantins *campus* Araguatins. Araguatins, 2018 Disponível em <<http://www.ifto.edu.br/araguatins>>. Acesso em: 8 mar. 2018.

CARVALHO, J.O. P. de. Abundância, freqüência e grau de agregação de Pau-rosa (Aniba duckei) na Floresta Nacional do Tapajós. Belém: **Embrapa-CPATU**, 1983. 24 p. (Boletim de Pesquisa, 53).

CARVALHO, TB De; ZEN, S.; TAVARES, É. CN Comparação de custo de produção na atividade de pecuária de engorda nos principais países produtores de carne bovina. **REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA**, Administração e Sociologia Rural, v. 47, 2009.

COELHO, Rosa Marques Santos; RIBEIRO, Paulo Flores. **Sistemas de Posicionamento Global**. 2007.

Condit R, Ashton PS, Baker P, Bunyavejchewin S, Gunatilleke S, Gunatilleke N et al. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. **Science** **2000**; 288(5470): 1414-1418. <http://dx.doi.org/10.1126/science.288.5470.1414>. PMID:10827950

COUTINHO, L. M. O conceito de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, p. 17-23, 1978.

COSTA, Marília Gregolin. **Distribuição espacial e amostragem seqüencial de ninfas e adultos de Diaphorina citri Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) na cultura de citros**. 2009.

DANGERMOND, J. (1992). What is a Geographic information System (GIS)? In: JOHNSON, A.I.; PETTERSSON, C. B.; FULTON, J. L. Geographic Information Systems (GIS) and Mapping – Practices and Standards. Philadelphia: ASTM STP 1126, Eds. **American Society for Testing and Materials**. p.11-17.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental-Docmentos (**INFOTECA-E**), 2014.

ELLIOTT, J.M. Some methods for the statistical analysis of sample benthic invertebrates. 2nd.ed. **AMBLESIDE: FRESHWATER BIOLOGICAL ASSOCIATION**, 1979. 157p.

FABRICANTE, Juliano Ricardo; DE ANDRADE, Leonaldo Alves. Análise estrutural de um remanescente de caatinga no Seridó paraibano. **Ecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 341-349, 2007.

FERRAZ, José Bento Stermán; DE FELÍCIO, Pedro Eduardo. Production systems—An example from Brazil. **Meat science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FIORELLI, J. **DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR**. 2018. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/130177/mod_resource/content/2/Apostila%20CAD_.pdf> Acesso em: 14 mar. 2018.

FONTES, JRA et al. Manejo integrado de plantas daninhas em pastagens na Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Embrapa Amazônia Ocidental-Circular Técnica (**INFOTECA-E**), 2011.

GOODLAND, R. J. A. A physiognomic analysis of the “Cerrado” vegetation of Central Brazil. **JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY**, Oxford, v. 59, p. 411-415, 1971.

GREEN, R.H. Measurement of non-randomness in spatial distributions. **Researches on Population Ecology**, Kyoto, v.8, n.1, p.1-7, 1966.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. Washington: Butterworth, 1964. 256p.

GREENWOOD, Major; YULE, G. Udny. An inquiry into the nature of frequency distributions representative of multiple happenings with particular reference to the occurrence of multiple attacks of disease or of repeated accidents. **Journal of the Royal statistical society**, v. 83, n. 2, p. 255-279, 1920.

HAVEN, P. H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

HUTCHINGS, M. J. The structure of plant population. In: CRAWLEY, M.J. (ed.) **Plant Ecology**. Oxford: Blackwell Scientific, 1997. p. 325-358.

IBGE. **Censo agropecuário 1920/2006. Até 1996, dados extraídos de: Estatística do Século XX**. Rio de Janeiro: 2007. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

JARDIM, E. **Cenário e perspectivas para o agronegócio da pecuária tocantinense, 2017**. Disponível em: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/333409/>>. Acesso em: 15 de mar. 2018

JANKAUSKIS, J. Avaliação de técnicas de manejo florestal. Belém: **SUDAM**, 1990. 143 p.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução à taxonomia vegetal**. 12^a ed. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1998.

KERSHAW, K. A. **Quantitative and dynamic plant ecology**. 2. ed. New York: American Elsevier, 1973.

LEGENDRE, P.; FORTIN, M. J. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetation**, London, v. 80, p. 107-138, 1989.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Inst. PLantarum, 2000.

LIMA-RIBEIRO, M. de S.; PRADO, EC do. Distribuição espacial de uma população de *Vernonia aurea* Mart. ex DC. Asteraceae) em um fragmento de Cerradão no município de Caiapônia, GO, Brasil. **iosciences**, 2007.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York: John Wiley e Sons, 1988.

MASCARENHAS, R. E. B.; MODESTO JÚNIOR, M. S.; DUTRA, S.; SOUZA FILHO, A. P. S.; TEIXEIRA NETO, J. F. Plantas daninhas em uma pastagem cultivada de baixa produtividade no nordeste paraense. **Planta Daninha**, v. 17, p. 399-418, 1999.

MOLIN, José Paulo; CARREIRA, Pablo Torres. Metodologia para ensaios cinemáticos de receptores de GNSS utilizando um GPS RTK como referência. **Revista Brasileira de Agroinformática**, v. 8, n. 1, p. 53-62, 2006.

MONTEIRO, M. H. D.; GOMES-CARNEIRO, M. R.; FELZENSZWALB, I.; CHAHOUD, I.; PAUMGARTTEN, F. J. R. Toxicological evaluation of a tea from leaves of *Vernonia condensata*. **Journal of Ethnopharmacology**. v.74, p.149-157, 2001.

MORISITA, M. Id-index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, Kyoto, v.4, p.1-7, 1962.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley e Sons, 1974.

PIELOU, E. C. **An introduction to mathematical ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1969. 286 p.

PRADO, Rachel Bardy. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos**. São Carlos. Tese (Doutorado). Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

QGIS 2.18.17. QGIS: **Um Sistema de Informação Geográfica Livre e Aberto**. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/> Acesso em: 30 fev. 2018.

RABINOVICH, J. E. **Introduccion a la ecologia de poblaciones animales**. México: Continental, 1980. 313 p.

RASSINI, JOAQUIM BARTOLOMEU; COELHO, Ronaldo Rodrigues. **Controle químico de assa-peixe (*Vernonia polyanthes*) em pastagens**. Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em periódico indexado (ALICE), 1994.

RIVERA, V. L., 2006, “**Estudos fitogeográficos em *Vernonia Schreb. sensu lato* (Asteraceae) no Bioma Cerrado**”, 119f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Universidade de Brasília, Brasília. RIVERA, Vanessa Lopes. Estudos fitogeográficos em *Vernonia Schreb. sensu lato* (Asteraceae) no bioma Cerrado. 2010.

RODRIGUES, I. M. C.; SOUZA FILHO, A. P. S.; FERREIRA, F. A.; DEMUNER, A. J. Prospecção química de compostos produzidos por *Senna alata* com atividade alelopática. **Planta Daninha**, v. 28, p. 1-12, 2010.

SALES, M. F. L.; VALENTIM, J. F.; DE ANDRADE, C. M. S. Capim mombaça: formação e manejo de pastagens no Acre. **Embrapa Acre-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2002.

SANTOS, LD Tuffi et al. Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea Phyto-sociological assessment of degraded pastures under flooded low land conditions. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 343-349, 2004.

SOUZA FILHO, A. P. S. Interferência potencialmente alelopática de capim-gengibre (*Paspalum maritimum*) em áreas de pastagens cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, p. 451-456, 2006.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods**. 2nd. ed. New York: John Wiley & Sons, 1978, 525 p.

SEGANTINE, P. C. L. 1999. GPS – **Sistema de Posicionamento Global**. Apostila didática da Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Transportes. P 181.

Secretaria de Desenvolvimento da Agricultura e Pecuária do Estado do Tocantins – SEAGRO. **Cenário e perspectivas para o agronegócio da pecuária tocantinense**, 2018. Disponível em: <<http://seagro.to.gov.br/noticia/2015/10/6/cenario-e-perspectivas-para-o-agronegocio-da-pecuaria-tocantinense/>> Acesso em: 15 mar. 2018

Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente - SEPLAN. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico - DZE. 4 ed. Palmas: Seplan, 2005.

SILVA, D. S. M.; DIAS-FILHO, M. B. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola* de diferentes idades. **Planta Daninha**, v. 19, p. 179-185, 2001.

TAYLOR, L.R. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, v.29, p.321-57, 1984.

TERRA NASCIMENTO, André R.; JONAS LONGHI, Solon; BRENA, Doádi Antônio. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, 2001.

THOMAS, C. D.; KUNIN, W. E. The spatial structure of populations. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 68, p. 647-657, 1999.

VIEIRA FA, FAJARDO CG, SOUZA AM, REIS CAF, CARVALHO D. Fine-scale genetic dynamics of a dominant neotropical tree in the threatened Brazilian Atlantic Rainforest. **Tree Genetics & Genomes** 2012; 8(6): 1191-1201. <http://dx.doi.org/10.1007/s11295-012-0506-7>.

VILELA, Herbert. **Pastagem: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2012.

WIEGAND T, GUNATILLEKE S, GUNATILLEKE N. Species associations in a heterogeneous Sri Lankan dipterocarp forest. **American Naturalist** 2007; 170(4): E77-E95. <http://dx.doi.org/10.1086/521240>. PMID:17891727.