

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 29/08/2017.



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DIANA CARLA DE OLIVEIRA SANTANA LIMA

**ANÁLISE ESPACIAL DE POPULAÇÕES NATURAIS DE *DIPTERYX*
ALATA VOGEL: SUBSÍDIO PARA COLETA DE SEMENTES**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DIANA CARLA DE OLIVEIRA SANTANA LIMA

**ANÁLISE ESPACIAL DE POPULAÇÕES NATURAIS DE *DIPTERYX*
ALATA VOGEL: SUBSÍDIO PARA COLETA DE SEMENTES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia –
UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia na área de concentração
em Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes

Co-orientador: Prof. Dr. Alan Rodrigo Panoso

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

- L732a Lima, Diana Carla de Oliveira Santana.
Análise espacial de populações naturais de *Dipteryx alata* vogel: subsídio para coleta de sementes / Diana Carla de Oliveira Santana Lima. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
68 f. : il.
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2016
- Orientador: Mário Luiz Teixeira de Moraes
Co-orientador: Alan Rodrigo Panoso
Inclui bibliografia
1. Baru. 2. Distribuição espacial. 3. Índice de moran. 4. Sistema de informações geográficas.

FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE ESPACIAL DE POPULAÇÕES *Dipteryx alata* Vogel;
SUBSÍDIOS PARA COLETA DE SEMENTES

AUTORA: DIANA CARLA DE OLIVEIRA SANTANA LIMA
ORIENTADOR: MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES
CO-ORIENTADOR: ALAN RODRIGO PANOSSO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA,
especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira - UNESP

Profa. Dra. DANIELA SILVIA DE OLIVEIRA CANUTO
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira

PROFESSOR TITULAR CÂMILA REGINA SILVA BALERONI RECCO
Curso de Agronomia / Faculdades Integradas Stella Maris de Andradina

Ilha Solteira, 29 de agosto de 2016

“A satisfação reside no esforço, não apenas no resultado final obtido.

O esforço de toda a jornada é a plena vitória. ”

Mahatma Gandhi

DEDICATÓRIA

À minha amada mãe, Aparecida Delfino de Lima, a qual sempre dedicou sua vida por mim me fornecendo sempre todo amparo e ao meu querido e amado irmão, Juan Lima de Andrade, ambos são a fonte de minha força e as razões da minha Vida.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me dar força, para enfrentar e superar todas as dificuldades, para alcançar meus objetivos, por sempre iluminar meu caminho e por me mostrar através de pessoas que o amor, amizade e o companheirismo são os principais pilares da vida.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) pelo apoio e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – Processo nº 2012/18747-2) pela disponibilização de seus recursos para o desenvolvimento do projeto.

Ao Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes pela orientação, por todo conhecimento a mim repassado, pela paciência, pelo esforço e por toda confiança depositada em mim.

Ao Prof. Dr. Alan Rodrigo Panosso pela co-orientação, pelos ensinamentos e por todos conselhos.

Ao professor e amigo José Ricardo Pitanga Negrão por toda ajuda prestada.

À Selma Maria Bozzite Moraes por toda ajuda e disponibilidade em sempre atender meus pedidos e a Marcela Aparecida de Moraes por toda ajuda.

Ao José Cambuim, por todo incentivo, por toda dedicação nessa etapa tão importante da minha Vida, e por sempre acreditar em mim. Certamente foi uma das peças mais importantes nesse processo. Desde a coleta de dados até a tão esperada conclusão. Gostaria de deixar registrado aqui toda minha Gratidão e Felicidade de saber que tenho seu apoio.

À toda família Cambuim, que já considero minha família. Por sempre me acolher e me ajudar.

Ao Alexandre Marques da Silva, por toda ajuda prestada na coleta de dados e em todo o desenvolvimento do trabalho, pelos ensinamentos e por toda dedicação.

Ao meu querido namorado Aldo Renan, também meu grande amigo, por todo seu amor, por toda sua dedicação, por sempre estar pronto a me ajudar e, acima de tudo, por sempre estar presente em momentos muito importantes em minha vida.

A todos meus amigos, pela amizade e pelo incentivo durante meu mestrado. E em especial, gostaria de agradecer a Silvia Palotti Polizel, que de forma inesperada se tornou uma grande amiga e que não mediu esforços para me ajudar, sempre me incentivando e me encorajando.

Aos meus familiares que, mesmo distantes, sempre me deram a força em toda essa jornada.

A todos, minha eterna e sincera gratidão!

RESUMO

O padrão de distribuição espacial de espécies arbóreas é um dos fatores de grande importância para o entendimento das interações ecológicas ocorridas em uma população ou comunidade florestal, sendo vital para a compreensão de como determinada espécie utiliza dos recursos disponíveis para se estabelecer e reproduzir em um determinado espaço. A interpretação dos resultados das análises espaciais de espécies arbóreas em conjunto com a análise do solo, fornece subsídios significativos para a compreensão desses fenômenos e para indicação de indivíduos para programas de conservação genética e fomento florestal. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi subsidiar a coleta de sementes para conservação *ex situ* de seis populações naturais de *Dipteryx alata*, com base na distribuição espacial, utilizando o Índice de Moran associado a um sistema de informação geográfica, na estatística descritiva dos caracteres silviculturais das árvores matrizes e na caracterização dos ambientes de ocorrência, empregando um interpolador determinístico (IDW) para espacializar os atributos químicos do solo. Essas populações estão localizadas nos municípios de Paulo de Faria/SP, Campina Verde/MG, Ituiutaba/MG, Brasilândia/MS, Campo Grande/MS e Itarumã/GO. Todas as populações tiveram um crescimento superior a 45 cm em relação ao caráter DAP (Diâmetro à Altura do Peito). Levando em consideração que o caráter DAP tem uma maior correlação dendrocronológica a idade estimada dessas populações naturais estaria no intervalo entre 40 e 63 anos. No que se refere ao cálculo do I Moran, as populações de Ituiutaba e Itarumã, apresentaram padrão de distribuição espacial aleatório, apontando alta variabilidade entre seus indivíduos, deste modo a coleta de sementes para a conservação *ex situ* desta espécie nessas amostras seriam preferencialmente indicadas. Em relação aos solos analisados, em sua maioria, a distribuição espacial dos atributos indicou uma elevada acidez e uma baixa concentração dos teores de matéria orgânica. A presença de árvores matrizes em diferentes classes de matéria orgânica e pH, é um indicativo que as populações estudadas apresentam capacidade de adaptação em diferentes condições edáficas.

Palavras-chave: Baru. Caracteres silviculturais. Conservação *ex situ*. Distribuição espacial. Índice de Moran. Sistemas de Informações Geográficas. Interpolador determinístico.

ABSTRACT

The spatial distribution pattern of tree species is one of the most important factors for the understanding of the ecological interrelationships occurring in a population or community forestry, it is vital to the understanding of how a certain species uses the resources available to establish and reproduce in a given space. Interpretation of the results of the spatial analysis of tree species provides significant subsidies for the understanding of these phenomena and indication of individuals for genetic conservation programs and forest promotion. In this context, the objective of the work was to study the spatial distribution of six natural populations of arborea specie baru (*Dipteryx alata* Vogel.) using the Moran index associated with a Geographic Information System and descriptive statistics of their silvicultural attributes. These populations are located in the municipalities of Paulo de Faria/SP, Campina Verde/MG, Ituiutaba/MG, Brasilândia/MS, Campo Grande/MS e Itarumã/GO. All populations had a growth over 45 cm in relation to the DAP (Diameter at Breast Height) attribute. Taking into account that the DAP attribute has a higher dendrochronological correlation, the estimated age of these natural populations would be in the range between 40 and 63 years. As regards the calculation of Moran index, populations of Ituiutaba and Itarumã presented random spatial distribution pattern, pointing high variability among its individuals, so the collection of seeds for ex situ conservation of this species in these samples would be preferably indicated. Regarding the analyzed soils, mostly, the spatial distribution of attributes indicated a high acidity and a low concentration of organic matter content. The presence of mother trees in different classes of organic matter and pH, is an indication that the populations studied have adaptability in different soil conditions.

Keywords: Baru. Silvicultural characters. Ex situ conservation. Spatial distribution. Moran index. Geographic information systems. Interpolator deterministic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de distribuição da espécie <i>Dipteryx alata</i> no Bioma Cerrado.	19
Figura 2 - Estrutura geral de Sistemas de Informação Geográfica.....	26
Figura 3 - Localização das áreas de estudo.	31
Figura 4 . Distâncias em quilômetros entre as populações de <i>Dipteryx alata</i>	32
Figura 5 - População de <i>Dipteryx alata</i> em Paulo de Faria (POP-PF).....	34
Figura 6 - População de <i>Dipteryx alata</i> em Campina Verde (POP-CV).....	34
Figura 7 - População de <i>Dipteryx alata</i> em Ituiutaba (POP-BA).....	35
Figura 8 - População de <i>Dipteryx alata</i> em Brasilândia (POP-BR).....	35
Figura 9 - População de <i>Dipteryx alata</i> em Campo Grande (POP-CG)	36
Figura 10 - População de <i>Dipteryx alata</i> em Itarumã (POP-MA)	36
Figura 11 - Exemplo de representação do resultado estatístico da Autocorrelação espacial global.	39
Figura 12 - Resultado estatístico do I de Moran Global para a população de <i>Dipteryx alata</i> de Paulo de Faria, para os caracteres: (A) altura; (B) DAP; (C) DMC.....	43
Figura 13 . Resultado estatístico do I de Moran Global para a população de <i>Dipteryx alata</i> de Brasilândia, para os caracteres: (A) altura; (B) DAP; (C) DMC.....	43
Figura 14 . Resultado estatístico do I de Moran Global para a população de <i>Dipteryx alata</i> de Ituiutaba, para os caracteres: (A) altura; (B) DAP; (C) DMC.....	44
Figura 15 - Resultado estatístico do I de Moran Global para a população de <i>Dipteryx alata</i> de Itarumã, para os caracteres: (A) altura; (B) DAP; (C) DMC.....	44
Figura 16 - Resultado estatístico do I de Moran Global para a população de <i>Dipteryx alata</i> de Campina Verde, para os caracteres: (A) altura; (B) DAP; (C) DMC.....	45
Figura 17 - Resultado estatístico do I de Moran Global para a população de <i>Dipteryx alata</i> de Campo Grande, para os caracteres: (A) altura; (B) DAP; (C) DMC.....	45
Figura 18 - Distribuição de frequência para classes de teores de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Paulo de Faria.	48
Figura 19 . Distribuição de frequência para classes de pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Paulo de Faria.	48
Figura 20 - Distribuição espacial da concentração de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Paulo de Faria.	49
Figura 21 - Distribuição espacial da concentração pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Paulo de Faria	49

Figura 22 - Distribuição de frequência para classes de teores de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Ituiutaba.....	50
Figura 23 - Distribuição de frequência para classes de pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Ituiutaba.	50
Figura 24 - Distribuição espacial da concentração de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Ituiutaba.	51
Figura 25 - Distribuição espacial da concentração de pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Ituiutaba.	52
Figura 26 - Distribuição de frequência para classes de teores de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Itarumã.	53
Figura 27 - Distribuição de frequência para classes pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Itarumã.	53
Figura 28 - Distribuição espacial da concentração de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Itarumã.	54
Figura 29 - Distribuição espacial dos valores de pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Itarumã.	54
Figura 30. Distribuição de frequência para classes de teores de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Campo Grande.	55
Figura 31 - Distribuição de frequência para classes de pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Campo Grande.	55
Figura 32 - Distribuição espacial da concentração de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Campo Grande.	56
Figura 33 - Distribuição espacial da concentração de pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Campo Grande.....	57
Figura 34 - Distribuição de frequência para classes de teores de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Campina Verde.	58
Figura 35 - Distribuição de frequência para classes de pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Campina Verde.	58
Figura 36 - Distribuição espacial da concentração de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Campina Verde.	59
Figura 37 - Distribuição espacial dos valores de pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Campina Verde.	60
Figura 38 - Distribuição espacial da concentração de matéria orgânica na população de <i>Dipteryx alata</i> de Brasilândia.	61

Figura 39 - Distribuição espacial da concentração de pH na população de <i>Dipteryx alata</i> de Brasilândia.	61
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das amostragens das populações de <i>Dipteryx alata</i> e suas localizações.	33
Tabela 2. Estatística descritiva para os caracteres altura, diâmetro a altura do peito (DAP) e diâmetro médio da copa (DMC) para seis populações de <i>Dipteryx alata</i> .	41
Tabela 3. Estatística Descritiva para os teores matéria orgânica (MO) e pH nas populações de <i>Dipteryx alata</i> .	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS	17
3	REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1	Considerações gerais sobre a espécie	18
3.2	Conservação genética <i>ex situ</i>	20
3.3	Análise espacial	21
3.4	Dependência espacial.....	23
3.5	Autocorrelação espacial global.....	23
3.6	Índice de Moran (I).....	24
3.7	Sistemas de informações geográficas	24
3.8	Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo.....	27
3.9	Métodos de interpolação	28
3.10	Inverso da distância ponderada	29
4	MATERIAL e MÉTODOS	31
4.1	Material	31
4.2	Métodos.....	37
4.2.1	<i>Caracterização silvicultural das árvores matrizes</i>	37
4.2.2	<i>Autocorrelação espacial</i>	37
4.2.3	<i>Atributos químicos do solo</i>	39
4.2.4	<i>Interpolador determinístico (IDW)</i>	40
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
5.1	Estatística descritiva dos caracteres silviculturais.....	41
5.2	Índice de Moran Global	42
5.3	Espacialização dos atributos químicos do solo.....	46
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
7	CONCLUSÕES.....	64
	REFERÊNCIAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior Bioma da América do Sul, considerado como um *hotspots* mundial de biodiversidade, apresentando extrema abundância de espécies endêmicas e sofre uma excepcional perda de habitat. Este bioma é constituído por um conjunto de fitofisionomias determinadas pela ação do fogo, clima, disponibilidade de água e nutrientes, topografia, latitude e o substrato onde se envolvem (RIBEIRO; WALTER, 1998). Além disso, a localização geográfica do Cerrado propicia seu contato com praticamente todos os grandes biomas de continente sul americano, fazendo com que essa região apresente uma paisagem com inclusões de formações florestais em meio a formações savânicas e campestres, ocorrendo assim, uma enorme variação fitofisionômica em escalas espaciais diversas devido aos fatores heterogêneos presentes no ambiente (EITEN, 1994; OLIVEIRA FILHO; RATTER, 2002).

Pesquisas que ampliem o conhecimento das espécies do Cerrado podem ajudar na preservação do Bioma, tanto na disponibilização de alternativas de renda pela utilização dos recursos naturais disponíveis, com o manejo econômico sustentável de suas áreas, quanto na demonstração dos benefícios nutricionais do fruto, o que justificaria a conservação e o melhoramento genético das espécies e posteriores cultivos econômicos.

Das espécies nativas do cerrado, o baru (*Dipteryx alata* Vog.), destaca-se pela amplitude de ocorrência e por convivência pacífica com o modelo de exploração praticado pelas populações rurais, em que as plantas são preservadas na abertura de pastos (CORRÊAS et al., 2000).

D. alata apresenta um fruto com potencial que possibilita transformar atividades locais em meios de subsistência. O uso de frutos nativos na fabricação de alimentos e bebidas é interessante para popularizar as espécies, agregando-lhes valor e gerando empregos, embora não seja suficiente para conter o desmatamento. Em longo prazo, o uso do baru nas áreas a serem recuperadas como reservas legais e de proteção ambiental, margens de rios e córregos favorecerá a sua conservação e a manutenção de outras espécies associadas (SANO et al., 2004). Como a exploração se dá por extrativismo, e são ainda insuficientes as informações sobre a biologia e manejo do baru, é indispensável a realização de estudos que contribuam para direcionar estratégias mais eficientes para sua domesticação, conservação e uso sustentável (SILVA et al., 1997).

O baru também apresenta grande importância ecológica e é classificado como espécie chave do Cerrado, pois seu fruto amadurece na seca e alimenta várias espécies da fauna dessa região, inclusive o gado (SANO et al., 2004). Estudos como os de Oliveira (1998) e Rocha et

al. (2002) têm mostrado variação genética nos caracteres de crescimento (diâmetro e altura), indicando que essa espécie tem grande potencial.

A variabilidade genética de uma espécie estrutura-se no espaço e no tempo, podendo ser observada em populações geograficamente distintas. A distribuição espacial dos genótipos em populações é parte integrante dos processos genéticos e pode ser analisada, utilizando a autocorrelação espacial (EPPERSON; ALLARD, 1989).

A distribuição espacial de uma espécie ou de populações é importante para conhecer os processos sucessionais e ecológicos que são fundamentais para a compreensão de um sistema florestal e, a partir disto, adotar medidas de manejo para preservação ou conservação da floresta (RODE et al., 2010). O padrão pontual na análise espacial ressalta a importância da variável a ser analisada no seu local de ocorrência. A primeira pergunta a ser respondida é se o padrão exibido é completamente aleatório, agrupado ou regular (CRESSIE, 1993). A segunda pergunta é qual a importância ecológica desse padrão. Por exemplo, ao se considerar a localização de espécies florestais em uma ocorrência natural, qual a significância biológica do padrão espacial dessas espécies.

Os indivíduos em uma população podem apresentar três padrões básicos de distribuição espacial: aleatório, agrupado e regular (LUDWIG; REYNOLDS, 1988, KREBS 1999). O padrão aleatório, em que a localização de um indivíduo não interfere na localização de outro da mesma espécie, se opõem ao padrão de distribuição agrupado (ou agregado), em que a presença de um recurso tem alta probabilidade de influenciar a localização dos indivíduos de uma mesma espécie, apresentando, assim, baixos índices de dispersão, neste tipo de distribuição os indivíduos ficam agregados nas partes mais favoráveis do habitat. No padrão regular (disperso) a população apresenta alto índice de dispersão e os indivíduos possuem distâncias uniformes e semelhantes uns dos outros (GREIG-SMITH, 1964, KERSHAW 1973, MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974, BARBOUR et al., 1987).

A dispersão de sementes é o processo inicial que gera a distribuição espacial de uma espécie. Para uma espécie cujos diásporos são dispersos pelo vento (anemocoria), seria esperada uma distribuição dos indivíduos ao acaso, uma vez que não há a deposição proposital de diásporos em determinados micro-sítios, a não ser que fatores ambientais interfiram. Por outro lado, para a autocoria seria esperada a deposição de diásporos em determinados micro-sítios, mais precisamente ao redor da planta-mãe. Tal padrão também seria esperado em espécies dispersas por animais (zoocoria), uma vez que muitas vezes há a deposição de diásporos em locais específicos. Caso fatores ambientais sejam mais importantes no estabelecimento das plântulas da espécie, padrões diferentes de distribuição espacial podem ser encontrados.

Os fragmentos florestais, bem como o solo, que comportam essas importantes espécies arbóreas devem ser muito bem caracterizados, a fim de propor planos de manejo para a conservação e manutenção desses recursos naturais. A possibilidade de que fatores do solo controlem a ocorrência das espécies em florestas tem a muito intrigado os pesquisadores, sendo os fatores químicos do solo os primeiros a serem estudados, dada a necessidade desse tipo de conhecimento. (SOLLINS, 1998).

Solos sob vegetação natural apresentam variabilidade em seus atributos químicos (MONTEZANO et al., 2006), resultante dos processos de formação e esta variabilidade varia, tanto no sentido horizontal como no vertical. Além da variabilidade natural do solo, as práticas agrícolas de manejo e uso das terras são fatores adicionais de variabilidade. A ação antrópica promove alterações nos atributos químicos do solo e, na maioria das vezes causa impacto ambiental negativo (SILVA et al., 2007). De acordo com Bayer e Mielniczuk (2008), sob vegetação natural a matéria orgânica do solo se encontra estável e, quando submetida ao uso agrícola, pode ocorrer redução acentuada no seu conteúdo.

As avaliações das alterações nas propriedades do solo, decorrentes de impactos da intervenção antrópica em fragmentos naturais, podem constituir importante instrumento para auxiliar no monitoramento da conservação ambiental, pois permitem caracterizar a situação atual, alertar para situações de risco e, por vezes, prever situações futuras, especialmente quando adotada como referência a vegetação nativa original. Apesar do expressivo volume de trabalhos sobre o efeito de diferentes sistemas de uso e manejo do solo, especialmente no Cerrado, ainda são escassos resultados em outros importantes biomas brasileiros, sobretudo daqueles que elucidam alterações provocadas pela substituição da floresta nativa por pastagem cultivada.

7 CONCLUSÕES

Os indivíduos das populações de *Dipteryx alata* apresentaram, no geral, distribuição simétrica e mesocúrtica em relação aos caracteres: altura, DAP e DMC, o que é um indicativo da variabilidade presente nessas populações.

As populações de Ituiutaba e Itarumã exibiram padrão de distribuição espacial aleatório, apontando alta variabilidade entre seus indivíduos, deste modo a coleta de sementes para a conservação *ex situ* desta espécie nessas amostras seriam preferencialmente indicadas.

Nas populações de Paulo de Faria, Brasilândia, Campina Verde e Campo Grande, recomenda-se um aumento da amostragem, a fim de obter um padrão que proporcione maior variabilidade entre os indivíduos.

A condição do solo, expressada pelos atributos químicos, MO e pH, é influenciada pela ação antrópica na correção e na degradação do mesmo. De forma geral, os solos analisados apresentaram elevada acidez e teores relativamente baixos de matéria orgânica.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.V.; COELHO, A. G. S.; MOURA, M. F.; MORAES, L. K.; PINHEIRO, J. B.; MORES, M. L. T.; ZUCCHI, M. I.; MOURA, N. F.; VENCOVSKY, R. Autocorrelação espacial de caracteres morfológicos em populações naturais de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott). **Bioscience of Journal**, Uberlândia, v. 20, p. 153-162, 2004.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. São Leopoldo: Unisinos, 2003. 165 p.
- BARBOUR, M. G.; BURK, J. H.; PITTS, W. D. **Terrestrial plant ecology**. 2. ed. Califórnia: Benjamim/Cummings, 1987.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 7-18.
- BOHÓRQUEZ, I. A.; CEBALLOS, E. V. Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales. **Ecos de Economía**, Medellín, n. 27, p. 9-34, 2008.
- CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S.; CRUZ, O. G.; CORREA, V. Análise espacial de áreas. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. (Ed.) **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 26 p.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal**: perguntas e respostas. Viçosa, MG: UFV, 2006. 470 p.
- CORRÊA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; ZICA, L. F. Caracterização física de frutos de baru (*Dipteryx alata* vog.) em três populações nos cerrados do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 30, n. 2, p. 5-11, 2000.
- CRESSIE, N. A. Statistical for spatial data. **New York**: John Wiley & Sons, 1993. 900 p.
- DALE, M. R. T.; DIXON, P.; FORTIN, M. J.; LEGENDRE, P.; MYERS, D. E.; ROSENBERG, M. S. Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis. **Ecography**, Copenhagen, v. 25, p. 558-577, 2002.
- DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V. M. análise espacial de dados geográficos. Brasília, DF: Embrapa, 2004.
- DURIGAN, G; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras, 2002. 65 p.
- EITEN, G. Vegetação do cerrado. In: PINTO, M. N. (Ed.). **Cerrado**: caracterização, ocupação e perspectivas. Brasília: SEMATEC, 1994. p. 17-74.

- EPPERSON, B. K.; ALLARD, R. W. Spatial autocorrelation analysis of the distribution of genotypes within populations of Lodgepole Pine. **Genetics**, Austin, v. 121, p. 369-377, 1989.
- FILGUEIRAS, T. S.; SILVA, E. Estudo preliminar do baru. (Leq. Faboideae). **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 22, p. 33-39, 1975.
- FUCKS, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2004.
- GREIG-SMITH, M. A. P. **Quantitative plant ecology**. 2. ed. London: Buther Worths, 1964.
- GUARIM NETO, G. Plantas ornamentais de Mato Grosso. **B. FBCN**, Rio de Janeiro v. 21, p. 105-115, 1986.
- HALL, J. S.; MCKENNA, J. J.; ASHTON, M. S.; GREGOIRE, T. G. Habitat characterizations underestimate the role of edaphic factors controlling the distribution of Entandrophragma. **Ecology**, New York, v. 85, p. 2171-2183, 2004.
- HAYWARD, M. D.; HAMILTON, N. R. S. Genetic diversity: population structure and conservation. In: CALLOW, J. A.; FORD-LLOYD, B. V.; NEWBURY, H. J. **Biotechnology and plant genetic resources: conservation and us**. New York: Cab internacional, 1997. p. 49-76, (Biotechnology in agriculture series, 19)
- HIANE, A. P.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; PEREIRA, J. G. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do Estado de Mato Grosso do sul. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 35-42, 1992.
- KAGEYAMA, P. Y.; CUNHA, G. C.; BARRETO, K. D.; GANDARA, F. B.; CAMARGO, F. R. A.; SEBBENN, A. M. Diversidade e autocorrelação genética espacial em populações de *Ocotea odorífera* (Lauraceae). **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 108-119, 2003.
- KERSHAW, K. A. **Quantitative and dynamic plant ecology**. 2. ed. New York: American Elsevier, 1973.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology**. . 2. ed. Menlo Park: Benjamim/Cummings, 1999.
- LLEIRAS, E. Conservação de recursos genéticos florestais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal, 1992. p. 1179-1184.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2. ed., 1998. 368 p.
- LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. John Wiley & Sons, 1988.

MACEDO, M.; FERREIRA, A. R.; SILVA, C. J. Estudos da dispersão de cinco espécies chave em um capão no Pantanal de Poconé, Mato Grosso. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 3., 2000, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000. p. 443-451.

MONTEZANO, Z. F.; CORAZZA, E. J.; MURAOKA, T. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homogeneamente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, p. 839-847, 2006.

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

NASCIMENTO, N. A.; CARVALHO, J. O. P.; LEÃO, N. V. N. Distribuição espacial de espécies arbóreas relacionadas ao manejo de florestas naturais. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 37, p. 175-194, 2002.

OLIVEIRA FILHO, A. R.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R.S. (Ed.). *Ecology and natural history of a neotropical savanna: the cerrados of Brazil*. New York: The University of Columbia, 2002. p. 91-120.

OLIVEIRA, A. N. **Variação genética entre e dentro de procedências de baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 1998. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

O'SULLIVAN, D.; UNWIN, D. J. **Geographic information analysis**. 4. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

PÁDUA, J. G.; BEARZOT, E.; TORRES, G. A.; DAVIDE, L. C.; ROSADO, S. C. S. Diversidade e estrutura genética de três procedências de baru (*Dipteryx alata* Vog.) por meio de RAPD. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA, 11., 1998, Lavras, **Anais...** Lavras: [s. n.], 1998. p. 129.

PAOLI, G. D.; CURRAN, L. M.; ZAK, D. R. Soil nutrients and beta diversity in the Bornean Dipterocarpaceae: evidence for niche partitioning by tropical rain forest trees. **Journal of Ecology**, Chichester, n. 94, p. 157-170, 2006.

PERRY, J. N.; DIXON, P. M. A new method to measure spatial association for ecological count data. **Ecoscience**, Philadelphia, v. 9, n. 2, p. 133-141, 2002.

PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. v. 2, p. 476-477.

RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

RANGEL-CH, J. O.; LOWY-C, P. D.; AGUILAR-PUENTES, M.; GARZON-C, A.; HAMMEN, T. van der. **Colombia diversidad biotica 11: tipos de vegetacion en Colombia**. Santafe de Bogota: Universidad Nacional de Colombia, 1997. 436 p.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The brazilian cerrado vegetation end threats to biodiversity. **Annals of Botany**, Oxford, v. 80, p. 223-230, 1997.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p. 87-166.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**. Manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edusp, 1971. 294 p.

ROCHA, M. G. B.; ROCHA, D.; CLEMENTE, V. M. Teste de procedências e progênies de baru (*Dipteryx alata* Vog.). In: ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Belo Horizonte: DDFS/Instituto Estadual de Florestas, 2002. p. 29-40.

RODE, R.; FILHO, F. A.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F. Análise do padrão espacial de espécies e de grupos florísticos estabelecidos em um povoamento de *Araucaria angustifolia* em uma Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná. **Floresta**, v. 40, n. 2, p. 255-268, 2010.

RESENDE, M. D. V. **SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

ROSETO, V.; ARAÚJO, J. S.; SFAIR, J. C.; LATINI, A. O. **Avaliação da distribuição espacial de espécies arbóreas em um fragmento de Cerrado do município de Itirapina, SP**. [S. l.: s. n.], 2005.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. **Baru: biologia e uso**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 52 p.

SEBBENN, A. M. **Estrutura genéticas de subpopulações de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) a partir de isoenzimas**. 1997. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SILVA, A. M.; CANUTO, D. S. O.; AGUIAR, A. V., MORAES, M. L. T. Autocorrelação espacial em uma população natural de piqui (*Caryocar brasiliense* Camb.) em área degradada. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. p.14233-14243.

SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, DF, v. 42, p. 1755-1761, 2007.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. Frutas nativas dos cerrados. Brasília, DF: EMBRAPA-CPAC, 1994. 166 p.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas nativas dos cerrados: informações exploratórias**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. 23 p.

SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo. p.1187-1192. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 1992. 434 p.

SOLLINS, P. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: Does soil matter? **Ecology**, New York, v. 79, p. 23-30, 1998.

SOUZA, L. M. F. I. **Estrutura genética de populações de *Chorisia speciosa* St. Hil. (Bombacaceae) em fragmentos florestais na região de Bauru (SP) – Brasil.** 1997. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

WALLER, L. A.; GOTWAY, C.A. **Applied Spatial Statistics for public health data.** Hoboken: John Wiley & Sons, 2004.

YAMAMOTO, J. K. **Avaliação e classificação de reservas minerais.** São Paulo: USP, 2001. 226 p.

ZARUMA, D. U. G.; CANUTO, D. S. O.; PUPIN, S.; CAMBUIM, J.; SILVA, A. M.; MORI, E. S.; SEBBENN, A. M.; MORAES, M. L. T. Variabilidade genética em procedências de *Dipteryx alata* Vogel para fins de conservação genética e produção de sementes. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 609-615, 2015.