



**USO DE FERRAMENTAS SIG PARA ANÁLISE DE AGRUPAMENTO FLORESTAL DE *Araucaria angustifolia* EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM-SC**

**USE OF GIS TOOLS FOR THE ANALYSIS OF AN *Araucaria angustifolia* FOREST GROUPING IN AN ARAUCARIA MOIST FOREST FRAGMENT AT THE SÃO JOAQUIM-SC NATIONAL PARK**

**USO DE HERRAMIENTAS SIG PARA ANÁLISIS DE UN AGRUPAMIENTO DE *Araucaria angustifolia* EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE HÚMEDO DE ARAUCARIAS EN EL PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM-SC**

Josiane Cordova de Oliveira  
Doutoranda Universidade Federal de Minas Gerais  
Av. Luis de Camões, 2090-Lages-SC-88520-000  
eng.camilabaum@gmail.com

Camila Angelica Baum  
Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Santa Catarina  
Av. Luis de Camões, 2090-Lages-SC-88520-000  
eng.camilabaum@gmail.com

Valter Antônio Becegato  
Professor Doutor da Universidade do Estado de Santa Catarina  
Av. Luis de Camões, 2090-Lages-SC-88520-000  
valter.becegato@udesc.br

Silvio Luis Rafaeli Neto  
Professor Doutor da Universidade do Estado de Santa Catarina  
Av. Luis de Camões, 2090-Lages-SC-88520-000  
Silvio.rafaeli@udesc.br

Laís Lavnitcki  
Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Santa Catarina  
Av. Luis de Camões, 2090-Lages-SC-88520-000  
laisbruski\_13@hotmail.com

## RESUMO

A grande exploração sem os cuidados necessários, técnicas de manejo inadequadas e a falta de reposição conduziram a espécie nativa *A. angustifolia*, considerada a maior conífera do país, se encontrar atualmente ameaçada de extinção. Este estudo tem por objetivo, analisar a distribuição de *A. angustifolia* em relação ao diâmetro a altura do peito (DAP) de seus indivíduos. A área de estudo está situada no Parque Nacional de São Joaquim, no município de Urubici, região serrana de Santa Catarina, local onde foram coletados dados de altura e DAP de 140 indivíduos da referida espécie e calculados o volume e a área basal dos mesmos a partir de tais informações. Os dados foram analisados no programa ArcGis®, através de análises espaciais de agrupamento (cluster) e autocorrelação espacial. A aplicação de técnicas de análise espacial tem sido utilizada a fim de compreender o crescimento e desenvolvimento das espécies florestais, permitindo o estabelecimento das etapas de manejo florestal. Os resultados permitiram observar que devido o alto coeficiente de variação das variáveis estudadas, e da análise de agrupamento há alta concorrência entre os indivíduos. A análise de agrupamentos indicou que indivíduos com maiores DAP ocorreram em locais com menor número de vizinhos,

logo, menor competição entre indivíduos, maior taxa de radiação incidente, e assim sendo, melhor desenvolvimento, mostrando-se como uma técnica adequada para estudos semelhantes.

**Palavras Chave:** Análise Espacial; *A. angustifolia*; Área Basal; Parque Nacional de São Joaquim.

#### ABSTRACT

The large exploration without the proper care, the inappropriate management techniques and the lack of reposition led the native species *A. angustifolia*, the tallest conifer of the country, to be endangered nowadays. The present study aims to analyze the distribution of *Araucaria angustifolia* regarding the breast height diameter (BHD) of its individuals. The area of study is located in the São Joaquim National Park, city of Urubici, state of Santa Catarina, where height and BHD data from 140 individuals from this species were collected and calculated, from these data, their volume and basal area. The data were analyzed with the ArcGis® software through spatial clustering analysis and spatial autocorrelation. The application of spatial analysis techniques is being utilized to understand the growth and development of forest species, allowing the establishment of the stages of the forest management. The results allowed to observe that due to the high coefficient of variation of the studied variables, and of the grouping analysis there is high competition between the individuals. The analysis of clusters indicated that individuals with higher DAP occurred in sites with fewer neighbors, thus, less competition between individuals, higher incident radiation rate, and thus, better development, showing itself as an adequate technique for similar studies.

**Keywords:** Spatial Analysis; *A. angustifolia*; Basal Area; National Park of São Joaquim.

#### RESUMEN

La gran exploración sin el cuidado necesario, las técnicas de gestión inadecuadas y la falta de reposición llevó la especie nativa *A. angustifolia*, la conífera más grande en el país, a estar actualmente en peligro de extinción. Este estudio tiene por objetivo analizar la distribución de *Araucaria angustifolia* en relación al diámetro a la altura del pecho (DAP) de sus individuos. La zona del estudio está ubicada en el Parque Nacional de São Joaquim, en la ciudad de Urubici, en el estado de Santa Catarina; de donde fueron colectados datos de altura y DAP de 140 individuos de la misma especie y se calcula el volumen y el área basal de los mismos a partir de dicha información. Los datos fueron analizados en el software ArcGis®, por medio de análisis de agrupamiento (cluster) y autocorrelación espacial. La aplicación de técnicas de análisis espacial tiene sido utilizada con el fin de entender el crecimiento y el desarrollo de las especies forestales, permitiendo el establecimiento de las etapas de manejo forestal. Los resultados mostraron que debido a la alta coeficiente de variación de las variables estudiadas, y análisis de conglomerados existe una gran competencia entre individuos. El análisis de agrupamiento se indica que los individuos con mayor DAP ocurrieron en sitios con menos vecinos, por lo menos competencia entre individuos, más tasa de radiación incidente, y por lo tanto, un mejor desarrollo, que muestra como una técnica adecuada para estudios similares.

**Palabras clave:** Análisis Espacial; *A. angustifolia*; Área Basal; Parque Nacional de São Joaquim.

## 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista corresponde à região fitogeográfica de maior extensão no Estado de Santa Catarina, cobrindo o planalto catarinense em altitudes que variam de 500 até 1800 m. É constituída por elementos da flora tropical e temperada, explicando assim sua denominação de Floresta Mista, enquanto o caráter ombrófilo, refere-se ao elevado regime de chuvas, bem distribuído ao longo do ano. Nesta floresta, a *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. destaca-se na paisagem por apresentar grande número de indivíduos de porte avantajado que constituem o dossel da floresta (LEITE, 2002).

A floresta está dentre as formações com maior pressão antrópica, cobrindo menos de 25% da sua área original, o que ilustra o elevado grau de alteração de sua cobertura original. Sua redução e descaracterização resultaram da intensa exploração madeireira, bem como da conversão das áreas florestais em áreas de agricultura e pecuária, além da contínua exploração, embora em escala decrescente, dos fragmentos remanescentes (NASCIMENTO, LONGHI e BRENA, 2001; SAMPAIO e GUARINO 2007).

A *A. angustifolia* é uma espécie nativa, conhecida como pinheiro-brasileiro e/ou pinheiro-do-paraná, no mercado interno. Encontrada no Brasil, especialmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SCHEEREN et al., 2000), entre as latitudes de 15° e 30° sul e longitudes de 43°30' e 57°30' oeste, tendo uma distribuição irregular (HUECK, 1972). É considerada a conífera de maior expressão econômica no País (SCHEEREN et al., 2000), com madeira que pode ter inúmeras utilizações e uma taxa de crescimento considerada média, quando comparada a espécies exóticas, como *Pinus* e *Eucalyptus*.

A *A. angustifolia* alcançou grande expressão econômica no sul do país, e foi base para a implantação do parque industrial madeireiro. Devido a grande exploração sem os cuidados necessários e a falta de reposição, esta espécie se encontra ameaçada de extinção. Outro fator pouco considerado que está levando à extinção da espécie e a falta de conhecimento do comportamento e requisitos silviculturais da mesma (SCHEEREN et al., 2000). Além disto, a legislação atual é restritiva com relação a utilização desta espécie, contribuindo para a falta de interesse dos proprietários rurais em utilizá-la em reflorestamentos, culminando a tal ponto que, em algumas regiões já ocorreu o desaparecimento total da paisagem.

Outro aspecto que ocorre como um dos mais problemáticos do uso da *A. angustifolia*, como espécie para reflorestamento, está representado pelas suas elevadas exigências a fatores relacionados às condições do solo. Dentro de sua área de ocorrência natural, somente 25% da superfície apresenta fatores economicamente vantajosos para o seu cultivo (IBDF, 1971).

Conforme Andrae e Krapfenbauer (1983), a *A. angustifolia*, em solos litólicos e hidromórficos, desenvolve uma raiz fasciculada, de crescimento horizontal. O sistema radicial da espécie não tolera más propriedades físicas do solo, principalmente em horizontes compactados, porosidade limitada, horizontes com água estagnada ou lençol freático próximo a superfície e impedimentos mecânicos, pois essas características prejudicam o crescimento radicial (BLUM, 1977). Lassere et al., (1972) também obtiveram baixos crescimentos dessa espécie em solos hidromórficos e pedregosos. Assim o lento crescimento da *A. angustifolia* poderia ser atribuído à porosidade, permeabilidade e capacidade de retenção da água no solo.

É muito importante o conhecimento e a compreensão do crescimento das espécies florestais para o estabelecimento das etapas de manejo florestal. Uma das ferramentas de suporte à decisão para estudos florestais é a análise espacial, através da utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), que tem se tornado cada vez mais comuns devido a disponibilidade de SIGs de baixo custo e com interfaces amigáveis (CAMARA et al., 2004).

De acordo com o IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais) (1993) os SIGs não são apenas uma nova tecnologia existente no mercado, mas uma nova filosofia para a empresa florestal, os quais possuem uma grande capacidade de integração de dados. Os SIGs através da interligação e/ou junção de arquivos, permitem a obtenção de respostas de combinações de várias camadas de informações, ampliando a quantidade das mesmas.

As técnicas e métodos de estatística e a análise espacial estão intrinsicamente ligadas, cujos métodos de autocorrelação espacial, que representam o nível de similaridade, proximidade, correlação e aleatoriedade dos valores quantitativos amostrais representados, são os mais comumente aplicados.

O método de análise estatística espacial de agrupamento utilizando SIG tem se intensificado para estudos florestais e agrícolas, uma vez que permite a análise exploratória de dados espaciais com o intuito de detectar associação espacial entre variáveis (PEROBELLI et al., 2007). Estes mesmos autores analisaram a associação espacial entre a produtividade das microrregiões brasileiras entre 1991 e 2003. Já Pena et al. (2015) aplicaram tal metodologia, para identificação dos padrões espaciais do desflorestamento no município de Moju – PA.

As ferramentas de análise de padrões disponíveis nos SIGs ajudam a identificar, quantificar e visualizar padrões espaciais nos seus dados através da identificação de áreas de agrupamentos estatisticamente significativos, além de permitir calcular densidade, localizar pontos de incidência e interpolar pontos. Sendo assim, este trabalho teve como principal objetivo analisar o desenvolvimento da espécie *A. angustifolia* em ambientes ripários, por meio de análises de agrupamento e autocorrelação espacial.

Estudos que envolvem levantamento fitossociológicos, como análise estatística espacial de agrupamento da espécie *A. angustifolia* em ambientes ripários, são importantes, pois oferecem subsídios para a compreensão da estrutura e da dinâmica destas formações, parâmetros imprescindíveis para o manejo e regeneração de comunidades vegetais (MANZATTO, 2001).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no Parque Nacional de São Joaquim, no município de Urubici, região da Serra Catarinense, entre as coordenadas 48°38'12" e 48°38'00" O, e 28°8'33" e 28°8'22"S. (Figura 1). O estudo foi concentrado em uma área de aproximadamente 644 m<sup>2</sup> e com altitude média de 1.353 m.

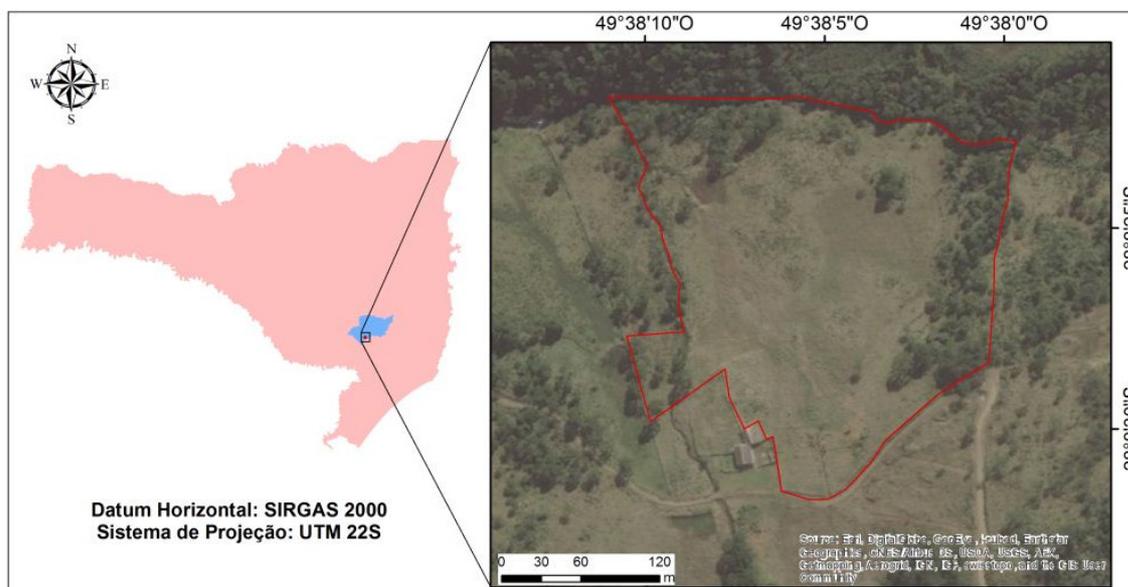


Figura 1 – Localização da área de estudo no município de Urubici-SC.

O Parque Nacional de São Joaquim foi criado pelo Decreto nº 50.922 de 06 de julho de 1961, com o objetivo principal de proteção aos remanescentes de *A. angustifolia* existentes na unidade. Possui uma área de 49.300 hectares inseridos no Bioma Mata Atlântica, cuja área abrange os municípios de Urubici, Grão Pará, Bom Jardim da Serra e Orleans (SOUZA, 2004).

De acordo com Faxina (2014), o relevo da área se apresenta de forma irregular, com relevo fortemente ondulado a montanhoso. O solo da região normalmente é raso, pedregoso, com afloramentos rochosos de basalto e arenito, predominando Neossolos Cambissolos. O clima é do tipo Cfb de Köppen, mesotérmico

úmido sem estação seca definida, verões frescos, com ocorrência de geadas severas e frequentes no inverno, sua temperatura média é de 12°C, com precipitação média anual de 1.400 mm.

## 2.2 Aquisição dos dados

A coleta de dados compreendeu a obtenção das medidas de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura. O DAP foi obtido utilizando suta e fita métrica, cujas medidas foram tomadas em duas posições, uma a 90° da outra. Para medir a altura foi utilizado hipsômetro e trena. Quando os indivíduos apresentavam bifurcação abaixo de 1,3 m, às medidas eram realizadas individualmente em cada fuste. Os fustes foram classificados como retos ou inclinados, sendo este, uma tabela auxiliar, já que as coordenadas foram retiradas da base dos indivíduos e não do fuste. A aferição da altura dos indivíduos inclinados foi feita com base no Teorema de Pitágoras, cuja altura da árvore é a hipotenusa do triângulo retângulo, o cateto oposto, a distância vertical da copa da árvore até a base do fuste e o cateto adjacente a distância horizontal da copa da árvore até a base do fuste.

No total foram medidos 140 indivíduos com diâmetro mínimo a altura do peito de 5 cm. Todos foram devidamente georreferenciados com coordenadas UTM e altitude.

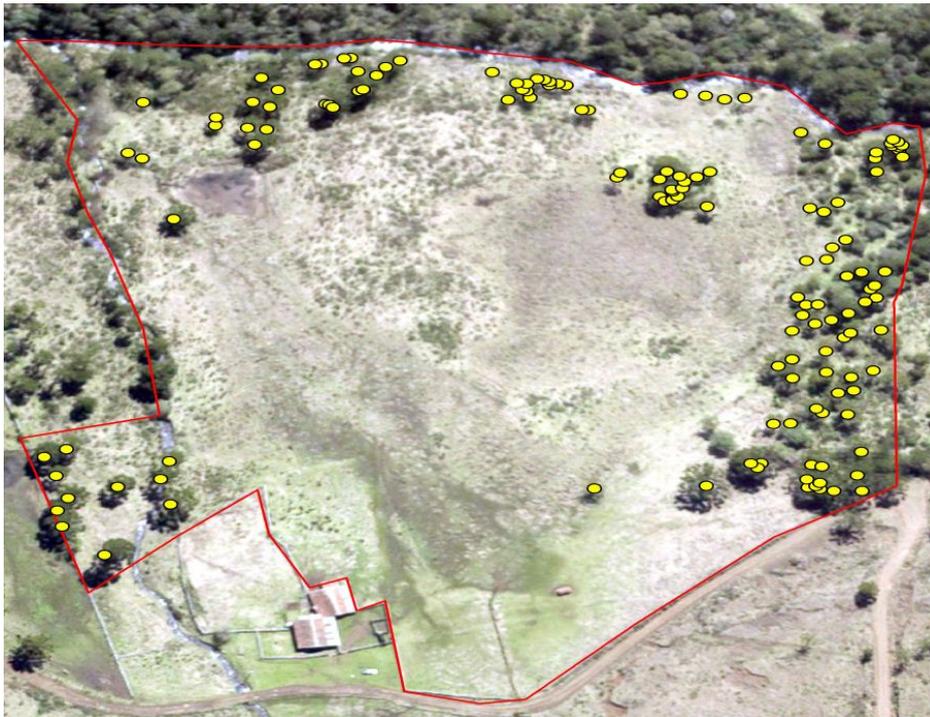
Para a coleta das coordenadas geográficas foi utilizado um GPS Diferencial (DGPS) GR-3 em um marco georreferenciado. Fixou-se a base do receptor e a tomada dos pontos se deu deslocando-se o receptor até cada uma das árvores a serem mapeadas. Aguardou-se a solução GNSS para a obtenção dos erros plani-altimétricos. Em alguns casos, devido ao relevo e a copa, não foi possível obter tal informação. Na Figura 2, observa-se a base do receptor GPS sobre o marco do INCRA.



**Figura 2** - Fixação da base do DGPS sobre o marco do INCRA.

## 2.3 Análise dos dados

Em laboratório procedeu-se a tabulação e análise, calculando-se o volume e a área basal dos indivíduos, bem como a estatística descritiva. Os dados foram então exportados para o programa ArcGis<sup>®</sup>, onde foi realizada a espacialização dos mesmos na área de estudo, utilizando como base imagem do Google Earth (Figura 3), e procedidas as análises espaciais de agrupamento (cluster) e autocorrelação espacial, visando analisar o desenvolvimento das espécies de *A. angustifolia* em ambientes ripários.



**Figura 3** – Espacialização dos indivíduos georeferenciados na área de estudo.

A análise estatística foi feita baseada na análise de agrupamentos (cluster) e autocorrelação espacial. Utilizou-se o Índice Local de Moran para quantificar o grau de associação espacial presente no conjunto de dados em função de sua vizinhança. A conceituação das relações espaciais foi obtida pelo Método da Distância Inversa, e as medidas de distância ou dissemelhança entre os vizinhos foram calculadas pelo Método da Distância Euclidiana.

A dependência espacial pode ser medida de diferentes formas. O Índice Local de Moran mede a autorrelação espacial a partir do produto dos desvios padrões em relação à média como uma medida de covariância, dessa forma, valores significativos altos indicam altas probabilidades de que haja locais de associação espacial tanto de regiões com altos valores associados como com baixos valores associados (DRUCK et al., 2004).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas (Tabela 1) são relativas às informações dimensionais dos 140 indivíduos de *A. angustifolia* analisados neste estudo. Constatou-se que a espécie possuía um DAP médio de 29,149m, altura média de 9,958 m, área basal média de 0,079m<sup>2</sup> e volume médio de 0,497m<sup>3</sup>. No entanto, mais importante que os dados médios são os valores mínimos e máximos, nos quais evidencia-se a grande amplitude das variáveis de crescimento e de concorrência, fato verificado através do elevado coeficiente de variação das variáveis estudadas.

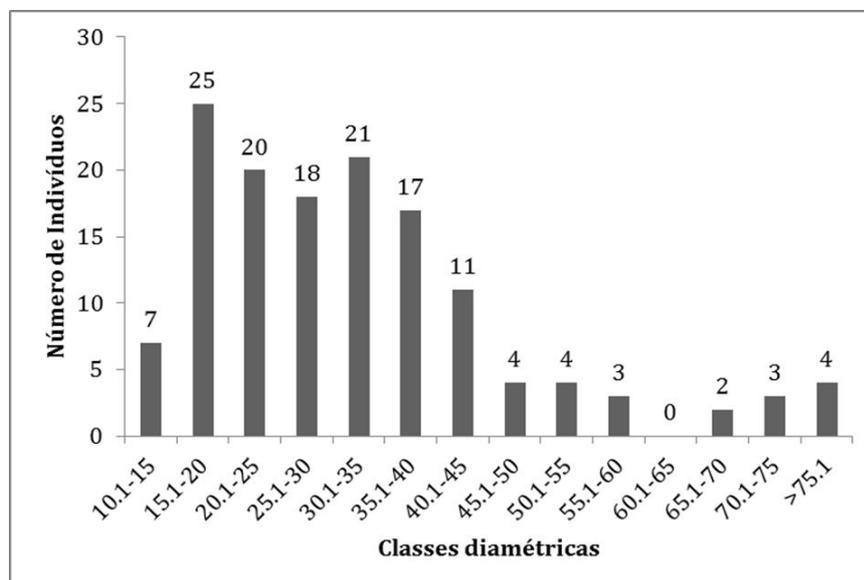
**Tabela 1** – Estatística descritiva das variáveis: DAP, Altura, Área basal e Volume dos indivíduos analisados.

	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
<b>DAP (m)</b>	7,0	74,80	29,15	12,70	43,58
<b>Altura (m)</b>	4,0	18,40	9,96	2,83	28,40
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>)</b>	0,004	0,44	0,08	0,07	89,53
<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>	0,0001	4,19	0,5	0,57	115,06

Segundo Kageyama e Jacob (1980), oscilações experimentais próximas a 12,3% para a variável altura em experimentos com a espécie *A. angustifolia*, podem ser consideradas baixas para ensaios florestais e indicar uma boa precisão para experimentos com a espécie. Neste sentido, de acordo com a variação observada no presente estudo (28,4%), os resultados obtidos conferem precisão razoável.

Em relação a variável DAP, obteve-se um coeficiente de variação experimental considerado como muito alto 43,58% (PIMENTEL-GOMES, 2000), inclusive quando comparado a outros estudos que envolvem espécies florestais voltadas a conservação, como para *A. angustifolia* (Bert.) O. Kuntze 23,5% (DUARTE et al., 2012), para *Cordia trichotoma* 20,8% aos 19 anos de idade (FREITAS et al., 2006) e para *Eucalyptus cloeziana* 24%, aos 24 anos (BERTI et al., 2011).

A frequência da distribuição (Figura 4) lembra um J invertido. Segundo Lima e Leão (2013), as florestas nativas, geralmente, caracterizam-se por apresentar distribuição diamétrica decrescente, em forma de 'J-invertido', ou seja, maior quantidade de indivíduos nas classes de tamanhos menores e isso vai diminuindo com o aumento das classes. Este padrão de distribuição é característico de florestas tropicais multiâneas.



**Figura 4** - Frequência da distribuição de DAP.

A Figura 5 exibe os agrupamentos (clusters) significativos. Almeida (2004) esclarece que o mapa de clusters ilustra as quatro categorias que são estatisticamente significantes, através da combinação do diagrama de dispersão de Moran e o mapa de significância da associação local, sendo elas: HH, HL, LH e LL (HH: alta-alta (agrupamento de valores altos e próximos); LL: baixa-baixa (agrupamento de valores baixos e próximos); HL: alta-baixa (outlier de valores altos que não se agrupam, pois se encontram em meio a valores baixos); LH: baixa-alta (outlier de valores baixos que não se agrupam, pois se encontram em meio a valores altos)). O mapa de clusters mostra o agrupamento dos indivíduos de Araucária de acordo com as suas medidas de DAP.



**Figura 5** - Clusters das Araucárias: Vermelho - HH; Verde - HL; Violeta - LH; Azul - LL; Branco - Não Significativo.

Gerhardt et al. (2001) estudaram a influência dos fatores físicos e morfológicos do solo e da qualidade de nutrientes da serrapilheira na classificação de sítios em um povoamento de *A. angustifolia* no Rio Grande do Sul. Esses autores utilizaram a análise de agrupamento, onde obtiveram a formação de três grupos. Zanon (2007) utilizou a análise de agrupamentos para diferenciar 96 árvores amostradas de *A. angustifolia* de acordo com seus padrões de crescimento, e assim identificar a formação de grupos de indivíduos dominantes, codominantes, dominadas e suprimidas.

Os clusters que apresentaram valores altos e estão próximos (H-H) concentram-se nas porções sudoeste e sudeste e os que mostraram valores mais baixos e próximos (L-L) concentram-se na porção nordeste da área.

As árvores da porção sudoeste que mostraram padrão H-H apresentam-se mais espaçadas e isoladas das demais. Isso explica suas medidas de DAP mais altas, pois há menor competição entre indivíduos, maior taxa de radiação incidente, proporcionando melhor desenvolvimento. Longhi et al. (2010), em um estudo realizado no município de São Francisco de Paula - RS, constataram que, com relação à exposição do terreno, a maioria das parcelas com ocorrência de *A. angustifolia* (73%) possuiu exposição entre o leste e oeste na direção norte, onde há maior incidência solar, o que favoreceu a regeneração natural da espécie. Para Duarte et al. (2002), a espécie *A. angustifolia* não é estritamente heliófita e pioneira, mas seu desenvolvimento é facilitado em locais mais ensolarados.

Já para as árvores do mesmo grupo que se encontram na porção sudeste, a explicação pode ser devido ao fato destes indivíduos estarem localizados em uma área de maior elevação, e sobre um solo melhor drenado. O que corrobora com o que Longhi et al. (2010) concluíram, que *A. angustifolia* prefere locais com solos profundos e bem drenados. Os mesmos completaram ainda que a espécie se desenvolve melhor estando exposta para o norte, onde há maior incidência de luz e, também, em locais com menor número de indivíduos.

As árvores do agrupamento L-L encontram-se na parte mais inferior e úmida do terreno. Estas representam os indivíduos com menor DAP, cercados por vizinhos com as mesmas características. Nesta área estão os indivíduos mais jovens do povoamento. Segundo Zanon (2007), a espécie apresenta bom crescimento em solos bem estruturados, enquanto que, em Neossolos litólicos e Gleissolos (hidromórficos), em consequência das restrições físicas para o desenvolvimento das raízes, produzem condições de crescimento extremamente pobres. Carvalho (2003), também afirma que a espécie apresenta crescimento limitado em solos rasos.

A porção nordeste apresenta uma exceção, indicada por H-L, que representa um valor de DAP alto, porém, se encontra isolado, visto que sua vizinhança apresenta valores baixos. Trata-se do ponto PIN33, com

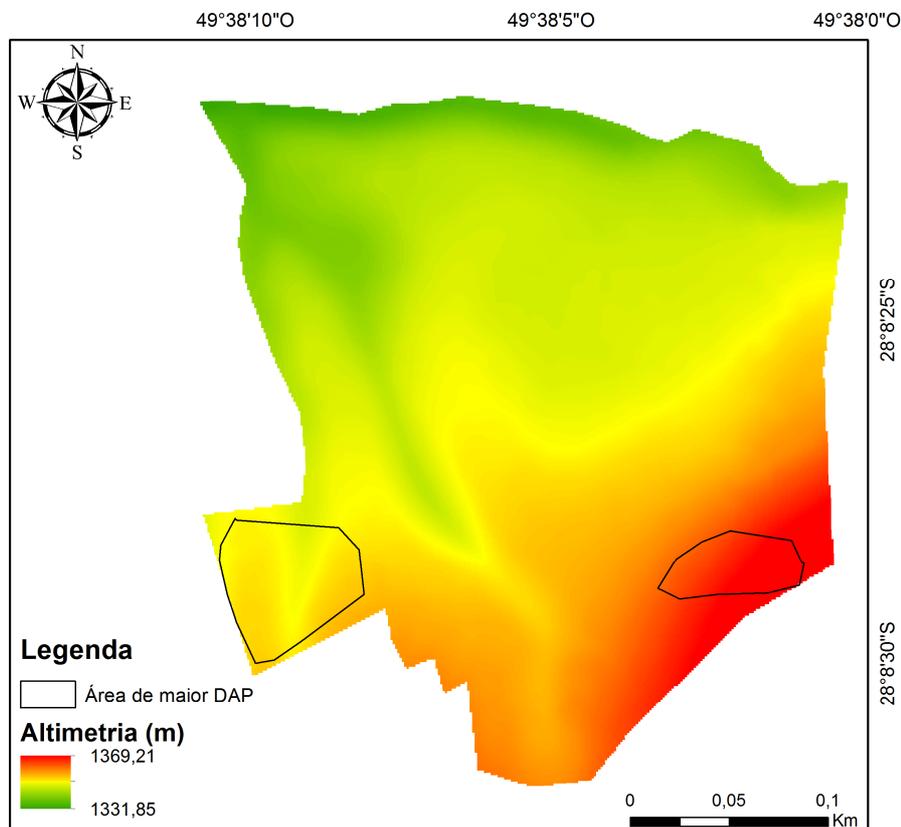
um DAP de 58,8 cm. A porção sudoeste também apresenta a exceção L-H, sendo o ponto PIN 130 com um DAP de 14 cm, cercados por vizinhos com DAP's superiores.

Os indivíduos considerados não significativos, não se enquadram nos agrupamentos, pois apresentam valores de DAP variados assim como os valores dos indivíduos vizinhos.

As diferenças quanto à estrutura demográfica, principalmente no que se refere ao porte médios das plantas, observadas ao longo das áreas avaliadas, além de serem causadas em parte pela ação antrópica, também são decorrência das condições edafoclimáticas locais, conforme estudo de (PUCHALSKI, 2004).

Destaca-se que a formação geológica do Planalo Catarinense, município de Urubici, é constituída por lavas vulcânicas da formação Serra Geral, ou seja, rochas eruptivas básicas, que originam solos pedregosos, formando as chamadas "lajes de pedras" que dificultam o desenvolvimento radicular da referida espécie.

Portanto, na área, observam-se solos desde Neossolos Litólicos e Gleissolos (hidromórficos); bem como Cambissolos que são mais profundos, proporcionando melhor crescimento radicular. No mapa de altimetria do terreno estudado (Figura 6), cujos polígonos delimitados na referida figura evidenciam a presença de indivíduos de maior DAP, justamente nos locais de melhores condições edafoclimáticas.



**Figura 6** – Mapa de Altimetria da área estudada com polígonos evidenciando os locais que apresentaram indivíduos de maior DAP.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do desenvolvimento da espécie *A. angustifólia*, utilizando ferramentas disponíveis no Sistema de Informação Geográfica ArcGIS se mostrou satisfatória, sendo que o método de análise de agrupamento empregado ajudou a explicar as principais influências do ambiente sobre a estrutura demográfica da espécie.

Observou-se que os indivíduos com maiores DAP ocorreram em locais com solos bem drenados, menor número de vizinhos, logo, menor competição entre indivíduos, maior taxa de radiação incidente, e assim sendo, melhor desenvolvimento; comprovando assim, que os indivíduos se distribuem e desenvolvem

conforme os fatores edáficos do local. Os fatores umidade do solo, incidência de radiação e profundidade do solo podem ser determinantes no desenvolvimento das plantas.

## 5. AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi desenvolvido com auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC na forma de bolsa de pesquisa, Chamada Pública processo nº 05/2015.

## 6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. **Curso de Econometria Espacial Aplicada**. ESALQ-USP: Piracicaba, 2004.

ANDRAE, F. H.; KRAPPENBAUER, A. Inventário de um reflorestamento de araucária de 17 anos, em Passo Fundo – RS: inventário de nutrientes. In: **PESQUISAS AUSTROBRASILEIRAS 1973-1982 SOBRE *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna*, 1983, Santa Maria**. Proceedings. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1983. 112 p.

ARCGIS. **Analisar padrões**. Disponível em <<https://doc.arcgis.com/pt-pt/arcgis-online/use-maps/perform-analysis.htm>> Acesso em: 26 mai 2016.

BERTI, C.L.F. et al. Variação genética, herdabilidade e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma em teste de progênes de polinização aberta de *Eucalyptus cloeziana*. **Revista Instituto Florestal**. v.23, n.1, p.13-26. 2011.

BLUM, W. E. H. Ecologia da *Araucaria angustifolia* e futuras condições de reflorestamento no Sul do Brasil. **Brasil Madeira**, Curitiba, v.7, p.10-12, 1977.

CÂMARA, G. et al. *Análise espacial e geoprocessamento*. DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: EMBRAPA, 1039p. 2003.

DRUCK, S. et al. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004.

DUARTE, R. I., DA SILVA, F. A. L. S., SCHULTZ, J., DA SILVA, J. Z., & DOS REIS, M. S. Características de desenvolvimento inicial em teste de progênie de uma população de araucária na Flona de Três Barras-SC. **Biodiversidade Brasileira**, v. 2, n. 2, p. 114-123, 2012.

DUARTE, L.S.; DILLENBURG, L. R.; ROSA, L. M. G. Assessing of the role of light availability in the regeneration of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v.50, p.741-751, 2002.

FAXINA, T.C. **Dilemas da regularização fundiária**. 2014. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.



FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A.M.; MORAIS, E.; ZANATTO, A.C.S.; VERARDI, C.K. & PINHEIRO, A.N. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. **Revista Instituto Florestal**. v.18, p.95-102, 2006.

GERHARDT, E. J. et al. Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serrapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 41-57, 2001.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul**. São Paulo: Polígono, 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO FORNECEDOR - IBDF. Zoneamento econômico florestal do Estado do Rio Grande do Sul. Curitiba, 1971. 125p. Disponível em <<http://www.ipef.br/publicacoes/tecnica/nr28/cap01.pdf>> Acesso em 30 de jul. de 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. **Sistemas de informações geográficas: aplicações florestais**. Universidade de São Paulo. Série Técnica, Piracicaba, v.9, n. 28, p. 1-18, 1993.

KAGEYAMA, P.Y. et al. de progênie combinado de espécies pioneiras e climáticas. p.473-475. In: **7º Congresso florestal brasileiro. Anais 1º Congresso florestal Panamericano**. v2, 783p. 1993.

LASSERE, S. R., VAIRETTI, M., LASSERE, E. N. E. Crescimento de *Araucaria angustifolia*.(Bert.) O. Ktze., em distintos tipos de suelos de Puerto Piray, Misiones. **IDIA, Suplemento Florestal**, n.7. p. 36-45, 1972.

LEITE, P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência & Ambiente**. v.24. p. 75-92. 2002.

LIMA, J. P. C; LEÃO, J. R. A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**. v.1, n.20, p. 70-79. 2013.

LONGUI, S. J.; BRENA, D. A.; RIBEIRO, S. B.; GRACIOLI, C. R.; LONGHI, R. V.; MASTELLA, T. Fatores ecológicos determinantes na ocorrência de *Araucária angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, na Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Ciência Rural Online**. 2010.

MANZATTO, A. G. **Dinâmica de um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de Rio Claro (SP): Diversidade, riqueza florística e estrutura da comunidade no período de 20 anos (1978-1998)**. 2001. 108f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**. n. 11. p. 105-119. 2001.

PENA, H. W. A.; JUNIOR, L. F. A.; DA SILVA SOVANO, M. B. Identificação dos padrões espaciais da conversão de ecossistemas a partir da dinâmica produtiva na zona rural de Moju-PA, Amozônia Oriental. **Revista: Caribeña de Ciencias Sociales**. 2015. Disponível em: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2015/10/mojupa.html>: Acesso em nov. 2016.

PEROBELLI F.S. et al. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova economia**, v.17, n.1, Belo Horizonte, 2007.



PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Nobel, 2000. 479 p.

PUCHALSKI, A. Variações edafo-climáticas e ocorrência natural da *Araucária angustifolia* (BERT.) O. Kuntze no estado de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) Universidade do Estado de Santa Catarina. 2004.

SAMPAIO, M. B. e GUARINO, E. S. G.. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**. n. 31. p.1035-1046. 2007.

SCHEEREN, L. W. et al. Agrupamento de unidades amostrais de *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em função de variáveis do solo, da serrapilheira e das acículas, na região de Canela, RS. **Ciência Florestal**. v.10, n.2, p.39-57, 2000.

SOUZA, B. **Aspectos fitogeográficos do Parque Nacional de São Joaquim**. 2004. 86f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ZANON, M. L. B. **Crescimento da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. diferenciado por dioiccia**. 2007, 110f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.