

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA DETERMINAÇÃO DE ÁRVORES MATRIZES DE *Araucaria angustifolia*, NA ÁREA DA FEPAGRO FLORESTAS, EM SANTA MARIA – RS

DÉBORA LUANA PASA¹
ÂNGELA MARIA KLEIN HENTZ¹
ATAHUALPA AYALA GOMEZ¹
TIAGO FELIPE SCHULTE¹
JOSÉ AMÉRICO DE MELLO FILHO¹

¹Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais, Departamento de Engenharia Rural
Santa Maria – RS

deborapasa@yahoo.com.br, {angelakhentz, atagomez}@gmail.com,
tfschulte@gmail.com, americo@ccr.ufsm.br

RESUMO - Este trabalho teve por objetivo utilizar as técnicas de geoprocessamento para determinação e localização de árvores matrizes da espécie *Araucaria angustifolia* (Pinheiro brasileiro) na área da FEPAGRO FLORESTAS, em Santa Maria, RS. Com a utilização de um receptor GPS e do SGI ArcGis, foi possível criar um banco de dados georreferenciado, onde constam a localização geográfica e as características fenotípicas de cada árvore feminina pré-selecionada, eficazes para selecionar as árvores matrizes. Os registros de posicionamento facilitarão identificar as árvores matrizes ao momento das operações de coleta de sementes. Por Geoprocessamento e integração temática, fez-se a avaliação de oito variáveis, como altura total, altura da primeira ramificação, CAP, forma do fuste, sanidade, forma da copa, efeito bordadura e número de árvores contidas no buffer. Para cada indivíduo arbóreo de sexo feminino criou-se área de proximidade com 80 metros de raio. Essa distância objetiva evitar a polinização cruzada entre árvores ao final selecionadas, obtendo-se assim sementes de melhor qualidade genética.

Palavras chave: Geoprocessamento, Árvores Matrizes, Sistemas Geográficos de Informações, *Araucaria angustifolia*

ABSTRACT – This work aimed at using GIS techniques for the determination and location of mother trees of species *Araucaria angustifolia* (Brazilian Pine) in the area of FEPAGRO FORESTS, Santa Maria, RS. With the use of a GPS receiver and the SGI ArcGis, was possible to create a georeferenced database, which contains the geographic location and phenotypic characteristics of each female tree preselected effective to select the mother trees. The geographic position in maps will facilitate the identification of the mother trees at the moment of the operations of seed collection. For thematic integration by GIS, it was generated the assessment of eight variables, such as Total height, Height of first branching, CAP, Trunk form, Health, Crown form, Border effect and Number of trees contained in the buffer. For each individual female tree, it was created an area of close to 80 meters radius. This distance aims to avoid cross-pollination between the end trees selected, thereby obtaining seeds of high quality gene.

Key words: Geoprocessing, Mother Trees, Systems Information Geographical, *Araucaria angustifolia*

1. INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, da família Araucariaceae, é uma espécie perenifólia, dióica, que ocorre desde a latitude 19°51'S a 31°30'S. No Brasil ocorre principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, e em regiões de elevadas altitudes dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (CARVALHO, 1994).

Quanto ao grupo sucessional, é espécie pioneira e heliófila, que pode se estender sobre campos e matas, e se beneficia por leve sombreamento nas fases de germinação e jovem (Reitz e Klein, 1966).

A espécie *Araucaria angustifolia* desenvolve-se melhor em “solos com alto teor de cálcio e magnésio, profundos, friáveis, porosos, com boa capacidade de retenção de água e de textura franca a argilosa”

(CARVALHO,1994). Além disso, tem preferência por altitudes variando de 500m a 1500m.

Carvalho (1994) ressalta que o Pinheiro do Paraná, como também é conhecido, é uma espécie dióica e é polinizada por meio do vento. O amadurecimento do pólen e a subsequente polinização efetuam-se de agosto a setembro no sul do Brasil e aproximadamente dois anos depois as pinhas ficam maduras.

A semente do pinheiro é o pinhão, fruto carnoso com tegumento duro e endosperma abundante. Mesmo com o tegumento duro, não há necessidade da quebra de dormência, entretanto pode-se deixar as sementes imersas em água por um período de 24 a 48 hs (CARVALHO, 1994).

Conforme Mantovani et al, (2004), essa espécie fornece principalmente madeira, mas também outros produtos como sementes para alimentação humana e da fauna nativa além de resina. Entretanto, apesar da importância da espécie ela está atualmente em processo de extinção. A exploração excessiva tem sido apontada como a principal razão dessa ameaça (SOARES, 1974).

Devido a essa ameaça de extinção e a sua madeira de qualidade, a *Araucária angustifolia* é uma das espécies nativas mais exploradas geneticamente, através da formação de bancos de germoplasmas (CARVALHO, 1994).

É por esses motivos que a produção de mudas de espécies florestais nativas através da germinação de sementes é um processo que requer um bom projeto e planejamento, além de técnicas especiais. (ABREU, 2007). Para isso devem ser escolhidas boas sementes, provenientes de árvores de boa qualidade fenotípica e genotípica, as chamadas árvores matrizes.

A seleção de matrizes, de maneira geral, baseia-se na avaliação visual de características fenotípicas, como por exemplo: altura, formato do tronco, copa esparsa, quantidade de frutos, etc (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2001).

Uma das metodologias que está sendo aplicada atualmente para a escolha e demarcação das melhores árvores matrizes são recursos de geotecnologias. Desta maneira, inicia-se o processo por utilizarem-se receptores GPS para localizar as árvores na floresta e, assim, identificá-las no software utilizado para processar os dados georreferenciados obtidos. Após as coletas de dados, passa-se à elaboração de cartografia temática e, por processos de geoprocessamento, elaboram-se integrações temáticas, que resultam em mapas que oferecem informações novas e apoio à decisão.

O geoprocessamento utiliza os Sistemas Geográficos de Informação, que são de total importância para essa técnica, pois, após coletadas as coordenadas das árvores, os seus posicionamentos e características podem ser vistas e analisadas no SIG, diminuindo assim o trabalho manual para medir as distâncias entre cada indivíduo. Sistema Geográfico de Informação é um “conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real” (Burrough, 1987).

O presente trabalho visa estabelecer uma maneira tecnicamente mais adequada para a localização, seleção e demarcação das árvores matrizes nas florestas nativas do CENTRO DE PESQUISA EM FLORESTAS da FEPAGRO FLORESTAS, em Santa Maria – RS, e com isso incentivar a melhor qualidade genotípica das sementes produzidas, e consequentemente estimular a melhor qualidade fenotípica das novas florestas, e facilitar a localização espacial das árvores porta-semente por meio de um banco de dados georreferenciado.

2. METODOLOGIA

2.1 Localização da área de estudo

O CENTRO DE PESQUISA EM FLORESTAS da FEPAGRO FLORESTAS, localiza-se no distrito de Boca do Monte, ao longo da BR 287, km 4,5, no Município de Santa Maria. Tem área total aproximada de 542,00 hectares.

2.2 Trabalho a campo

Neste trabalho foram selecionadas 14 supostas árvores matrizes da espécie de *Araucária angustifolia* em uma área aproximada de 1,5 ha, através de características como CAP, altura, forma do fuste, sanidade, ramificações, distribuição da copa e distância entre indivíduos.

Segundo LAMPRECH (1990), as árvores de uma floresta de qualidade superior devem satisfazer requisitos como sanidade, boa forma de tronco, elevada capacidade de produção de sementes, facilidade de acesso durante o ano, copa desenvolvida e posição de dominância. Adotou-se para este trabalho o DAP mínimo de 37 cm de diâmetro para a seleção, visto que as árvores tem aproximadamente 20 anos de idade.

No momento da escolha das árvores, as mesmas foram marcadas com pontos de GPS (modelo Garmin, modelo X10) e sinalizadas a campo.

2.3 Trabalhos de escritório

Nesta etapa as coordenadas das árvores selecionadas foram transferidas do GPS para o software ArcGis. Desta maneira as mesmas foram espacializadas e em seguida atribuiu-se a cada ponto (cada árvore) a sua tabela de atributos com suas respectivas características, conforme figura abaixo:

FID	Nome	Altura total	CAP	Forma tronco	Copa	Ramif	Sanidade	N	E
0	PI	23	1,42	cilindrico	pendante	11	boa	6714681,283	217684,588
1	P2	21	1,16	cilindrico	pendante	13	boa	6714709,224	217746,23
2	P3	20	1,18	cilindrico	bem distribuída	15	boa	6714724,243	217690,764
3	P4	17,5	1,19	cilindrico	pendante	10,5	boa	6714758,428	217787,736
4	P5	19,5	1,75	semi-cilindrico	pendante	10	boa	6714805,15	217750,42
5	P6	22	1,82	cilindrico	bem distribuída	16	boa	6714860,694	217757,883
6	P7	21	1,4	semi-cilindrico	pendante	9,5	perda de ramos	6714693,717	217679,999
7	P8	20	1,3	cilindrico	bem distribuída	13	boa	6714714,682	217669,791
8	P9	22,5	1,7	cilindrico	bem distribuída	16,5	média	6714721,816	217671,022
9	P10	23,5	1,51	cilindrico	bem distribuída	15	boa	6714771,265	217641,25
10	P11	22,5	1,4	cilindrico	bem distribuída	18	boa	6714795,263	217666,53
11	P12	19,5	1,78	cilindrico-bifurcado	bem distribuída	16	média	6714804,932	217714,63
12	P13	20	1,23	semi-cilindrico	bem distribuída	14,5	boa	6714756,776	217717,93
13	P14	23	1,59	cilindrico	bem distribuída	13	boa	6714754,389	217737,391

Figura 1: Tabela de atributos destacando as características de cada árvore.

Através dessas características foi possível avaliar quais as melhores árvores para a retirada de sementes. Realizou-se desta maneira uma análise estatística. Para esta análise atribuíram-se valores (1, 5 ou 10) para cada uma das características das árvores.

Ao analisar a altura e a ramificação das árvores calcularam-se a média e o desvio padrão.

A média é o valor que aponta para onde mais se concentram os dados de uma distribuição. É calculada somando-se todos os valores de um conjunto numérico e dividindo-se o resultado pelo número de elementos somados. O desvio padrão é uma medida de dispersão dos valores de uma distribuição normal em relação à sua média.

Tabela 1: Análise do desvio padrão e da média.

	Média	Desvio padrão	\bar{X} - DP	X+DP
Altura	21,071	1,7415	19,329	22,812
Ramificação	64,725	11,415	53,310	76,141

Atribui-se o valor mínimo (1) aos valores inferiores à (média menos o desvio padrão); o valor 5 para os indivíduos entre (a média menos desvio padrão) até (a média mais desvio padrão); e o valor máximo (10) para os indivíduos acima (da média mais desvio padrão).

Para classificar o CAP também se utilizou a média dos CAP (1,44) e o desvio padrão (0,217). O valor mínimo deu-se pela diferença da média e do desvio padrão. O valor máximo foi definido a partir da média (1,44). Sendo as árvores escolhidas as melhores do povoamento, a média do CAP é um valor considerável, pois se refere às árvores com CAP maiores e não à média dos CAP de toda a população, caracterizando-a como um valor significativo de CAP. Os valores intermediários estão entre o valor mínimo e o máximo.

A tabela abaixo demonstra a avaliação e o peso de cada característica. Deve-se ressaltar que a distância entre as árvores foi um critério analisado no final da pesquisa, não sendo incluído no resultado da análise.

Tabela 2: Valores atribuídos as características de cada árvore.

Parâmetros avaliados	Situação observada	Peso
Distribuição da Copa	Pendente	1
	Mediamente distribuída	5
	Bem distribuída	10
Altura	<19,32m	1
	19,33 e 22,80m	5
	>22,81m	10
Ramificação (% em relação a altura total)	<53,31%	1
	53,32% e 76,14%	5
	>76,15	10
CAP	<1,22m	1
	1,22 e 1,44 m	5
	>1,44 m	10
Forma do Fuste	Cônico	1
	Semi-cilíndrico	5
	Cilíndrico	10
Sanidade	Ruim	1
	Média	5
	Boa	10
Bordadura	Muita	1
	Pouca	5
	Nenhuma	10
Nº de árvores evolidas	≤2	1
	2 e 5	5
	≥5	10
Avaliação final	Ruim	1
	Médio	5
	Bom	10

3. RESULTADOS

Através das coordenadas das árvores coletadas a campo, pode-se realizar a sua espacialização no SIG ArcGis. Desta maneira foram criadas as áreas de proximidades (buffers) de 80 metros de raio em cada possível árvore matriz identificada, sendo possível, assim, analisar as árvores através das suas características fenotípicas e da distância entre cada indivíduo. Esse critério de seleção, em que se respeita certa distância entre árvores de mesma espécie, deve ser sempre empregado, pois árvores muito próximas podem gerar material genético parecido, o que afetaria a qualidade e o potencial genético da semente colhida. Deve-se levar em consideração que não há uma única distância preestabelecida para selecionar árvores matrizes. Essa distância irá variar dependendo da área de estudo, da espécie e da qualidade das árvores.

A figura abaixo mostra as árvores com seus respectivos buffers.

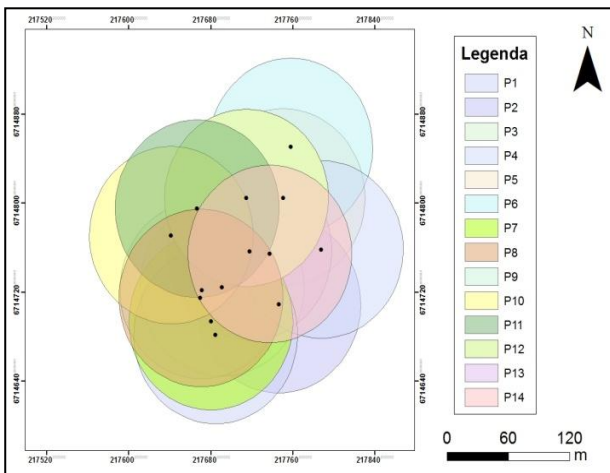


Figura 2: Árvores pré-selecionadas como matrizes e suas áreas de proximidades.

Após espacializar as árvores no SIG, foi realizada uma análise estatística que identificou através de uma equação as melhores árvores matrizes.

$$\text{Avaliação} = 0.15 * [\text{bordadura}] + 0.15 * [\text{Distribuição da copa}] + 0.10 * [\text{Altura}] + 0.15 * [\text{CAP}] + 0.10 * [\text{sanidade}] + 0.10 * [\text{forma do fuste}] + 0.10 * [\text{ramificação}] + 0.15 * [\text{n}^\circ \text{árvores envolvidas}]$$

Essa equação determinou as melhores árvores matrizes através de suas características, atribuindo valor maior às árvores com características melhores.

A tabela abaixo demonstra o resultado da avaliação.

Nome	bordadura	Dist copa	Altura	CAP	forma fust	sanidade t	ramificaca	n° arv env	Avaliacao
P1	1	1	10	5	10	10	1	1	5
P2	5	1	5	1	10	10	5	1	4
P3	10	10	5	1	10	10	10	10	4
P4	5	1	1	1	10	10	5	1	4
P5	5	1	5	10	5	10	5	5	4
P6	1	10	5	10	10	10	10	1	4
P7	10	1	5	5	5	1	1	5	4
P8	10	10	5	5	10	10	5	10	8
P9	5	10	5	10	10	5	10	5	2
P10	1	10	10	10	10	10	5	2	7
P11	5	10	5	5	10	10	10	5	7
P12	5	5	5	10	1	5	10	5	6
P13	10	10	5	5	10	10	10	10	5
P14	10	10	10	10	10	10	5	10	10

Figura 3: Avaliação individual das características analisadas de cada árvore.

Foram selecionadas quatro árvores matrizes, pelos resultados. Entretanto serão escolhidas apenas três, devido à pequena área de estudo, e da proximidade entre duas delas.

Conforme Nogueira e Medeiros (2007), para as espécies pioneiras, que normalmente ocorrem em clareiras, é recomendado escolher 3-4 matrizes, distanciadas, no mínimo, 100 m entre si para evitar parentesco. Entretanto, para este trabalho utilizou-se 80 metros, devido à área ser pequena e constituir-se de um povoamento com poucos indivíduos da espécie.

Conforme Mattos (1994) é possível encontrar pinheiros masculinos afastados com até 500 metros dos femininos, porém a distância média está em torno de 120 metros, para que ocorra a polinização.

Neste trabalho, as árvores matrizes selecionadas recebem pólen preferencialmente das árvores que estão mais próximas na sua micropopulação, sendo fecundadas pelas mesmas. Neste caso a maior parte do pólen é oriundo de árvores que foram pré-selecionadas anteriormente e que estão próximas à matriz. Desta maneira, a distância de 80 metros separa cada micropopulação, evitando que as mesmas árvores selecionadas se cruzem, melhorando assim a qualidade genética das sementes.

O mapa abaixo demonstra as árvores femininas selecionadas e as áreas de proximidades.

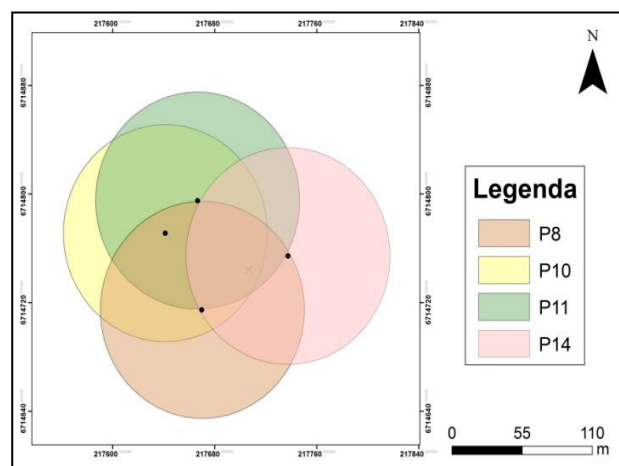


Figura 4: Árvores pré-selecionadas conforme análise

Pode se observar que um dos pontos (P10) está localizado dentro das áreas de outras árvores, não respeitando o limite de 80m. Toda árvore matriz, que estiver dentro do limite de outra árvore matriz, deve ser excluída, pois possuem maior probabilidade de apresentarem características genéticas semelhantes. Deve-se levar em consideração que, quando houver duas ou mais árvores matrizes dentro do limite estabelecido, será escolhida aquela que apresentar as melhores características pré-estabelecidas.

O mapa abaixo mostra as 3 árvores matrizes escolhidas.

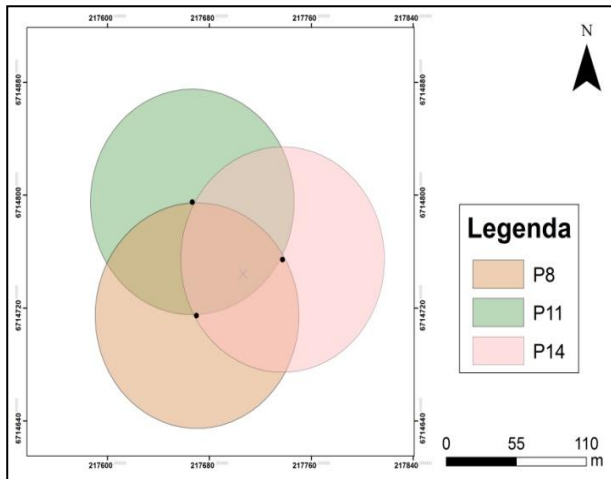


Figura 5: Mapa com as três árvores matrizes escolhidas, demonstrando a distância de 80 m entre cada indivíduo.

Observa-se pelo mapa, que as árvores que possuíam melhores características fenotípicas para serem selecionadas como árvores matrizes foram P8, P11 e P14.

As mesmas possuem CAP de 1,3 ; 1,4 e 1,59 metros ; altura 20,0; 22,5 e 23,0 metros; ramificação de 13; 18 e 13 metros respectivamente, tronco cilíndrico e copa bem distribuída. Além disso, as árvores P8 e P14 não têm efeito de bordadura e a P11 apresenta pouco efeito do mesmo, sendo que, em ambiente natural, há outras árvores da mesma espécie na bordadura do povoamento.

Condição importante é as mesmas estarem afastadas em torno de 80 metros entre si, o que diminui o efeito de parentesco entre as plantas oriundas das sementes geradas por estas árvores selecionadas como matrizes.

4. CONCLUSÃO

A utilização de técnicas de geoprocessamento e de sistemas de informações geográficas provou ser um grande auxílio na determinação e localização de árvores matrizes da espécie de *Araucaria angustifolia*.

A partir de um teste estatístico e da distância mínima pré-estabelecida de 80 metros, escolheu-se as três melhores árvores.

Os dados de cada árvore estão inseridos no banco de dados do SGI. Desta maneira podem ser vistos, analisados e modificados, possibilitando o acesso às informações de cada indivíduo com mais eficiência e rapidez. Além disso, as mesmas poderão ser localizadas a campo com maior facilidade através da utilização de suas coordenadas coletadas com GPS.

5. REFERÊNCIAS

ABREU A. A. **Técnicas de Manejo de Sementes e Produção de Mudas de Espécies Florestais Nativas**. Dossiê Técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais / CETEC, 2007.

AGUIAR I.B.; FIGLIOLIA M.B. **Colheita de Sementes** (cap.7). In: AGUIAR I.B, PIÑA-RODRIGUES F.C.M., FIGLIOLIA M.B. **Sementes Florestais Tropicais**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. Comitê Técnico de Sementes Florestais. Brasília-DF, 1993. p. 275-302.

BURROUGH, P. A.; **Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment**. Oxford, Oxford University Press, 1986.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA/CNPAP, 1994. 640p.

LAMPRECH, H. **Silvicultura nos Trópicos. Ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Instituto de Silvicultura da Universidade de Gottingen, Dt. Ges. Für Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, 332p, 1990.

MANTOVANI A.; MORELLATO, L. P.C.; REIS, M. S. DOS. Fenologia reprodutiva e produção de sementes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Revista Brasil. Bot.**, V.27, n.4, p.787-796, out.-dez. 2004.

MATTOS, J.R de. **O Pinheiro Brasileiro**. Vol.1. Lages-Santa Catarina-Brasil, 1994.p.223.

NOGUEIRA A.C.; MEDEIROS A.C.S. **Coleta de Sementes Florestais Nativas**. Embrapa Florestas. Circular Técnica 144. Colombo, PR, 2007.

REITZ, R.; KLEIN, R.M. **Araucariaceae**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 29p.

SOARES, Ronaldo Viana. Considerações Sobre a Regeneração Natural da *Araucária angustifolia*. **Revista Árvore**. Vol. 10, No 2 (1979)