



## Aplicações de delineamentos sistemáticos em experimentos agrônômicos

Michele Maria Signoreti Penso e Profa. Dra. Sônia Maria De Stefano Piedade<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

### RESUMO

Experimentos que necessitam de grandes áreas de instalação fica inviável o uso de delineamento aleatorizado, porque é necessário muitos recursos e um investimento muito alto, pois precisa-se de repetições e aleatorizações, o que dificulta a manutenção e a avaliação do local, além do que, quando se tem um número muito elevado de espaçamentos, é preciso que a área experimental seja grande, podendo perder a homogeneidade dentro dos blocos, o que agrava o erro experimental e ficará mais suscetível o efeito dos tratamentos. O conceito de espaçamento de uma espécie, é determinado pela densidade - distância entre as linhas de plantio e entre as plantas nela colocadas. Uma alternativa que se pode recorrer, é empregar um dos delineamentos sistemáticos propostos por Nelder (1962), uma vez que não se utiliza o princípio da casualização. Com esses delineamentos, pode-se tirar conclusões utilizando métodos apropriados de análise específica para esse tipo de delineamento, sendo que essas não seguem o rigor fundamentado nos delineamentos modernos, entretanto, o pesquisador terá seus propósitos concluídos. Os delineamentos sistemáticos, são utilizados nas áreas de floresta, horticultura, solos, irrigação, entre outros. O objetivo desse trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica de todos os delineamentos que foram propostos por Nelder (1962) e também serão apresentados os cálculos para a realização desse tipo de ensaio. Além do mais, será apresentado exemplos em que esse método foi introduzido e também análise de dados obtidos de um experimento na área florestal, onde essa análise é específica para tais delineamentos sistemáticos, uma vez que não contém o princípio de aleatorização.

**Palavras chave:** Delineamento sistemático, espaçamento florestal e experimentos agrônômicos.

# 1 DELINEAMENTO SISTEMÁTICO

Oda (2005), afirma que os delineamentos sistemáticos constituem de uma malha de pontos, sendo que cada um desses é interpretado como sendo uma parcela do experimento. Delineamentos sistemáticos para ensaios de espaçamento seguem três propriedades (NELDER, 1962), as quais são; a posição da grade das plantas segue um formato retangular; assim as plantas têm vizinhas próximas; a grade pode ser definida por conjuntos de curvas, as quais podem ser linhas retas ou arcos de círculos concêntricos; a densidade e as retangularidades variam dentro da malha de pontos para se obter um número maior de combinações. Nelder (1962), desenvolveu cinco diferentes tipos de delineamentos em “leque” para experimentos de espaçamento (Figura 1), o qual é dividido da seguinte forma:

**Delineamento (Ia):** O arranjo das plantas no campo é constante - retangularidade, e a área por cada uma das plantas aumenta com o raio  $r$ .

**Delineamento (Ib):** A área das plantas é constante, além do que, a retangularidade varia conforme há alteração no raio  $r$ .

**Delineamento (Ic):** Haverá mudança da retangularidade com o raio  $r$ , mas teremos que a densidade será constante por toda extensão das linhas perpendiculares à linha da base.

**Delineamento (Id):** Existirá mudança na densidade com o raio  $r$ , já a retangularidade é mantida constante nas linhas perpendiculares à linha da base.

**Delineamento (II):** A densidade das plantas e a retangularidade diferem sistematicamente.

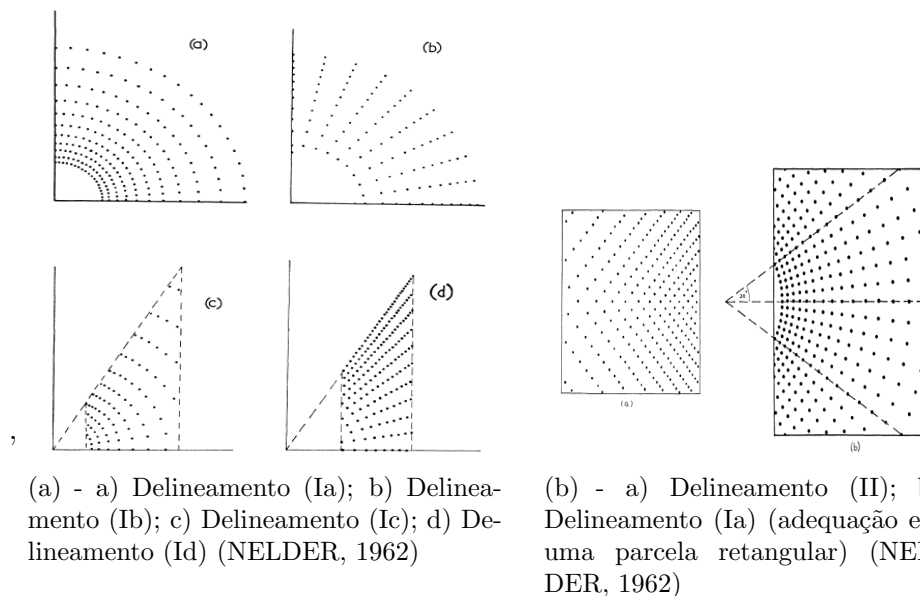


Figura 1: Tipos de delineamentos sistemáticos

## 2 DELINEAMENTO SISTEMÁTICO Ia

O primeiro delineamento é o que mais se destaca na literatura, é caracterizado da seguinte forma, a área por planta aumenta com o aumento da distância à origem, os raios são separados por um ângulo constante, além do que os arcos são separados por fator de espaçamento. A figura a seguir mostra todos os valores que são utilizados para construir um delineamento sistemático. (Figura 2)

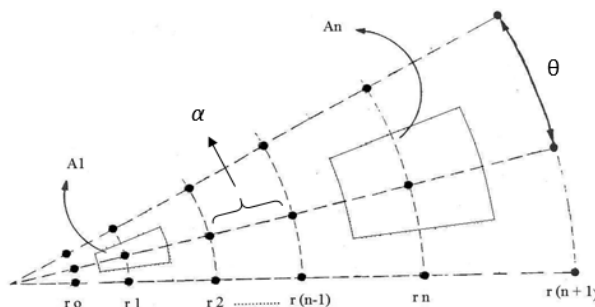


Figura 2: Raio inicial ( $r_0$ ), raio dos demais tratamentos ( $r_1$  até  $r_n + 1$ ), ângulo dos raios ( $\theta$ ),  $\alpha$  (fator de espaçamento) e região das plantas ( $A_1$  até  $A_n$ ) (STAPE, 1995)

1. Fator de espaçamento  $\alpha$  é,  $\log \alpha = \frac{\log A_n - \log A}{2N - 2}$ , em que  $\alpha$  é o fator de espaçamento;  $A_n$  é a área máxima por planta;  $A$  é a área mínima por planta;  $N$  é o número de arcos (densidades);  $N+1$  representa a bordadura (último arco).
2. O cálculo do ângulo  $\theta$  entre os raios é expresso por,  $\theta = \tau(\alpha - 1)\sqrt{\alpha}$ , em que  $\tau$  é a retangularidade do arranjo das plantas.
3. Raio da primeira planta,  $r_0 = \sqrt{\frac{2A}{\theta(\alpha^3 - \alpha)}}$ ;  
Raio das demais plantas,  $r_1, r_2, \dots, r_n$  é dada pela expressão,  $r_n = r_0 \alpha^n$ , em que  $n = 1, 2, \dots, N$  é o número de arcos.
4. Área por planta, relacionada a cada arco,  $A_r = \frac{r_n^2 \theta (\alpha^2 - 1)}{2\alpha}$ .

## 3 APLICAÇÕES EM ESTUDOS COM DELINEAMENTO SISTEMÁTICO

### Exemplo 1

Estudo para comparar qual é a melhor opção para estudo de espaçamento florestal, Stape (1995), utiliza dois experimentos com *Eucalyptus dunni*. O primeiro experimento foi instalado em delineamento casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando em uma área de  $16.764 \text{ m}^2$ , sendo 21% de área útil; o segundo foi utilizado o delineamento sistemático tipo “leque”, com 36 raios e 12 plantas por raio, a área experimental foi de  $5.972 \text{ m}^2$ , com 82% de área útil.

As variáveis dendrométricas utilizadas foram, diâmetro médio à altura do peito, a altura média, o volume individual médio, a área basal e o volume total por

hectare, o cálculo ocorre por parcela, aos 26, 42, 48, 60 e 71 meses de idade. Em ambos os delineamentos foram utilizadas análises regressão linear, sendo que uma das 5 variáveis é considerada como variável dependente, e o espaçamento do plantio é considerada como variável independente. Portanto, o delineamento sistemático tipo “leque” se for bem planejado, com área uniforme, plantio correto de material genético melhorado e os tratos culturais realizados corretamente, esse delineamento é muito eficiente para realizar estudo de espaçamentos na área florestal.

### **Exemplo 2**

Esse exemplo faz parte da tese de doutorado – “A biodiversidade florestal como instrumento de controle de pragas na cultura da cana-de-açúcar na região de Piracicaba – SP” (TOMAS, F. L.), o objetivo desse trabalho é constatar que a Biodiversidade Florestal pode ser útil no controle de pragas, o estudo será por meio de um fragmento florestal, e ao redor existe cana-de-açúcar, está implantado ao redor da mata do Pinheirinho, zona rural de Saltinho - SP. A análise será feita das principais pragas agrícolas coletadas nessa plantação de cana-de-açúcar em amostras de tratamento que se distanciam gradualmente da borda do fragmento. A Essa pesquisa está em andamento e será avaliada através de delineamentos sistemáticos tipo “leque”, o período de execução e coleta de dados em campo será mensal entre os ciclos agrícolas de 2015, 2016 e 2017

## **4 CONSIDERAÇÕES**

O delineamento sistemático tipo “leque” se for bem empregado em situações que a casualização não é aconselhável ou que seja difícil de realizá-la, pode ser muito útil. O pesquisador pode utilizar os métodos de análises adequados e conseguirá conclusões necessárias para sua pesquisa, além do que, baixo custo no experimento se comparado a delineamentos casualizados.

## **Referências**

- [1] NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. *Biometrics*, Arlington, n.18, p.283-307, 1962.
- [2] ODA, M. L. Aplicação de métodos geoestatísticos para identificação de dependência espacial na análise de dados de um experimento em delineamento sistemático tipo leque. Piracicaba, 2005. 72 f. (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- [3] STAPE, J. L. Utilização de delineamento sistemático tipo leque no estudo de espaçamentos florestais. Piracicaba, 1995. (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo
- [4] TOMAS, F. L. A biodiversidade florestal como instrumento de controle de pragas na cultura da cana-de-açúcar na região de Piracicaba – SP. Piracicaba, 2015. Dissertação (Doutorando em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.