

Uso do Anel de Nelder na silvicultura:

HISTÓRICO, APLICABILIDADE E CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS

Por

Jhuan Lucas Melo Maciel - Consultor Florestal | Doutor em Ciência Florestal

Pedro Francio Filho - Consultor Florestal | Engenheiro Agrônomo | Diretor Francio Soluções Florestais

Fotos: Francio Soluções Florestais



O setor florestal desempenha um papel estratégico na economia global, sendo essencial para a produção de madeira, celulose e produtos derivados. Sabendo-se desta importância em todas as implantações das

novas áreas florestais, precisamos definir o melhor espaçamento de forma parametrizada, analisando com cautela, pois existem diversos aspectos que devem ser considerados na tomada de decisão, como as condições edafoclimáticas do local, o objetivo do plantio, o formato da copa da variedade testada, além das análises de modelos de crescimento ao longo do ciclo, garantindo assim, a máxima eficiência e sustentabilidade da produção.

A definição do espaçamento ideal entre árvores é um fator crítico para maximizar a produtividade florestal, impactando diretamente o crescimento das plantas, a eficiência no uso dos recursos e a qualidade final da madeira. O ajuste adequado da distribuição das plantas permite reduzir a competição por água, luz e nutrientes, otimizando a produção e garantindo maior sustentabilidade aos plantios. Além disso, fatores ambientais, genéticos e operacionais devem ser considerados durante escolha do espaçamento. Por exemplo, em regiões com solos pobres e baixa disponibilidade hídrica, um espaçamento maior pode reduzir a competição entre as árvores, favorecendo seu desenvolvimento. Já em áreas com solo fértil e alta umidade, um espaçamento menor pode maximizar a produtividade sem comprometer o crescimento das plantas.

No Brasil, a maioria dos espaçamentos utilizados nas plantações de *Eucalyptus sp.*, resultam em densidades que variam de 900 a 2500 árvores por hectare. Embora esses valores sejam amplamente utilizados, a escolha do espaçamento ideal pode impactar significativamente a produtividade e a sustentabilidade do plantio. Por isso, a realização de experimentos é essencial para compreender os efeitos de diferentes arranjos espaciais no crescimento das árvores, permitindo a definição de estratégias mais



Vista aérea do Anel de Nelder (implantação), durante a subsolagem das linhas de plantio

eficientes para cada condição específica. Nesse contexto, o Anel de Nelder, um método experimental de disposição de plantas em formato radial, tem sido amplamente utilizado para avaliar a interação entre densidade e crescimento. Esse método, tem se mostrado eficaz em diversas regiões do mundo, incluindo o Brasil, otimizando a definição do melhor espaçamento para diferentes materiais genéticos em distintas condições edafoclimáticas.

HISTÓRICO DO ANEL DE NELDER

Na década de 1960, o estatístico John Nelder, propôs pela primeira vez o método para estudos agrícolas. No entanto, rapidamente, encontrou aplicação na silvicultura nacional e foi adaptado por Stape, especialmente para espécies de rápido crescimento, como o eucalipto. A estrutura concêntrica do anel permite que diferentes espaçamentos sejam testados em uma única unidade experimental, otimizando o uso da área e proporcionando uma melhor avaliação da resposta das plantas à densidade de plantio.

O desenho do Anel de Nelder é composto por um formato de leque, com o espaçamento entre árvores variando com



Detalhe da estrutura radial do Anel de Nelder aplicada à silvicultura de eucalipto



Vista superior do Anel de Nelder, detalhes para os diferentes espaçamentos no experimento

a distância radial de um ponto central, e a amplitude dos espaçamentos por planta variando de 0,94 a 63,62 m²/árvore, sendo fornecedor das mesmas informações do bloco clássico de parcelas retangulares. É bastante recomendado para ser implementado no auxílio da tomada de decisão, pelo fato de uma área pequena fornecer parâmetros úteis para definir o espaço apropriado, com o objetivo de aumentar questões silviculturais, como operações e testes de novos genótipos além de testar uma ampla gama de espaçamentos.

ESCOLHA DO ESPAÇAMENTO IDEAL

A definição do espaçamento ideal para plantios florestais depende de múltiplos fatores, incluindo:

Objetivo do plantio: produção de madeira para celulose e biomassa, madeira para serraria e laminação e sistemas silvipastoris, ou integração ILPF.

Fatores edafoclimáticos: regiões com déficit hídrico, demandam espaçamentos maiores para reduzir a competição por água; solos pobres exigem menor densidade para evitar competição excessiva; áreas com ocorrência de ventos fortes necessitam de espaçamentos que favoreçam a estabilidade mecânica das árvores.

Características genéticas e fenotípicas: genótipos mais vigorosos, podem requerer espaçamentos maiores para evitar competição intensa; espécies e híbridos de crescimento acelerado, podem se beneficiar de ajustes no espaçamento inicial, havendo a necessidade de conhecer o espaçamento ideal para cada material genético. Manejo e colheita florestal: a mecanização da colheita, exige espaçamentos compatíveis com a passagem de máquinas e a possibilidade de desbastes planejados.

TRABALHOS DESENVOLVIDOS COM ANEL DE NELDER NO BRASIL E NO MUNDO

No Brasil, o uso do Anel de Nelder tem crescido significativamente, principalmente em empresas de base florestal e instituições de pesquisa. Estudos conduzidos por universidades e centros de pesquisa, como a EMBRAPA e o IPEF, demonstram que essa metodologia é altamente eficiente na determinação da densidade ideal de plantio para maximizar o volume de madeira e a qualidade dos produtos florestais.

Fora do Brasil, países como Paraguai, Austrália, África do Sul e Chile utilizam essa abordagem para entender como diferentes materiais genéticos respondem às variações de espaçamento, possibilitando, desta forma, ajustes na silvicultura clonal e na condução florestal. A flexibilidade do método permite sua aplicação em diferentes tipos de solos



Prática de instalação do experimento no campo, utilização de corda e transferidor para formação dos raios



Anel de Nelder Ideal, testes de diferentes genótipos e suas respostas ao espaçamento



Croqui para instalação do experimento, detalhando o número de linhas e o espaçamento entre clones avaliados, utilizando subsolagem georreferenciada com o auxílio do GPS no maquinário



Espaçamento ideal escolhido, específico para aquela região, após a definição de um Anel de Nelder instalado anteriormente, mostrando o espaçamento ideal conforme o desenvolvimento das copas e dos fustes

e regimes de manejo, tornando-o uma ferramenta valiosa para a otimização do cultivo de eucalipto.

USO E APLICAÇÃO PRÁTICAS

O Anel de Nelder é especialmente útil em programas de melhoramento genético e estudos da Ecofisiologia florestal. Entre suas principais aplicações na silvicultura com eucalipto, destacam-se:

- Determinação do espaçamento ideal para maximizar o crescimento e reduzir a competição por luz, água e nutrientes.
- Avaliação do desempenho de clones sob diferentes condições de manejo e regimes hídricos.
- Estudos de interação entre genótipos e ambiente, fundamentais para recomendações de plantio em regiões com restrições edafoclimáticas.
- Otimização da produtividade florestal, reduzindo custos de insumos e manejo, além de melhorar a qualidade da madeira produzida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Anel de Nelder, apresenta-se como uma ferramenta de grande valor na silvicultura moderna, permitindo uma abordagem experimental eficiente para definir estratégias de manejo e espaçamento. Sua aplicação em pesquisas e no setor produtivo, tem contribuído significativamente para o aprimoramento da silvicultura, fornecendo subsídios científicos para o aumento da produtividade e sustentabilidade dos plantios. Diante dos desafios impostos pelas mudanças



Anel de Nelder após a atividade de plantio, visão do núcleo mais adensado com 6 meses de idade

climáticas e pela demanda crescente por madeira, o uso do Anel de Nelder torna-se ainda mais relevante, permitindo o desenvolvimento de florestas mais resilientes e produtivas.

A adoção desse método por empresas e pesquisadores continuará a impulsionar a inovação no setor florestal, contribuindo, desta forma, para um manejo mais eficiente e fundamentado em bases científicas sólidas. Assim, o uso estratégico do Anel de Nelder, consolida-se como uma prática essencial na busca por maior competitividade e sustentabilidade na silvicultura de eucalipto. O Anel de Nelder, normalmente é composto de 432 plantas, sendo 360 plantas para avaliação de espaçamentos, variedades e/ou tratamentos; e 72 utilizadas para efeito de borda (interno e externo). A área necessária é de aproximadamente 0,6 hectares.

