

O desenho de sistema silvipastoris com árvores madeiráveis: noções gerais.

Vanderley Porfírio-da-Silva.

Pesquisador – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA

E-mail: vanderley.porfirio@embrapa.br

INTRODUÇÃO

Tal forma de uso da terra, que em sua concepção e definição integra, necessariamente, árvores e pastagem com gado, ao mesmo tempo e na mesma área, em algum tipo de arranjo espacial das árvores, tecnicamente são denominados de silvipastoril (Huxley, 1983; McDicken & Vergara, 1990; FAO, 2015; EMBRAPA, 1994; Fernandes et al., 2007; Peri et al., 2015).

Embora o silvipastoril sumarie práticas nas quais, necessariamente, as árvores estejam integradas com pastagens e gado, na mesma área por meio do plantio, da conservação e/ou manutenção de árvores existentes, ou mesmo pela condução de árvores que podem emergir naturalmente na pastagem, este artigo abordará generalidades para o desenho de sistema silvipastoril com origem no plantio intencional das mudas de espécies arbóreas para finalidade madeireira, arranjados espacialmente em renques ou faixas, pois são os que favorecem a mecanização do sistema, menor complexidade e maior possibilidade de adoção na pecuária, ou ainda na agropecuária.



FUNDAMENTO PARA O DESENHO DE SISTEMAS SILVIPASTORIS

A integração de árvores, pastagem e gado será facilitada pela adequada distribuição espacial das árvores no terreno, fundamentalmente para que oportunize práticas de conservação do solo e da água, o favorecimento do trânsito de máquinas e implementos e, a observância de aspectos comportamentais dos animais de rebanho (Sharrow, 1998; Porfirio-da-Silva, 2006).

Nas condições de clima tropical e subtropical úmidos (com tipos climáticos Cfa e Cfb) (Peel et al. 2007) a precipitação pluvial excede 1100 mm por ano (Rustemeier Elke et al., 2020), a incidência de radiação solar é alta durante todo o ano, média de a 4,0 a 5,5 kW.h.m⁻²/dia, o que representa de 4 e 5,5 horas com incidência de radiação solar de 1,0 kW.m⁻² em um dia sem nebulosidade; mesmo no inverno a incidência é da ordem de 2,5 kW.h.m⁻²/dia (Pinto et al., 2010). Portanto, a preocupação com luz solar para o crescimento das forrageiras deve ser menor do que com a potencial perda de água por escoamento superficial que pode causar a erosão do solo.

Outro aspecto importante decorrente das condições climáticas nessas regiões, é que a mesma incidência de radiação solar, que promove o crescimento de plantas forrageiras, pode afetar negativamente o conforto térmico animal a campo. O estresse por calor provoca alterações de comportamento e de fisiologia que podem prejudicar o desempenho e a saúde dos animais. A Tabela 1 exemplifica as condições ambientais diferentes em que diferentes categorias de bovinos estariam termicamente confortáveis a campo. O estresse térmico pode ser ocasionado tanto por calor quanto por frio, no sistema silvipastoril, a sombra e o efeito quebra-ventos das árvores modificam o microclima local diminuindo ou mesmo eliminando o estresse térmico e melhorando o desempenho animal a campo (Nicodemo et al., 2018).

Tabela 1. Condições ambientais confortáveis termicamente aos ruminantes.

Categoria animal	Temperatura do ar	Umidade Relativa	Carga radiante	Térmica	Velocidade do vento
Vacas em lactação	4° C a 24° C				
Bovinos de corte	4° C a 26° C	~ 75%	~ 0,8 kW.m ⁻² .hora ⁻¹		1,4 a 2,2 m.s ⁻¹
Novilhas	10° C a 26° C				

Fonte: Naães, 1989.

Genericamente, os bovinos estarão confortáveis com radiação incidente de até 0,80 kW.m⁻².hora⁻¹ (Naães, 1989), e é comum, nas condições de clima tropical e subtropical, a radiação incidente ultrapassar 1,0 kW.m⁻².hora⁻¹, mesmo nos meses de inverno.

Reiterando, nas condições de clima tropical e subtropical úmidos, é prioridade planejar o sistema silvipastoril tendo como fundamento a conservação do solo e da água. A observância do caminhamento aparente do Sol para orientar a disposição das linhas de árvores não deve ter maior prioridade do que a de conservação do solo e água.

As interações ecológicas entre árvores e demais componentes no sistema silvipastoril ocorrem em função do tempo e do espaço. Com o tempo, ocorre incremento de todas as partes da árvore com o alongamento e engrossamento de raízes, tronco e galhos, e aumento da área foliar.

O crescimento da árvore promove, então, o aumento da interceptação de luz e aumento da interceptação de nutrientes e água do solo. Conseqüentemente, a restrição dos recursos luz, água

e nutrientes ocorrerá, primeiramente para as plantas abaixo e nas proximidades do dossel das árvores, posteriormente terá origem, também, uma competição entre as árvores. Em ambas as situações, são interações indesejadas para o adequado funcionamento do sistema de produção. Portanto, se não forem tomadas medidas de regulação (manejo), haverá um reforço na competição inter e intraespecífica, com prejuízos e desempenho insatisfatório, tanto para produção animal quanto para a produção de madeira.

Por isso que, um arranjo espacial inicialmente adequado torna-se inadequado depois de um determinado tempo. Ocorre devido ao crescimento da árvore, que passa a requerer maior espaço vital para continuar se desenvolvendo adequadamente, ou seja, para que não se estabeleça a competição intraespecífica.

ASPECTOS E PARÂMETROS CRÍTICOS PARA O DESENHO DE SISTEMAS SILVIPASTORIS

O planejamento e o manejo do sistema são os mecanismos que permitirão o equilíbrio (otimização) entre os diferentes tipos de interações ecológicas que ocorrem, minimizando as interações negativas e favorecendo as interações positivas.

Portanto, planejar o arranjo espacial das árvores é um dos primeiros aspectos a ser executado. O mais simples e eficaz é o arranjo em aléias amplas, com as árvores plantadas em faixas (renques) com uma ou múltiplas fileiras. Essa forma pode ser ajustada de acordo com a prioridade de produtos e/ou serviços ambientais previamente definidos, podendo determinar os tipos de produtos a serem obtidos, a intensidade e a frequência de práticas de manejo silviculturais. E deve ser parametrizado pela necessidade de conservação do solo e da água, do uso de máquinas e implementos, da topografia do terreno, do componente principal e produtos do sistema silvipastoril.

1. Promoção da conservação do solo e água.

Durante eventos de chuva intensa, mesmo em pastagens bem formadas e com boa cobertura do solo, pode ocorrer perda de água por escoamento superficial, especialmente em área de relevo ondulado. O arranjo espacial das árvores deve colaborar para diminuir a velocidade de escoamento das águas de chuva, favorecendo maior infiltração no solo.

As árvores dispostas em fileiras no sentido perpendicular ao sentido da declividade do terreno, atuam como estruturas que orientam o trânsito de máquinas e implementos, o sentido do plantio e/ou semeadura das forrageiras, e o caminhamento do rebanho, minimizando a formação de sulcos de escoamento superficial das águas de chuva no sentido da declividade do terreno e oportunizando maior infiltração da água precipitada no solo.

Para evitar o inconveniente das linhas de nível que se aproximam ou se afastam, utiliza-se o conceito de “linha-mestre” (Yeomans, 1954) que favorece o plantio em faixas paralelas, mantendo a mesma distância de uma fileira ou faixa de árvore para outra.

2. Facilidade de implantação e mecanização da área.

As árvores devem ser plantadas em fileiras (formando faixas, de uma fila ou de múltiplas filas) dispostas transversalmente ao sentido da declividade do terreno, de modo a favorecer a conservação do solo e água. Em regiões onde práticas como o terraceamento para a conservação do solo e água, já sejam adotadas, o plantio das árvores, tendo como orientação os terraços, facilita a implantação do sistema (detalhes em Porfírio-da-Silva et al., 2009).

3. Declividade e face de exposição do terreno.

Em terrenos com face de exposição predominante voltada para o Sul, o planejamento deve preferir espaçamentos mais largos do que em terrenos com face de exposição norte, especialmente na porção meridional do hemisfério Sul.

4. Prioridade de componente.

Para priorizar a obtenção de maior volume de biomassa de madeira no sistema silvipastoril. O plantio das árvores deverá ser em arranjos espaciais com maior número de árvores (maior densidade), ou seja, entre 33% e 47% ocupado com árvores e a pastagem ocupando o restante de área do sistema silvipastoril.

O efeito de quebra-ventos e sombra (proteção para o rebanho e pastos) ocorrerá em menor tempo, no entanto, interações negativas como a competição por água, nutrientes e luz, também ocorrerão em menor tempo, o que demandará práticas de manejo (desramas e/ou desbastes) mais precoces e mais intensas. Outro aspecto importante, é que, em plantios mais densos (espaçamentos pequenos e/ou reticulados) a condução de rebanhos pode ser dificultada pelo padrão de disposição das árvores.

Para priorizar a produção de pastagem no sistema silvipastoril, o plantio das árvores será em arranjos espaciais com menor número de árvores (menor densidade). Neste caso, a ocupação de árvores será menor do que 33%, e a ocupação de pastagem será de pelo menos 67% da área.

Maiores espaçamentos entre faixas de árvores (aléias mais largas) favorecem a produção de forragens, e a condução de rebanhos. Espaçamentos maiores, tanto na fila de árvores quanto entre fileiras, priorizam à obtenção de toras de maior volume individual, próprias para produção de madeira serrada, laminados e/ou faqueados, e os primeiros desbastes deverão ocorrer mais tardiamente (árvores de mais idade e com maior valor de produto madeireiro).

Para que possam exercer efeito sobre os ventos, o espaçamento entre faixas (aléias) não deve ser demasiadamente grande. Tomando como base o gradiente de modificação da velocidade do vento por um quebra-ventos convencional (Campi et al., 2009; Gregory, 1995; Bird et al., 1992), a largura das aléias (ou a distância entre um renque e outro) deve ser entre 3,5 e 5 vezes a profundidade de copa das árvores. Nessa distância é a região onde coincidem as modificações microclimáticas e os impactos sobre os demais componentes vegetais do sistema.

5. Finalidade da produção de madeira.

Se a produção de madeira é para atender ao mercado de toras finas (lenha, carvão, papel e celulose, palanques de cerca, postes), ou, toras grossas, para serraria e laminação, é necessário atentar para a 'Prioridade de componente' descrita anteriormente. Certamente que é possível também atender ambas as finalidades de produção de madeira mediante planejamento e manejo adequados.

Se a produção de madeira é para atender ao mercado de toras finas (lenha, carvão, papel e celulose, palanques de cerca, postes), ou, toras grossas, para serraria e laminação, é necessário atentar para a 'Prioridade de componente' descrita anteriormente. Certamente que é possível também atender ambas as finalidades de produção de madeira mediante planejamento e manejo adequados.

Genericamente se identificam dois grupos de interesse na finalidade de produção de madeira em sistema silvipastoril:

- ▶ Produção de maior volume de toras finas (lenha, carvão, escoras, palanques...) no primeiro terço da rotação florestal (cerca de 7 anos para eucalipto), para isso o plantio deve ser feito com maior número de árvores, geralmente entre 600 e 1.100 árvores por hectare;
- ▶ Produção de toras grossas (serraria e laminação) no terço final da rotação florestal (a partir de 10 anos, dependendo da espécie e da qualidade do sítio), o plantio poderá ser com menor número de árvores, entre 200 e 450 árvores por hectare.

A Tabela 1 mostra três formas de implantação do sistema silvipastoril, nos primeiros anos terão maior número de árvores por hectare (prioridade para o componente arbóreo), mas que ao final, em função de desbastes, terão um número menor de árvores (prioridade para a pastagem) que irão produzir toras grossas. Por exemplo, no plantio em faixas com três linhas de árvores, o sistema começa com 1.000 árvores.ha⁻¹, mas os desbastes o transformarão em uma faixa de uma linha com 167 árvores.ha⁻¹, que serão colhidas para madeira de serraria ou laminação.

O arranjo espacial das árvores pode variar, sendo que a mesma quantidade de árvores pode ocupar áreas diferentes (Tabela 2), e assim, proporcionar condições para diferentes produtos escalonados no tempo. As distâncias maiores entre faixas de árvores (aléias mais largas) permitem cultivos forrageiros e agrícolas por mais longo tempo, até que seja necessário fazer desbastes de árvores. Nas aléias mais estreitas, a necessidade de desbaste será mais precoce. Os diferentes arranjos podem ser implantados com espaçamento menor, e por meio de desbastes, produzir madeiras para diferentes propósitos (toras finas nos primeiros anos do sistema silvipastoril e toras grossas nos últimos anos da rotação).

Tabela 1.
Exemplo de plantios em diferentes arranjos espaciais.

Arranjo espacial	Finalidade da Madeira					
	Tora Fina (carvão, lenha, palanques de cerca).			Tora Grossa (serraria e laminação)		
	Espaçamento (m)	nº árvores. ha ⁻¹	Área ocupa da pela faixa de árvores (%)	Espaçamento (m)	nº árvores . ha ⁻¹	Área ocupada pela faixa de árvores (%)
Faixa com uma fileira de árvores	14 x 2	357	14,3	14 x 4 ou 28 x 4	179 ou 89	14,3 ou 7,1
Faixa com duas fileiras de árvores	14 x 2 x 3	417	25	18 x 3	185	11,1
Faixa com três fileiras de árvores	14 x 3 x 1,5	1.000	40	20 x 3	167	10

Nota: não estão consideradas possíveis mortes de árvores ao longo do tempo.
Fonte: Porfirio-da-Silva et al., 2009

Tabela 2.
Diferentes arranjos espaciais, configurados com diferentes densidades arbóreas e taxas de ocupação de superfície similares.

Distância entre as faixas de árvores = largura das aléias (m)	Distância entre árvores na fileira (m)	Número de fileiras em cada faixa de árvores ^(*) (m)	Distância entre as fileiras de árvores na faixa (m)	Árvores por hectare (nº/ha)	Porcentagem de superfície ocupada pelas árvores ^(**) (%/ha)
10	4	1	10	250	20%
20	2	2	2,5	444	20%
24	1,8	5	3	772	39%
10	2	2	3	769	38%

NOTA: (*) quando o número de linhas por faixa de árvores é igual a 1, a distância entre as linhas de árvores será igual à largura das ruas; (**) área ocupada pela faixa de plantio acrescida de 1 metro para cada lado.

Certamente é possível combinar os dois grupos de interesse de produtos, partindo do primeiro para o segundo, mediante desbastes que podem conduzir árvores remanescentes para a produção de toras para serraria. De modo geral os arranjos espaciais podem variar de 25 m ± 11 m para as distâncias entre as faixas de árvores, de 3,5 m ± 1,2 m para a distância entre linhas na faixa de árvores e, de 3,0 m ± 0,5 m para a distância entre mudas de árvores na linha; o limite máximo de 35 metros para o distanciamento entre as faixas de árvores, considera que as árvores terão pelo menos 10 metros de profundidade de copa, o que proporciona o efeito de quebra-ventos (detalhes em Gregory, 1995).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento das árvores, embora seja pouco afetado pelo arranjo, desde que cada árvore tenha pelo menos um lado de sua copa que receba luz solar direta, pode ser prejudicado pelos cultivos forrageiros e/ou pelo gado, sobretudo na fase inicial quando as mudas são pequenas. Na fase jovem das árvores é necessário a retirada do gado, até que as árvores possam suportar a carga de um animal adulto. O gado poder entrar na área quando as árvores atingirem 6 cm de diâmetro medido a altura de 1,30 m do solo (Porfírio-da-Silva et al., 2009). Durante esse período, é possível realizar cultivos agrícolas e/ou de forrageiras para conservação (silagem ou feno).

Com o crescimento das árvores, as interações irão tornando-se cada vez mais evidentes e serão percebidas como alterações ou resultados no sistema ou sobre as forrageiras nas aléias. A competição entre árvores se estabelece com o crescimento das mesmas, especialmente quando plantadas em arranjos de alta densidade (em filas múltiplas a competição entre árvores tende a acontecer mais cedo do que em fila única). Porém, isso pode ser regulado por programas de podas e de desbastes. A permanência do rebanho na área é possível se medidas de proteção física para as mudas forem adotadas, por exemplo, o uso de cerca-elétrica isolando as faixas de árvores. Uma medida produtiva, sempre que possível a retirada do rebanho, é o cultivo intercalar de grãos e/ou forrageiras para corte e/ou conservação (silagem ou feno) durante o período necessário para que as árvores cresçam até que tenham porte para suportar a carga de um bovino adulto.



Foto: Wonley César Filipe

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ▶ BIRD, P. R. et al. The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. *Agroforestry Systems*, 20, 1992. p.59-86.
- ▶ CAMPI, P.; PALUMBO, A. D.; MATRORILLI, M. Effects of tree windbreak on microclimate and wheat productivity in a Mediterranean environment. *European Journal of Agronomy*, 2009. p.220-227. Disponível em: <doi:10.1016/j.eja.2008.10.004.>. Acesso em: 14 jan 2018.
- ▶ EMBRAPA. Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais, 1.; Encontro sobre Sistemas Agroflorestais nos Países do Mercosul, 1., 1994, Porto Velho. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128345/1/Doc.-27-Sistemas-Agroflorestais-v1e-v2.pdf>. Acesso em 15 ago 2021.
- ▶ FAO. *Agroforestry*, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/agroforestry/80338/en/>>. Acesso em: 14 jan 2018
- ▶ FERNANDES, E. N.; PACIULLO, D. S.; CASTRO, C. R. T.; MULLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. C. Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. 362 p.
- ▶ GREGORY, N. G. The role of shelterbelts in protecting livestock: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 38, 1995. p.423-450.
- ▶ MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. *Agroforestry: classification and management*. New York: John Wiley e Sons, 1990. 382 p.
- ▶ NAÃS, I. A. *Princípios do conforto térmico na produção animal*. Por: Irenilza de Alencar Nãas. São Paulo:Ícone, 1989.
- ▶ NICODEMO, L. F.; GARCIA, A. G.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; PACIULLO, D. S. C. *Desempenho, saúde e conforto animal em sistemas silvipastoris no Brasil*. 1a ed. São Carlos, SP - Brasil, 2018.
- ▶ PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 11, n. 5, p. 1633-1644, 2007. Copernicus GmbH
- ▶ PERI, P. L.; DUBE, F.; VARELLA, A. C. (Ed.). *Silvopastoral systems in Southern South America*. [Cham]: Springer International Publishing Switzerland, 2016. 270 p. (Advances in Agroforestry, 11).
- ▶ PINTO, L. I. C.; COSTA, M. H.; DINIZ, L. M. F.; SEDIYAMA, G. C.; PRUSKI, F. F. Comparação de produtos de radiação solar incidente à superfície para a América do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 25, n. 4, p. 469-478, 2010. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/rbmet/a/spfRDgz4fNHnnRYN7wsj9Ww/?lang=pt>>. Acesso em: 31/8/2021
- ▶ PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48p. il.
- ▶ RUSTEMEIER E.; BECKER, A.; FINGER, P.; SCHNEIDER, U.; ZIESE, M. GPC Climate Version 2020 at 0.25°: Monthly Land-Surface Precipitation Climatology for Every Month and the Total Year from Rain-Gauges built on GTS-based and Historical Data. 2020. https://doi.org/10.5676/dwd_gpcc/clim_m_v2020_025
- ▶ SHARROW, S. H. *Silvopasture design with animals in mind*. <<http://www.aftaweb.org/entserv1.php?page=22>>. Acesso em 02 jul. 2021
- ▶ YEOMANS, P. A. *Keyline plan*. 124. ed. Sidney: PA Yeomans, 1954. Disponível em: <<https://soilandhealth.org/wp-content/uploads/01aglibrary/010125yeomans/010125toc.html>> Acesso em : 03 mar 2021