



Foto: Gabriel Rezende de Farias

COMUNICADO  
TÉCNICO

100

Bagé, RS  
Outubro, 2019

**Embrapa**

# Dimensionamento de um sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Helio Tonini  
Alan Felix Falavinha  
Ciro Augusto de Souza Magalhaes

# Dimensionamento de um sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Helio Tonini, engenheiro florestal, doutor, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS. Alan Felix Falavinha, engenheiro florestal, sócio-proprietário da Garantã Engenharia e Meio Ambiente, Cuiabá, MT. Ciro Augusto de Souza Magalhaes, engenheiro agrícola, doutor, pesquisador da Embrapa Agrossilvopastoril, Sinop, MT.

## Introdução

A Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) é definida como um sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, incluindo também o componente florestal na mesma área (Balbino et al., 2012).

Neste consórcio, a forma de distribuição das árvores no terreno é um importante elemento estrutural (Porfírio-da-Silva et al., 2008) e deve ser realizada de maneira a atender as demandas de mercado (quantidades e qualidades), controlar a competição por luz entre as espécies florestais e os cultivos agrícolas e pastoris; propiciar o trânsito de máquinas, as práticas de conservação de solo e água, e os benefícios ambientais como o sequestro de carbono, o bem-estar animal, a diminuição da velocidade dos ventos e a melhoria das propriedades químicas e físicas do solo.

A definição do melhor arranjo espacial irá depender diretamente dos objetivos de produção, respeitando-se o princípio básico de que a disposição de plantio mais indicada não deve impactar

negativamente os outros componentes do sistema. O mais comum é a adoção de aleias (fileiras de árvores) onde as árvores são plantadas em faixas ou renques, com linhas de árvores simples ou múltiplas (Porfírio-da-Silva et al., 2009).

Entre os fatores determinantes para o dimensionamento da ILPF pode-se citar:

a) A finalidade do plantio e o mercado para os produtos florestais

São vários os produtos florestais que podem ser oferecidos ao mercado (carvão, lenha, escoras para construção civil, toras para serraria ou laminação, maravalha para cama de animais, etc.). Para isso, obter informações sobre o mercado da madeira, o tamanho da demanda, as exigências de padrões de qualidade e o preço a ser pago para cada tipo de produto é fundamental.

Em sistemas de ILPF que priorizam a produção madeireira ou o sombreamento para os animais é possível encurtar as distâncias entre os renques ou aumentar o número de árvores nas linhas. Se o objetivo principal for a produção de grãos e carne, deve-se adotar maiores distâncias entre os renques e um menor

número de linhas de árvores (Porfírio-da-Silva et al., 2008; Ferreira et al., 2015). Nestes sistemas não são recomendadas distâncias inferiores a 14 metros entre renques (Ferreira et al., 2015).

b) Orientação da linha de plantio das árvores

Nas condições edafoclimáticas brasileiras, a principal preocupação com a orientação das árvores é a conservação do solo e da água (Porfírio-da-Silva et al., 2009). Em áreas de relevo acidentado, o plantio de árvores em curvas de nível favorece a conservação do solo e da água e controle da erosão. Em relevo plano deve-se plantar no sentido leste-oeste, que permite melhores condições de luminosidade. No entanto, no sul do Brasil, com inclinação solar menor pode-se adotar o sentido norte-sul, com o objetivo de cultivar espécies de inverno nas entrelinhas de plantio das árvores.

c) Adequação ao maquinário disponível

O arranjo de plantio deve oportunizar o trânsito de máquinas e equipamentos agrícolas. Para isto, a distância entre renques e o espaçamento de plantio nos renques não devem ser menores do que as dimensões dos equipamentos comumente utilizados nos tratamentos culturais como tratores, roçadeiras e pulverizadores. Porfírio da Silva et al. (2008) sugerem acrescentar mais dois metros à distância atingida por estes equipamentos, de forma que, a folga de 1,0 m para cada lado da barra do pulverizador seja

suficiente para evitar danos ao equipamento e/ou, às árvores. No cálculo sobre o percentual da área utilizada pelo componente florestal deve-se considerar também a distância de afastamento do cultivo agrícola em relação a linha de árvores e o espaço reservado para a manobra do maquinário agrícola.

## Material e métodos

Como ferramenta auxiliar para o planejamento de um sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta foi desenvolvida uma planilha eletrônica<sup>2</sup> empregando-se o software Excel®, versão 2013.

Os cálculos utilizados para o dimensionamento do sistema ILPF foram:

1) Porcentagem de área ocupada em 1 ha para cada componente do sistema.

A Área ocupada pelo componente florestal em m<sup>2</sup> ( $A_f$ ) pode ser obtida por:

$$A_f = \left( \frac{100}{((E_r + (E_i \cdot (L-1)))} \right) \cdot (((L-1) \cdot E_i) + (2 \cdot B_i)) \cdot 100 \quad (1)$$

O percentual por hectare é obtido por:

$$A_f (\%) = \frac{(A_f)}{100} \quad (2)$$

<sup>2</sup> Disponível em: <[https://arquivos.cppsul.embrapa.br/downloads/Dimensionamento\\_ILPF\\_v-2-5.xlsm](https://arquivos.cppsul.embrapa.br/downloads/Dimensionamento_ILPF_v-2-5.xlsm)> ou <<https://www.embrapa.br/documents/1354377/42756412/dimensionamento+ILPF/0deb02b3-cfa3-a6cc-f905-635f8662b947>>.

Em que:  $E_r$  = espaçamento entre renques;  $L$  = número de linhas por renque;  $B_l$  = borda das linhas laterais;  $E_l$  = espaçamento entre linhas

A área ocupada pelo componente agrícola/forrageiro em  $m^2$  ( $A_a$ ) é obtida por:

$$A_a = \left( \frac{100}{(E_r + (E_l \cdot (L-1)))} \right) \cdot (E_r - (2 \cdot B_l)) \cdot 100 \quad (3)$$

E o percentual por hectare por:

$$A_a (\%) = \left( \frac{A_a}{100} \right) \cdot (4) \text{ ou } A_a (\%) = 100 - (A_r (\%)) \quad (5)$$

Em que:

$E_r$  = espaçamento entre renques;  $L$  = número de linhas por renque;  $B_l$  = borda das linhas laterais;  $E_l$  = espaçamento entre linhas.

2. Porcentagem de área ocupada para cada componente do sistema no talhão:

Área do talhão ( $A_t$ ) em hectares é obtida por:

$$A_t = \frac{D_{pa} \cdot D_{pe}}{10000} \quad (6)$$

Em que:  $D_{pa}$  = dimensão do talhão paralela aos renques;  $D_{pe}$  = dimensão do talhão perpendicular aos renques

Número de renques calculados no talhão ( $N_{r.cal.}$ ):

$$N_{r.cal.} = \frac{D_{pe}}{(E_r + (E_l \cdot (L-1)))} \quad (7)$$

Número de renques inteiros no talhão ( $N_{r.int.}$ ):

$$N_{r.int.} = N_{r.cal.} \text{ arredondado para baixo.} \quad (8)$$

A partir de  $N_{r.cal.}$  e  $N_{r.int.}$  obtém-se o número final de renques no talhão ( $N_r$ ), utilizando-se a seguinte regra de arredondamento:

Se  $[(N_{r.cal.} - N_{r.int.}) \cdot (E_r + (E_l \cdot (L-1)))] < \left[ \left( \frac{E_r}{2} + (E_l \cdot (L-1)) + B_l \right) \right]$ , adotasse como  $N_r$  o mesmo valor de  $N_{r.int.}$ ;

Se  $[(N_{r.cal.} - N_{r.int.}) \cdot (E_r + (E_l \cdot (L-1)))] > \left[ \left( \frac{E_r}{2} + (E_l \cdot (L-1)) + B_l \right) \right]$ , pode-se adotar como  $N_r$  tanto o mesmo valor de  $N_{r.int.}$  como  $N_{r.int.} + 1$ .

Área ocupada pelo componente florestal no talhão ( $A_{f.t.}$ ) em hectares, pode ser obtida por:

$$A_{f.t.} = \frac{N_r \cdot ((2 \cdot B_l) + (E_l \cdot (L-1))) \cdot (D_{pa} - (2 \cdot (B_t - B_l)))}{10000} \quad (9)$$

E em porcentagem por:

$$A_{f.t.} (\%) = \frac{(A_{f.t.}) \cdot 100}{A_t} \quad (10)$$

Em que:  $N_r$  = número de renques no talhão;  $B_l$  = borda das linhas laterais;  $E_l$  = espaçamento entre linhas;  $L$  = número de linhas por renque;  $D_{pa}$  = dimensão do talhão paralela aos renques;  $B_t$  = borda do talhão;  $B_l$  = borda das linhas laterais;  $A_t$  = área do talhão (ha)

Ressalta-se que em renques simples (fileiras de uma linha de árvores) ou quando o sistema estiver na fase silvipastoril, com árvores adultas, as forrageiras tendem a se estabelecer entre as árvores e, neste caso, o percentual de área utilizada pelos renques deverá ser somente aquele correspondente ao da área basal das árvores, ou seja, somente a área ocupada pela soma da área basal da base de cada tronco das árvores existentes (Porfírio-da-Silva et al., 2008). A planilha permite que se façam os cálculos modificando a orientação do plantio das árvores no talhão (Figura 6), o que permite uma boa aproximação no caso do plantio em curvas de nível.

Para calcular a área ocupada pelo componente agrícola/forrageiro no talhão deve-se determinar a área da borda do

talhão ( $A_{b.t.}$ ) e a área agrícola entre os renques de árvores ( $Ag_{e.r.}$ ):

$$A_{b.t.} = D_{pe} \cdot (2 \cdot (B_t - B_l)) \quad (11)$$

$$Ag_{e.r.} = N_{r.int.} \cdot (E_r - (2 \cdot B_l)) \cdot (D_{pa} - (2 \cdot (B_t - B_l))) \quad (12)$$

Em que:  $D_{pe}$  = dimensão do talhão perpendicular aos renques;  $D_{pa}$  = dimensão do talhão paralela aos renques;  $B_l$  = borda das linhas laterais;  $B_t$  = borda do talhão;

$N_{r.int.}$  = número de renques inteiros no talhão;  $E_r$  = espaçamento entre renques.

A área ocupada pelo componente agrícola/forrageiro no talhão ( $A_{a.t.}$ ) em hectares pode ser obtida pelas seguintes formas:

Se  $N_r = N_{r.int.}$  :

$$A_{a.t.} = \frac{A_{ge.r.} + A_{b.t.} + ((N_{r.cal.} - N_{r.int.}) \cdot (E_r + (E_l \cdot (L-1)))) \cdot (D_{pa} - (2 \cdot (B_t - B_l)))}{10000} \quad (13)$$

Se  $N_r = N_{r.int.} + 1$ :

$A_{a.t.} =$

$$\frac{A_{ge.r} + A_{b.t.} + ((N_{r.cal.}) - N_{r.int.}) \cdot (E_r + (E_l \cdot (L-1))) \cdot (D_{pa} - (2 \cdot (B_l - B_t))) - ((E_l \cdot (L-1)) + (2 \cdot B_l)) \cdot (D_{pa} - (2 \cdot (B_t - B_l)))}{10000}$$

Ou:

$$A_{a.t.} = A_t - A_{f.t.} \text{ (ha)} \quad (15)$$

Em que:  $A_{ge.r}$  = área agrícola entre os renques;  $A_{b.t.}$  = área da borda do talhão;  $N_{r.cal.}$  = número de renques calculados no talhão;  $N_{r.int.}$  = número de renques inteiros no talhão;  $E_r$  = espaçamento entre renques;  $L$  = número de linhas por renque;  $B_l$  = borda das linhas laterais;  $B_t$  = borda do talhão =  $B_t$ ;  $E_l$  = espaçamento entre linhas;  $D_{pa}$  = dimensão do talhão paralela aos renques;  $D_{pe}$  = dimensão do talhão perpendicular aos renques;  $A_{f.t.}$  = área ocupada pelo componente florestal no talhão.

A área ocupada pelo componente agrícola/forrageiro no talhão ( $A_{a.t.}$ ) em porcentagem pode ser obtida da seguinte maneira:

$$A_{a.t.} (\%) = \left( \frac{A_{a.t.}}{A_t} \right) \cdot 100 \quad (16)$$

Em que:  $A_{a.t.}$  = área agrícola do talhão (ha);  $A_t$  = área do talhão (ha).

Cálculo do número de árvores por hectare:

$$Arv_{ha} = \left( \frac{100}{E_r + (E_l \cdot (L-1))} \right) \cdot (L) \cdot \left( \frac{100}{E_a} \right) \quad (17)$$

Em que:  $E_r$  = espaçamento entre renques;  $E_l$  = espaçamento entre linhas;  $L$  = número de linhas por renque;  $E_a$  = espaçamento entre árvores.

Cálculo do número de árvores no talhão:

$$Arv_t = (N_r) \cdot L \cdot \left( \frac{D_{pa} - (2 \cdot B_t)}{E_a} \right) \quad (18)$$

Em que:  $N_r$  = número de renques;  $L$  = número de linhas por renque;  $D_{pa}$  = dimensão do talhão paralela aos renques;  $D_{pe}$  = dimensão do talhão perpendicular aos renques;  $B_t$  = borda do talhão;  $E_a$  = espaçamento entre árvores.

## Utilização da planilha

Para dimensionar um sistema ILPF utilizando a planilha deve-se preencher os seguintes dados:

- Espaçamento entre renques (em metros);
- Número de linhas de árvores no renque;
- Borda das linhas de árvores laterais (em metros): espaçamento deixado entre a linha de árvores lateral do renque e a cultura agrícola ou forrageira (Figura 1);



**Figura 1.** Borda das linhas de árvores laterais.

d) Espaçamento entre as linhas de árvores em metros: caso o sistema dimensionado seja de linhas simples este campo não precisa ser preenchido;

e) Espaçamento entre plantas nas linhas de árvores.

Os campos para preenchimento na planilha podem ser vistos abaixo (Figura 2):

Dimensioanamento de um Sistema ILPF	Limpar	Unidade
Espaçamento entre renques	32	m
Número de linhas de árvores no renque	3	linhas
Borda das linhas de árvores laterais	1	m
Espaçamento entre linhas de árvores no renque	3	m
Espaçamento entre plantas nas linhas de árvores	2	m

**Figura 2.** Campos a serem preenchidos na planilha.

Os resultados para a área ocupada por cada componente (florestal e agrícola/forrageira) em 1 hectare são expressos em um gráfico de pizza, com valores em porcentagem, como também em um quadro, contendo os valores em hectares (Figura 3).



**Figura 3.** Resultados por ha.

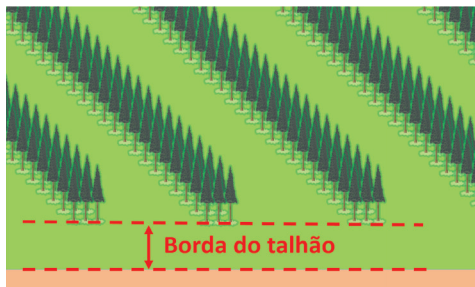
Além dos cálculos por unidade de área, pode ser realizada a totalização para um determinado talhão. Para isso deve-se preencher os mesmos campos mostrados acima, como também os dados referentes ao talhão (Figura 4):

Dimensões do talhão	800	m
	600	m
Borda do talhão	Figura 2	31 m
Direcionamento dos renques no talhão	Figura 3	<input checked="" type="radio"/> Lado Maior <input type="radio"/> Lado Menor
Número de renques de árvores no talhão	<input checked="" type="radio"/> 15 <input type="radio"/> 16	

**Figura 4.** Dados do talhão.

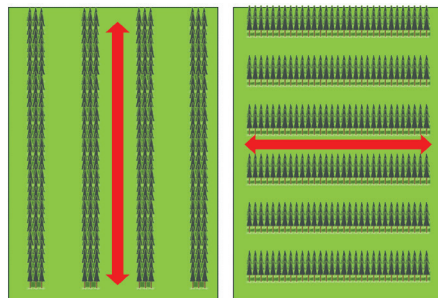
a) Dimensões do talhão (em metros): deve ser preenchida as duas dimensões do talhão (largura x comprimento).

b) Borda do talhão (em metros): compreende a faixa sem árvores na lateral do talhão, que compreende a distância da primeira/última árvore da linha de um renque até a lateral do talhão. Caso esse campo seja deixado em branco, a planilha adota como borda do talhão o valor padrão de 10m (Figura 5);



**Figura 5.** Borda do talhão (sem árvores).

c) Direcionamento dos renques no talhão: deve ser selecionada a opção “lado maior”, quando os renques forem orientados no sentido do lado maior do talhão, ou a opção “lado menor”, quando os renques forem orientados no sentido do lado menor do talhão (figura 6).



**Maior:** renques paralelos ao lado maior do talhão.

**Menor:** renques paralelos ao lado menor do talhão.

**Figura 6.** Direcionamento/orientação dos renques (Maior/Menor).

d) Número de renques de árvores no talhão: neste campo deve-se selecionar a opção desejada para o número de renques. Quando as dimensões do talhão não forem suficientes para arredondar o número de renques para cima, apenas o arredondamento para baixo será possível (Figura 7).



**Figura 7.** Número de renques de árvores no talhão (apenas o arredondamento para baixo disponível).

<b>Dimensões do talhão</b>		800	m
<b>Borda do talhão</b>		650	m
<b>Figura 2</b>		31	m
<b>Figura 3</b>		<input checked="" type="radio"/> Lado Maior	<input type="radio"/> Lado Menor
<b>Direcionamento dos renques no talhão</b>		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Número de renques de árvores no talhão</b>		17	<input type="radio"/>

Os resultados do dimensionamento para o talhão são apresentados da mesma forma que os resultados do dimensionamento por ha (Figura 8). Os resultados obtidos são:

- Área do componente florestal no talhão (em % no gráfico e em hectares na tabela);
- Área do componente agrícola/forrageiro no talhão (em % no gráfico e em hectares na tabela);

- Área total do talhão (ha);
- Número de árvores no talhão.



**Figura 8.** Resultados do dimensionamento para o talhão.

Na planilha é possível gravar os dados preenchidos e seus respectivos resultados para posterior comparação com outros dimensionamentos, como pode ser visto na figura abaixo (Figura 9).



Dimensionamento de um Sistema iLPF		Limpar	Unidade
Espaçamento entre renques		32	m
Número de linhas de árvores no renque		3	linhas
Borda das linhas de árvores laterais <b>Figura 1</b>		1	m
Espaçamento entre linhas de árvores no renque		3	m
Espaçamento entre plantas nas linhas de árvores		2	m
Dimensões do talhão		800	m
		600	m
Borda do talhão <b>Figura 2</b>		31	m
Direcionamento dos renques no talhão <b>Figura 3</b>		<input checked="" type="radio"/> Lado Maior	<input type="radio"/> Lado Menor
Número de renques de árvores no talhão		<input checked="" type="radio"/> 15	<input type="radio"/> 16

Figura 11. Botões “Figura 1”, “Figura 2” e “Figura 3” em destaque e imagens ilustrativas.

Para realizar um novo lançamento na planilha “Dimensionamento iLPF” ou para gravar novos dimensionamentos na planilha “Dimensionamentos gravados” basta clicar nos botões “Limpar” ou “Limpar dados”, respectivamente (Figura 12).

Dimensionamento	
Entre renques	
Espaçamentos (m):	Entre linhas
	Entre plantas
Nº de linhas por renque	
Borda das linhas laterais (m)	
Dimensões do talhão (m):	
Borda do talhão (m)	
Direcionamento dos renques	
Número de renques no talhão	
Área do talhão (ha)	
Área por ha (ha)	
Componente florestal	% por ha
	Área no talhão (ha)
	% no talhão
Área por ha (ha)	
Componente agrícola / forrageiro	% por ha
	Área no talhão (ha)
	% no talhão
por ha	
Nº de árvores	no talhão
<b>Voltar</b>	<b>Limpar dados</b>



Figura 12. Botões “Limpar” e “Limpar dados” em destaque

## Referências

BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.).

**Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 11-18.

FERREIRA, A. D.; SERRA, A. P.; MELOTTO, A. M.; BUNGENSTAB, D. J.; LAURA, V. A. Tree management and wood properties in integrated crop-livestock-forestry systems with eucalyptus. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de (Ed.). **Integrated crop-livestock-forestry systems: a brazilian experience for sustainable farming.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 133-154.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeiras:** implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48 p.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MEDRADO, M. J. S. **Planejamento do número de árvores na composição de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).** Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 219).

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Pecuária Sul**  
Rodovia BR-153, Km 632,9 Vila Industrial,  
Zona Rural, Caixa Postal 242  
CEP 96401-970, Bagé, RS  
Fone: +55 (53) 3240-4650  
Fax: +55 (53) 3240-4651  
[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

**1ª edição**  
Publicação digitalizada (2019)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações  
da Unidade Responsável

Presidente  
*Fernando Flores Cardoso*  
Secretária-Executiva  
*Márcia Cristina Teixeira da Silveira*  
Membros  
*Elisa Köhler Osmari, Gustavo Martins da Silva, Fabiane Pinto Lamego, Graciela Olivella Oliveira, Jorge Luiz Sant'Anna dos Santos, Lisiane Brisolara, Robert Domingues, Sérgio de Oliveira Juchem*

Supervisão editorial  
*Lisiane Bassols Brisolara*

Revisão de texto  
*Felipe Rosa*

Normalização bibliográfica  
*Graciela Oliveira (CRB 10/1434)*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Ana Tailise Estevão  
Luana Noble de Oliveira  
Daniela Garcia Collares*

Foto da capa  
*Gabriel Rezende de Farias*

CGPE 14630