



## **Caracterização do sombreamento de sistemas de integração pecuária-floresta em Porto Velho, Rondônia**

Henrique Nery Cipriani<sup>1</sup>  
Ana Karina Dias Salman<sup>2</sup>  
Sheila Ramos de Abreu<sup>3</sup>  
Carlos Augusto de Freitas Lorga<sup>4</sup>  
Daphne Cardoso Teixeira Carvalho<sup>5</sup>  
Pedro Gomes da Cruz<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP (henrique.cipriani@usp.br), <sup>2</sup>Embrapa Rondônia (ana.salman@embrapa.br), <sup>3</sup>Eng. Agrônoma (sheila.ramos266@gmail.com), <sup>4</sup>Ecoporé (carloslorga7@gmail.com) <sup>5</sup>Eng. Florestal (daphne.cardoso18@hotmail.com), <sup>6</sup>Embrapa Rondônia (pedro-gomes.cruz@embrapa.br)

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o sombreamento proporcionado por eucalipto e bordão-de-velho em sistemas de integração pecuária-floresta (iPF) em Porto Velho, Rondônia. Duas áreas de iPF, uma arborizada com bordão-de-velho (*Samanea tubulosa*), e outra com eucalipto (*Eucalyptus pellita*), aos 20 meses após o plantio das mudas, foram avaliadas quanto à iluminância a pleno sol ( $E_{sol}$ ), à iluminância à sombra ( $E_{sombra}$ ) e à transmitância ( $T\% = E_{sombra}/E_{sol} \times 100$ ) das árvores, com um luxímetro, em dois períodos (ensolarado e nublado). A  $E_{sol}$  foi maior na iPF com eucalipto do que na iPF com bordão-de-velho no período nublado. No período ensolarado, a  $E_{sol}$  foi similar. A  $E_{sombra}$  foi menor na iPF com eucalipto, independentemente de o clima estar nublado ou ensolarado. A  $T\%$  foi menor no eucalipto, no período ensolarado. Como a  $T\%$  não acusou diferença significativa entre as espécies para o período nublado, a  $E_{sombra}$  mostrou-se melhor para discriminar as espécies quanto ao potencial de sombreamento. Conclui-se que o eucalipto bloqueia maior quantidade de luz do que o bordão-de-velho. Os efeitos dessa diferença sob o crescimento da pastagem e o conforto térmico dos animais na área de estudo deve ser investigado com maior profundidade.

*Palavras-chave:* *Eucalyptus pellita*, iLPF, luxímetro, *Samanea tubulosa*, sistema silvipastoril

### **Introdução**

Com a preocupação crescente sobre os custos sociais e ambientais associados à formação de pastagens na região amazônica, a adoção de sistemas mais sustentáveis para a produção agropecuária na região levaram à introdução da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), que tem sido considerada uma alternativa para reduzir a pressão sobre os ecossistemas naturais da região (Bungenstab et al., 2019; Salman et al., 2020).

O sombreamento proporcionado pelas árvores é uma das principais características dos sistemas iLPF, com efeitos na pastagem, nos animais, nas culturas graníferas e no microclima (Behling et al., 2023; Gomes et al., 2020; Magalhães et al., 2020). Portanto, avaliar o sombreamento em sistemas integrados pode auxiliar no desenho do sistema e na compreensão das relações ecológicas.



O bordão-de-velho é uma leguminosa nativa, fixadora de nitrogênio, com alto potencial para sombreamento de pastagens, haja vista possuir crescimento relativamente rápido, proporcionar sombreamento não muito denso, madeira aproveitável e frutos comestíveis (Andrade et al., 2012; Carvalho, 2006). Apesar do seu potencial, há poucos estudos com a espécie em sistemas iLPF. Já o eucalipto, é a principal espécie em sistemas iLPF no Brasil, sendo uma adequada referência para comparação (Oliveira et al., 2022).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o sombreamento proporcionado pelo eucalipto e pelo bordão-de-velho em sistemas de integração pecuária-floresta em Porto Velho, Rondônia.

### **Material e métodos**

A avaliação foi conduzida na unidade de aprendizagem em integração pecuária-floresta (IPF) pertencente à Embrapa Rondônia, localizada em Porto Velho, RO, nas coordenadas geográficas (8° 48' 26,61" S e 63° 51' 01,68" O). São duas áreas de pastagem (*Urochloa brizantha* 'Marandu'), com 7 ha cada. Uma das áreas é arborizada com bordão-de-velho (*Samanea tubulosa*) e, a outra, com eucalipto (*Eucalyptus pellita*). O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e o clima como Am, segundo a classificação de Köppen. As árvores foram arranjadas em linhas duplas dentro de dois renques centrais de 300 m de comprimento e 10 m de largura, alinhados no sentido NO-SE (azimute de 320°). O espaçamento utilizado foi de 6,0 m entre linhas e 3,5 m entre plantas.

Em outubro de 2019, aos 20 meses após o plantio, foram feitas as medições da iluminância com um luxímetro portátil digital. Foram feitas duas avaliações no período da manhã em cada área experimental, uma em dia nublado e outra em dia ensolarado. Em cada renque foram feitas medições em 30 pontos distantes aproximadamente 10 m um do outro. Em cada ponto foi feita uma medição a pleno sol e outra a sombra do renque, sendo obtidas as seguintes variáveis: iluminância a pleno sol ( $E_{sol}$ ), iluminância à sombra ( $E_{sombra}$ ) e transmitância ( $T\% = E_{sombra}/E_{sol} \times 100$ ).

No momento da medição as árvores de bordão-de-velho possuíam, em média, aproximadamente, 2,9 m de altura e 2,8 m<sup>2</sup> de área de copa. Já o eucalipto, aproximadamente, 5,9 m de altura e 4,7 m<sup>2</sup> de área de copa, em média (Oliveira et al., 2021).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando-se o delineamento inteiramente casualizado em fatorial 2 x 2 (duas espécies arbóreas e dois períodos – ensolarado e nublado), com 30 repetições.

### **Resultados e discussão**



A iluminância a pleno sol diferiu entre as espécies para o período nublado, indicando que, durante a avaliação na área com eucalipto, o tempo estava mais nublado que durante a avaliação na área com bordão-de-velho. No período ensolarado essa diferença não foi observada, haja vista a ausência de nuvens durante a avaliação (Tabela 1).

**Tabela 3.** Média  $\pm$  desvio-padrão da iluminância a pleno sol ( $E_{sol}$ ), iluminância à sombra ( $E_{sombra}$ ) e transmitância (T) para cada espécie e período. Letras maiúsculas comparam espécies dentro do mesmo período. Letras minúsculas comparam períodos dentro da mesma espécie. Letras iguais indicam que não há diferença significativa pelo teste F ao nível de 5%.

Período	Espécie	$E_{sol}$	$E_{sombra}$	T
		----- klx -----	-----	----- % -----
Ensolarado	Bordão-de-velho	101,87 $\pm$ 8,45 Aa	58,55 $\pm$ 18,07 Aa	57,12 $\pm$ 15,81 Aa
	Eucalipto	98,96 $\pm$ 18,26 Aa	36,69 $\pm$ 8,04 Ba	38,73 $\pm$ 12,54 Bb
Nublado	Bordão-de-velho	55,06 $\pm$ 11,93 Ab	27,09 $\pm$ 8,42 Ab	51,10 $\pm$ 17,68 Aa
	Eucalipto	29,42 $\pm$ 3,48 Bb	17,12 $\pm$ 5,05 Bb	57,74 $\pm$ 14,02 Aa
	Geral	71,45 $\pm$ 32,67	35,00 $\pm$ 18,93	51,22 $\pm$ 16,80

Almeida et al. (2015), que avaliaram a iluminância em um sistema iLPF com eucalipto próximo ao deste estudo, encontraram valores entre 20 e 40 klx, e transmitância de 74,5%, aproximadamente. Já Mattos et al. (2020) encontraram valores de transmitância entre 5 e 30%, comparando 18 clones de eucalipto, utilizando medidores de radiação fotossinteticamente ativa. A alta variabilidade ocorre pelo grande número de fatores que influenciam a transmitância (densidade de árvores, arquitetura de copa, condições climáticas etc.).

A iluminância sob a sombra das árvores de eucalipto foi menor que a iluminância sob as árvores de bordão de velho, independentemente de o clima estar nublado ou ensolarado (Tabela 1). A transmitância, ou seja, a proporção de iluminância que passa pela copa das árvores, também foi menor no eucalipto (Tabela 1). Portanto, o eucalipto bloqueou maior quantidade de luz do que o bordão-de-velho. Os efeitos dessa diferença sob o crescimento da pastagem e o conforto térmico dos animais na área de estudo deve ser investigado com maior profundidade.

Considerando que a avaliação da transmitância não acusou diferença significativa entre as espécies no período nublado, a iluminância à sombra mostrou-se a melhor variável para discriminar as espécies quanto ao potencial de sombreamento com base em avaliações com luxímetro. De fato, estudos mostraram que o luxímetro pode ser um instrumento prático e eficaz para se avaliar o



sombreamento proporcionado por árvores (Jarzyna et al., 2018; Suganuma et al., 2008).

## Conclusão

A iluminância sob a copa do eucalipto é menor do que sob a copa do bordão-de-velho. Em avaliações com luxímetro, a iluminância sob a copa pode ser um melhor parâmetro de avaliação da interceptação luminosa, ao se comparar espécies, do que a transmitância.

## Agradecimentos

Ao BNDES/Fundo Amazônia, ao CNPq e à Fapero, pelos auxílios financeiros.

## Referências bibliográficas

- ALMEIDA, A.L.C.; MORAES, K.K.S.; CIPRIANI, H.N.; PASSOS, A.M.A. DOS; CRUZ, P.G. DA; SALMAN, A.K.D.; VARGAS, L. Relationship between the light intensity and the distance from eucalyptus strips in pasture. In: World Congress on Integrated Crop-Livestock-Forest Systems; International Symposium on Integrated Crop-Livestock Systems, 3., 2015, Brasília. Towards Sustainable Intensification: Proceedings. Brasília, DF: Embrapa. 2015.
- ANDRADE, C.M.S. DE; SALMAN, A.K.D.; OLIVEIRA, T.K. de. Guia arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris. Embrapa, Brasília, DF, 2012. 345 p.
- BEHLING, M.; SOUZA, A.L. DE; LANGE, A.; CAMARGO, D.; FALLGATTER, J.; BARRETO, G.U.; Effect of thinning eucalyptus trees on soybean productivity in integrated crop-livestock-forestry systems. *Ciência Rural*, v. 53, e20220202, 2023. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220202>
- BUNGENSTAB, D.J.; ALMEIDA, R.G. DE; LAURA, V.A.; BALBINO, L.C.; FERREIRA, A.D. (Eds.) ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF: Embrapa 2019. 835 p.
- CARVALHO, P.E.R. Bordão-de-velho: *Samanea tubulosa*. In: Carvalho, P.E.R. (Ed.), Espécies Arbóreas Brasileiras. v.2. Brasília, DF; Colombo, PR: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Florestas, 2006. p. 89–95.
- GOMES, F.J.; PEDREIRA, B.C.; SANTOS, P.M.; BOSI, C.; LULU, J.; PEDREIRA, C.G.S. Microclimate effects on canopy characteristics of shaded palisadegrass pastures in a silvopastoral system in the Amazon biome of central Brazil. *European Journal of Agronomy*, v. 115, 126029, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126029>
- JARZYNA, K.; PODGÓRSKA, M.; SZWED, M.; JÓŹWIAK, M. A simple light meter as a device for studying the influence of seasonal changes of light conditions on the phenology of herbaceous undergrowth species in a fertile beach forest. *Baltic Forestry*, v. 24, p. 148–157, 2018.
- MAGALHÃES, C.A.S.; ZOLIN, C.A.; LULU, J.; LOPES, L.B.; FURTINI, I.V.; VENDRUSCULO, L.G.; ZAIATZ, A.P.S.R.; PEDREIRA, B.C.; PEZZOPANE, J.R.M. Improvement of thermal comfort indices in agroforestry systems in the southern Brazilian Amazon. *Journal of Thermal Biology*, v. 91, 102636, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102636>
- MATTOS, E.M. DE; BINKLEY, D.; CAMPOE, O.C.; ALVARES, C.A.; STAPE, J.L. Variation in canopy structure, leaf area, light interception and light use efficiency among Eucalyptus clones. *Forest Ecology and Management*, v. 463, 118038, 2020 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118038>
- OLIVEIRA, A.F. DE; MENEZES, G.L.; GONÇALVES, L.C.; ARAÚJO, V.E. DE; RAMIREZ, M.A.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; JAYME, D.G.; LANA, Â.M.Q. Pasture traits and cattle performance in silvopastoral systems with Eucalyptus and Urochloa: Systematic review and meta-analysis. *Livestock. Science*, v. 262, 104973, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104973>
- OLIVEIRA, M.M. DE; SALMAN, A.K.D.; CIPRIANI, H.N.; MOURA, A.R. DE; TEIXEIRA, O. De S. Desempenho inicial de espécies arbóreas para sombreamento natural em sistema de integração pecuária-floresta. In: Encontro de Iniciação a Pesquisa da Embrapa Rondônia, 11.; Encontro de Pós-graduação, 6., 2021. Anais... Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, p. 36–41. 2021.



SALMAN, A.K.D.; GIUSTINA, C.D.; MARTINEZ, G.B.; MONTEIRO, R.A.C. Sistemas agrossilvipastoris para produção de leite. In: Salman, A.K.D.; Pfeifer, L.F.M. (Eds.) Pecuária Leiteira Na Amazônia. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 371–390.

SUGANUMA, M.S.; TOREZAN, J.M.D.; CAVALHEIRO, A.L.; VANZELA, A.L.L.; BENATO, T. Comparando metodologias para avaliar a cobertura do dossel e a luminosidade no sub-bosque de um reflorestamento e uma floresta madura. *Revista Árvore*, v. 32, p. 377-385, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000200020>

