



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

Henrique Nery Cipriani¹
Ana Karina Dias Salman²
Sheila Ramos de Abreu³
Carlos Augusto de Freitas Lorga⁴
Daphne Cardoso Teixeira Carvalho⁵
Pedro Gomes da Cruz⁶

¹Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP (henrique.cipriani@usp.br), ²Embrapa Rondônia (ana.salman@embrapa.br), ³Eng. Agrônoma (sheila.ramos266@gmail.com), ⁴Ecoporé (carloslorga7@gmail.com) ⁵Eng. Florestal (daphne.cardoso18@hotmail.com), ⁶Embrapa 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 m² de área de copa. Já o eucalipto, aproximadamente, 5,9 m de altura e 4,7 m² 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>

