



## MICROCLIMA EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM ÁRVORES NATIVAS

José R. M. Pezzopane<sup>1</sup>, Cristiam Bosi<sup>2</sup>, Maria L. F. Nicodemo<sup>3</sup>,  
Patricia M. Santos<sup>4</sup>, Pedro G. Da Cruz<sup>4</sup>, Renan S. Parmejiani<sup>2</sup>

1 Eng. Agrônomo, EMBRAPA Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, Fone (0xx16)34115620, [jose.pezzopane@embrapa.br](mailto:jose.pezzopane@embrapa.br)

2 Eng. Agrônomo, Estudante de pós-graduação, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

3 Zootecnista, EMBRAPA Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

4 Eng. Agrônomo (a), EMBRAPA Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA.

**RESUMO:** O trabalho teve como objetivo quantificar as modificações microclimáticas em sistema silvipastoril em comparação com sistema de pastagem pura. O estudo foi desenvolvido em um sistema silvipastoril da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP, constituído por pastagem de *Brachiaria decumbens* arborizada com faixas de árvores nativas distanciadas de 17 m, formadas com três linhas de árvores, e com espaçamento de 2,5 x 2,5 m entre linhas, resultando em cerca de 545 árvores ha<sup>-1</sup>. Durante setembro de 2010 a setembro de 2012 foram realizadas medidas contínuas das condições microclimáticas (temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e incidência de radiação fotossinteticamente ativa) em duas posições do sistema silvipastoril e em pastagem a pleno sol, situada em área adjacente. Os resultados obtidos mostraram que a presença de renques de árvores nativas diminuiu a ocorrência dos ventos (redução de 50%) e alterou o padrão de incidência de radiação fotossinteticamente ativa sobre a pastagem (redução de até 35% da incidência no ponto de maior interceptação). A ação combinada desses fatores promoveu alterações no regime térmico e de umidade do ar sobre a pastagem nos diferentes pontos medidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** radiação solar, arborização, temperatura do ar

## MICROCLIMATE IN SILVOPASTORAL SYSTEM WITH NATIVE TREES

**ABSTRACT:** The study aimed to quantify the changes in microclimate of silvopastoral system compared to open pasture system. The study was developed in a silvopastoral system of Embrapa Cattle Southeast, São Carlos, SP, consist of *Brachiaria decumbens* shaded with tiers of native trees spaced 17 m, formed with three rows of trees, and with a spacing of 2.5 x 2.5m. between rows, resulting in about 545 trees.ha<sup>-1</sup>. Between September 2010 to September 2012 were carried out continuous measurements of microclimatic conditions (air temperature, relative humidity, wind speed and incidence of photosynthetically active radiation) at two positions of the silvopastoral system and open pasture system, located in adjacent area. The results showed that the presence of rows of native trees decreased the occurrence of winds (50% reduction) and changed the pattern of incidence of PAR on the pasture (up to 35% reduction in the incidence of higher intercept point). The combined action of these factors promoted changes in thermal regime and humidity on the pasture at different points measured.

**KEY-WORDS:** solar radiation, shading, air temperature





## INTRODUÇÃO

A associação de árvores com pastagens, denominada de sistemas silvipastoris é uma das formas de intensificação da pecuária. Tal prática esta associada com o aumento da eficiência de uso da terra (Dubé et al., 2002), diversificação da renda das propriedades pecuárias por meio da geração de produtos adicionais, além de benefícios ambientais, podendo contribuir para redução de problemas ocasionados por desmatamentos realizados em áreas de fronteiras agrícolas ou para auxiliar na recuperação de pastagens degradadas (Dias Filho, 2011).

De acordo com Young (1991) as principais interações dos sistemas silvipastoris com o ambiente referem-se ao microclima (radiação solar, umidade do ar, temperatura e vento) e ao solo (umidade do solo, erosão e fertilidade). As árvores, auxiliando na estabilização do microclima, protegem os animais do calor e frio intensos, propiciando a manutenção do conforto térmico, com reflexos positivos na produtividade do rebanho (Souza et al., 2010, Baliscei et al., 2013).

A realização de medidas sistemáticas dos componentes do sistema em termos de mudanças na fertilidade do solo, modificação do microclima e disponibilidade de recursos (água, nutrientes e luz) podem fornecer informações fundamentais para subsidiar estratégias de manejo que maximizem os benefícios dessas interações (Righi & Bernardes, 2007).

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as condições microclimáticas em sistema silvipastoril composto de pastagem de *Brachiaria decumbens* arborizada com espécies nativas em São Carlos, SP.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma área de sistema silvipastoril da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP (lat. 22°01'S e long. 47°53'O). A área experimental estava formada por pastagem de *Brachiaria decumbens*. As árvores foram plantadas em faixas distanciadas de 17 metros nas pastagens, com proteção de cerca elétrica a 1 m da linha marginal das árvores, o que proporcionou faixas de pastagens de 15 metros de largura. As faixas de árvores foram formadas com três linhas de árvores, acompanhando o nível do terreno e com espaçamento de 2,5 x 2,5 m, resultando em cerca de 545 árvores/ha. As espécies florestais, plantadas na linha central, foram: angico-branco (*Anadenanthera colubrina*); canafístula (*Peltophorum dubium*); ipê-felpudo (*Zeyheria tuberculosa*); jequitibá-branco (*Cariniana estrellensis*) e pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*). Para tutoramento destas espécies foram plantadas duas linhas marginais de mutambo (*Guazuma ulmifolia*) e de capixingui (*Croton floribundum*).

As medições microclimáticas consistiram de coleta de dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar, com sensores instalados em abrigos multipratos, velocidade do vento e radiação fotossinteticamente ativa (RFA), realizadas de maneira continua sobre o dossel da pastagem (aproximadamente 70 cm de altura), entre os meses de setembro de 2010 e setembro de 2012. Os sensores foram acoplados a um sistema automático de aquisição de dados (Campbell CR1000), programado para leituras a cada 20 segundos, médias a cada 10 minutos, de hora em hora e obtenção dos valores médios e extremos diários.

As medições foram realizadas em dois pontos do sistema silvipastoril: Pastagem próxima ao renque de árvores (2 metros - SP<sub>2m</sub>) e Pastagem na posição central entre dois renques (distante a 8,5 metros - SP<sub>8,5m</sub>).





Para as análises estatísticas foi utilizado o procedimento MIXED do SAS (Littell et al., 2006). As médias dos efeitos fixos dos modelos foram calculadas pelo LSMEANS. Os dias de coletas foram considerados como efeito aleatório do modelo. Os efeitos fixos significativos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A introdução das árvores na pastagem promoveu alterações no ambiente sobre a pastagem (Tabela 1). Analisando todo o período de medidas, ocorreram diferenças entre o sistema silvipastoril e a pastagem a pleno sol para todos os elementos meteorológicos medidos ( $p < 0,01$ ). Dentro do sistema silvipastoril também ocorreram diferenças entre os pontos de medidas para a maioria dos elementos meteorológicos. As mudanças mais evidentes (maior distinção entre as médias) foram para a incidência de ventos (velocidade média e rajada máxima) e incidência de RFA.

Tabela 1. Valores diários de elementos climáticos coletados em pastagem a pleno sol (PS) e em dois pontos do sistema silvipastoril (SP<sub>2m</sub> e SP<sub>8,5 m</sub>) de setembro a 2010 a setembro de 2012, em São Carlos, SP.

| Elemento climático                           | Posição |                  |                    |
|----------------------------------------------|---------|------------------|--------------------|
|                                              | PS      | SP <sub>2m</sub> | SP <sub>8,5m</sub> |
| Velocidade do vento média, m s <sup>-1</sup> | 1,47 a* | 0,71 b           | 0,72 b             |
| Rajada máxima, m s <sup>-1</sup>             | 6,65 a  | 4,56 c           | 4,77 b             |
| RFA, MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup>    | 7,49 a  | 4,62 c           | 7,05 b             |
| Temperatura mínima, °C                       | 14,49 a | 14,49 a          | 14,36 b            |
| Temperatura máxima, °C                       | 28,34 b | 27,53 c          | 29,54 a            |
| Temperatura média, °C                        | 20,31 a | 20,08 b          | 20,31 a            |
| Umidade relativa média, %                    | 73,81 b | 72,96 c          | 74,95 a            |

\* Médias na mesma linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

No sistema silvipastoril ocorreu uma diminuição ao redor de 48% da incidência de ventos. Nos dois pontos de medida a redução foi semelhante não ocorrendo diferença estatística. Souza et al. (2010) e Baliscei et al. (2013) constataram que mudanças microclimáticas ocorridas em sistemas silvipastoris relacionadas a diminuição da incidência de ventos promoveram melhor conforto animal.

Para a RFA, as árvores promoveram atenuação da sua incidência com redução ao redor de 35% no ponto mais próximos as árvores (SP<sub>2m</sub>) e 6% no ponto central entre dois renques de árvores (SP<sub>8,5m</sub>), nos valores médios diários ao longo do período de medidas (Tabela 1). A transmissão de luz pela copa das árvores em sistemas silvipastoris tem impacto expressivo na produção de forragem sob o dossel das árvores no sistema (Silva-Pando et al., 2002). Os valores de transmissão obtidos nesse trabalho indicam que para o porte das árvores quando os dados microlimáticos foram coletados, mesmo para o ponto de menor transmissão (SP<sub>2m</sub>),



possivelmente não ocorreu prejuízo significativo à produção da forragem, pois a redução de 35% da transmissão ( $SP_{2m}$ ) ainda está dentro de uma faixa tolerável para a espécie (Paciullo et al. 2011).

Observando a média horária da incidência de RFA, assim como a transmissividade da RFA nos dois pontos de medida do sistema silvipastoril (Figura 2), verifica-se variação ao longo do período de medidas, assim como durante os diferentes horários de medida, em função do crescimento das árvores e da orientação dos renques. No segundo ano de medidas a transmissividade foi menor em relação ao primeiro ano. No ponto de medida mais próximo ao renque ( $SP_{2m}$ ), os valores de transmissão foram menores no período da tarde no período de maio a junho, fato mais evidenciado no segundo ano de medidas. Já para o ponto central entre os renques as menores transmissões ocorreram nos horários próximos ao nascer ou por do sol, também com menores transmissões no segundo ano de medidas. Além do crescimento das árvores ao longo do experimento e da orientação dos renques, a transmissividade ao longo do ano é influenciada pela trajetória aparente do sol, que varia ao longo do ano na latitude onde o experimento foi conduzido, com maior transmissividade da radiação solar quanto menor o ângulo de incidência dos raios solares (meses de primavera-verão).

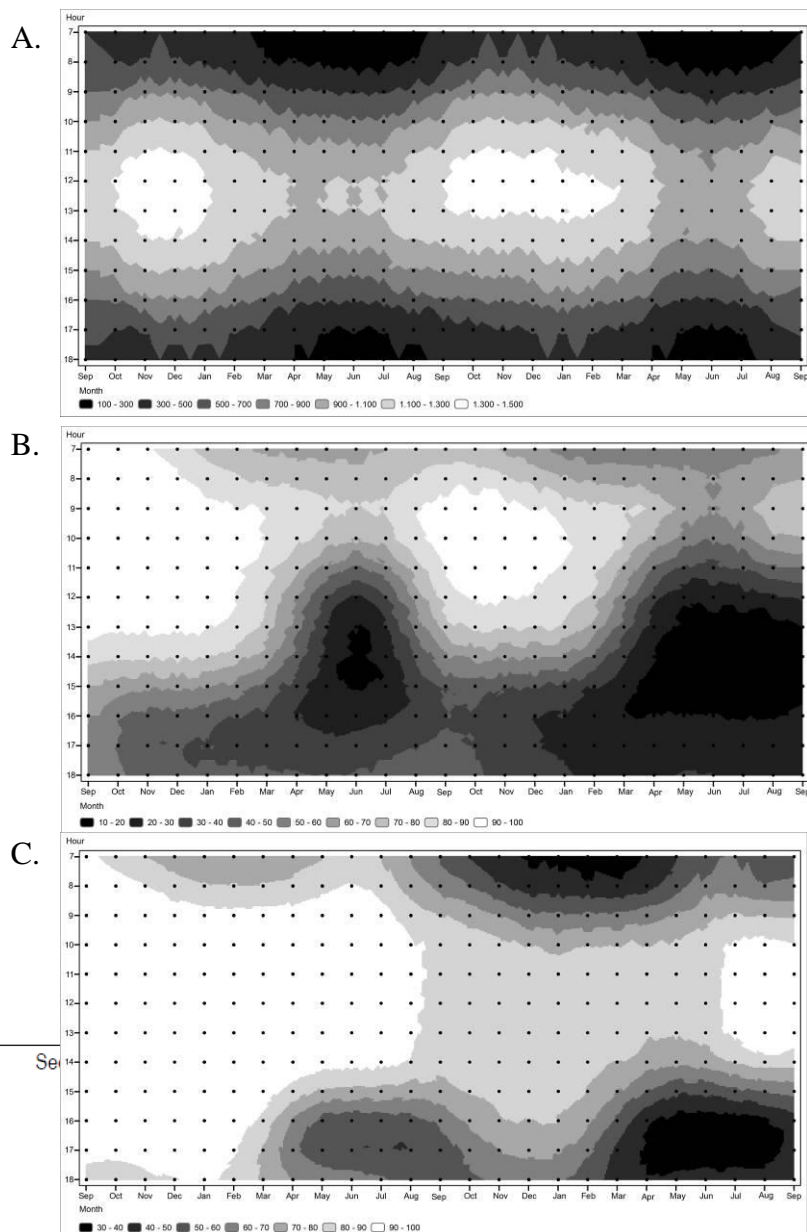




Figura 2. Valores horários médios de radiação fotossinteticamente ativa ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{seg}^{-1}$ ) em pastagem a pleno sol (A), transmissão horária média da RFA no sistema silvipastoril a 2,5 metros do renque de árvores (B) e transmissão horária média da RFA no sistema silvipastoril a 8,5 metros do renque de árvores (C) entre setembro de 2010 a setembro de 2012 em São Carlos, SP.

A alteração combinada da incidência de ventos e RFA no sistema silvipastoril também promoveu alteração na temperatura do ar e umidade relativa do ar. As diferenças mais evidentes foram com relação à temperatura máxima. Em  $\text{SP}_{8,5\text{m}}$  foram obtidos os maiores valores ( $29,7^{\circ}\text{C}$ ), superiores a pastagem a pleno sol ( $28,5^{\circ}\text{C}$ ) e ao ponto próximo às árvores ( $27,8^{\circ}\text{C}$ ). É importante ressaltar que em  $\text{SP}_{8,5\text{m}}$  no período da tarde a transmissividade da RFA foi sempre superior a 80%, sendo próximo a 100% na maior parte do experimento.

## CONCLUSÕES

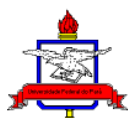
A presença de renques de árvores nativas no sistema silvipastoril diminui a ocorrência dos ventos (redução de 50%) e altera o padrão de incidência de radiação fotossinteticamente ativa sobre a pastagem (redução de até 35% da incidência). Em função das mudanças no regime de vento e de radiação solar sobre o sistema silvipastoril ocorrem alterações no regime térmico e de umidade relativa do ar, com maior efeito sobre os valores diurnos e no ponto de amostragem próximo ao renque das árvores;

## REFERÊNCIAS

BALISCEI, M.A., BARBOSA, O.R., SOUZA, W., COSTA, M.A.T., KRUTZMANN, A., QUEIROZ, E.O. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* Maringá, v. 35, n. 1, p. 49-56, Jan.-Mar., 2013. Doi: 10.4025/actascianimsci.v35i1.15155

DIAS FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. *Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science*, v. 40, p. 243-252, 2011.

DUBE, F.; COUTO, L.; SILVA, M.L.; LEITE, H.G.; GARCIA, R.; ARAÚJO, G.A.A. A simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial eucalyptus-based agroforestry system in Minas Gerais, Brasil. *Agroforestry Systems*, v.55, p. 73-80, 2002.





**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**  
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013  
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D.; SCHABENBERGER, O. SAS for mixed models. 2<sup>nd</sup> ed. SAS Institute, 2006. 813 p.

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; SOUZA SOBRINHO, F.; CARVALHO, C.A.B. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 40, n. 2, p. 270-276, 2011.

PEZZOPANE, J.R.M. ; MARSETTI, M.M.S.; SOUZA, J.M. DE; PEZZOPANE, J.E.M.. Condições microclimáticas em cultivo de café conilon a pleno sol e arborizado com nogueira macadâmia. Ciência Rural (UFSM. Impresso), v. 40, p. 1-7, 2010.

RIGHI, C.A.; BERNARDES, M.S. Disponibilidade de energia radiante e acúmulo de fitomassa do feijoeiro em um sistema agroflorestal com seringueiras. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 15, n. 2, p.143-151, 2007. Disponível em:< <http://www.sbagro.org.br/rbagro/ojs/index.php/revista/article/view/50/9>>. Acesso em: 14 mai.2009.

SOUZA, W., BARBOSA, O.R., MARQUES, J.A., TEIXEIRA, M.A.C., GASPARINO, E., LIMBERGER, E. Microclimate in silvipastoral systems with eucalyptus in rank with diferente Heights. R. Bras. Zootec., v.39, n.3, p.685-694, 2010

YOUNG, A. Agroforestry for soil conservation. Nairobi: ICRAF, 1991. 276p. 3<sup>o</sup> ed. 1994.

