

*Sombras e Ventos em Sistema Silvopastoril no Noroeste do Estado do Paraná*¹

Porfírio da Silva, V²; Vieira, A.R.R.³; Caramori, P.H.⁴ & Baggio, J.A.⁵

1. Introdução

A arborização de pastagens apresenta-se potencialmente importante e viável para as condições brasileiras. Para o Estado do Paraná e Região Sul, de uma maneira geral, podem trazer melhorias para as áreas de pastagens, onde os rendimentos de forragem e da produção animal apresentam-se abaixo de seu potencial técnico decorrente de vários problemas entre os quais estão efeitos climáticos adversos.

O uso ordenado de arborização em pastagens pode proporcionar a minimização dos efeitos adversos decorrentes de elementos climáticos.

Os efeitos observados como o da manutenção de forragem verde durante o inverno ou em veranicos estão começando a motivar produtores e técnicos da região para a introdução de árvores nas áreas de pastagens (SILVA, 1994)

Os trabalhos existentes em SAF's concordam sobre as interações que existem entre os componentes biótico e abiótico, e que, dada a escala de sua estrutura estratificada acima do solo aumenta a rugosidade da superfície onde é implantado, interagindo então com fatores de clima, alterando por consequência as condições microclimáticas do meio.

A presença de árvores altera o balanço de radiação e o comportamento de ventos na superfície da área (MONTEITH *et al.*, 1993; BRENNER, 1996; GREGORY, 1995). O efeito combinado dessas mudanças atua sobre o balanço de energia disponível para o meio influenciando no uso de água pelas plantas, na produção destas e, também, sobre o componente animal

A literatura é vasta nas verificações do componente climático que impõe, separadamente ou em combinação com os demais (estrutural e social), um certo grau de estresse aos animais, mensuráveis pelos resultados das disfunções na homeotermia (NAÃS, 1989). Assim, a eficiência do desempenho (produtivo e/ou reprodutivo) resulta do funcionamento homeotérmico e, disfunções, acarretam alterações na eficiência da produção (NAÃS, 1989; MÜLLER, 1989; CARVALHO, 1991).

Vários exemplos de combinações silvipastoris usados como estratégias de manipulação do microclima, para fornecer sombra para animais, foram destacados por VEIGA & SERRÃO, 1990; PORFÍRIO DA SILVA & MAZUCHOWSKI, 1997).

Porém, percebe-se que são poucos os estudos desenvolvidos em condições subtropicais brasileiras e sobre a ordem de grandeza de tais alterações.

O levantamento da magnitude das modificações microclimáticas oferece informações relevantes que podem sustentar (ou não) a opção por certos componentes ou, do manejo destes.

No escopo deste trabalho esta a magnitude de modificações microclimáticas impostas pela introdução de renques curvilíneos de árvores de *Grevillea robusta* em pastagens da região noroeste do Estado do Paraná.

2. Materiais e métodos

Desenvolvido no município de Tapejara – PR (Latitude 23°44' S e Longitude 52°53' W, altitude de 560 metros acima do nível do mar), região de ocorrência da formação Arenito Caiuá no noroeste do Estado do Paraná. Ém área utilizada para criação extensiva de gado bovino e foi dividida em duas condições: 1ª) SSP = área de pastagem arborizada configurando o sistema silvipastoril (SSP), implantado em uma superfície de 5,7ha é composto por pastagem de *Brachiaria brizantha* e renques de árvores de *Grevillea robusta* com 8 anos de idade dispostos em curvas de nível. As características do arranjo podem ser vistas na Tabela 1. 2ª) NSSP = área contígua de pastagem de mesma forrageira cobrindo 7,3 hectares, sem árvores, e reformada em novembro de 1993.

Foram selecionados os dados de duas datas, 05/07/97 (condição de inverno) e 22/12/97 (condição de verão).

¹ Extraído da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor à UFSC-Curso de Mestrado em Agroecossistemas

² Engº Agrº Msc., EMATER-Paraná (vpqr@mandic.com.br)

³ Engº Agrº Dr., UFSC/CCA-Dept. Fitotecnia (arvieira@mbox1.ufsc.br)

⁴ Engº Agrº Dr., IAPAR-Instituto Agrônômico do Paraná (aamiapar@lepus.celepar.br)

⁵ Engº Ftal. Dr., EMBRAPA-CNPFFlorestas (baggio@cnpf.embrapa.br)

O comprimento das sombras dentro do SSP teve sua leitura procedida à cada hora, diretamente sob linhas graduadas dispostas em 4 transectos distantes 10 metros entre si e demarcados entre dois renques de árvores no centro área.

No ponto médio entre dois renques (SSPc) e em ambos os lados de um renque (SSPno e SSPse) instalou-se uma torre com sensores para registros da temperatura do ar, da velocidade e direção dos ventos. As leituras de velocidade dos ventos foram feitas com anemômetros de canecas (Met One 014A), fixados nas alturas $H^1= 55\text{cm}$, $H^2= 145\text{ cm}$ e $H^3= 305\text{ cm}$, e o sensor para a direção dos ventos (Met One 024A) foi instalado na altura de 330 cm acima do solo; a temperatura do ar foi mensurada com psicrômetros de pares termo-elétricos de cobre-constantan (22awg) instalados em microabrigos de pvc branco nas alturas $H^1= 45\text{cm}$, $H^2= 135\text{ cm}$ e $H^3= 295\text{ cm}$. Os registros dessas variáveis foram coletados e armazenados em uma unidade 'datalogger' programada para efetuar uma leitura à cada 30 segundos e integrar uma média a cada 15 minutos.

Tabela 1 – Dados relativos às características fisiográficas da área do estudo. Os valores representam médias \pm 1DP.

Orientação dos renques arbóreos	Declividade e face de exposição	Projeção lateral das copas	Distância entre renques (espaçamento)	Altura das árvores	Altura de inserção de copa
E/NE-SO/O	3% NO	$3,10 \pm 0,36\text{m}$	$34,2 \pm 1,15\text{m}$	$12,6 \pm 0,35\text{m}$	$2,7 \pm 0,28\text{m}$

3. Resultados e Discussão

A amplitude média da velocidade dos ventos foi menor na posição SSPc (entre renques) do que na NSSP, caracterizou-se por pico de máximas que em SSPc foi 47% e 57% menores do que em NSSP, respectivamente para o dia 05/07/97 e 22/12/97.

As velocidades de vento foram menores no sistema silvipastoril, apresentando reduções, em velocidade média, de 26% para o dia 05/07/97 (inverno) e de 61% para o dia 22/12/97 (verão). Houve também uma redistribuição das direções dos ventos em SSPc. Em ambas as datas a direção do vento foi modificada no sentido *E*, e também foi mais freqüente a mudança de direções (menor tempo de permanência por direção) indicando uma condição mais turbulenta de trocas, embora de menor velocidade.

Em alguns horários, a velocidade dos ventos em SSPc foi maior do que em NSSP. Isto foi causado, provavelmente, por gradiente horizontal de temperaturas devido ao aquecimento diferenciado da área (faixas sombreadas/ensolaradas; razão sombra:sol) provocando localmente brisas advectivas.

O "caminhamento" da sombra provoca gradientes horizontais e verticais na temperatura do ar. Horizontalmente a temperatura do ar variou (na altura de 45cm) em até 3,5°C no dia 5/7/97 e até 8,0°C no dia 22/12/97, relacionada à condição sombreada ou ensolarada. A condição de sombreamento ao longo do dia, em valores de área sombreada mínima, foi de 1:4,6 (das 8:00 as 9:00 horas no dia 5/7/97) e 1:5,6 para o dia 22/12/97 às 12:00 horas. Tal sombreamento pode parecer excessivo em valores percentuais de área, no entanto, devido ao arranjo do componente arbóreo, a zona de sombra é cambiante ao longo das horas do dia e das estações do ano. Verticalmente, o deslocamento da sombra promove um resfriamento de baixo para cima, ao ponto de promover inversão no perfil da temperatura do ar. Esse resfriamento, ou sombreamento das camadas inferiores do perfil, mas que mantém por mais algum tempo o aquecimento nas camadas mais acima (verticalmente a extinção da luz direta ocorre de baixo para cima com o sombreamento), poderia estar promovendo fluxos verticais, o que é sugerido pela rápida variação vertical da temperatura do ar que variou em até 2,4 °C no dia 5/7/97 e em até 6,5 °C no dia 22/12/97.

O gradiente térmico registrado vertical e horizontalmente, à pequenas distâncias, dentro do sistema arborizado, pode propiciar condições para difusão mais turbulenta dos fluxos de ar com possível geração de fluxos advectivos e convectivos.

Embora em alguns horários do dia a temperatura do ar tenha sido, em valores instantâneos, maior dentro da condição SSP em comparação com valores registrados em NSSP, o teste *t* aplicado às médias obtidas em cada 15 minutos, considerou menor as temperatura dentro do SSP ($P < 0,05$).

4. Conclusões

O comportamento na interceptação de radiação solar pelas copas das árvores gerando zonas de sombra e luz, juntamente com o comportamento de ventos de menor velocidade, influem sobre outras variáveis microclimáticas como a temperatura e umidade do ar e por conseguinte no déficit de pressão de vapor que, sendo menor influirá na evapotranspiração. Quedas rápidas na temperatura impostas pelo avanço do

sombreamento refletem em diminuição rápida do déficit de pressão de vapor d'água, isto pode ter consequências na pastagem, favorecendo seu crescimento ao aumentar a eficiência da transpiração.

Embora menores velocidades de vento possam introduzir aquecimento extra em áreas que ficam privadas do efeito refrigerador do vento, no sistema estudado, no entanto, o sombreamento afeta a incidência de radiação solar global tornando a temperatura do ar menor e contrabalançando o aquecimento que poderia ocorrer.

As velocidades de vento registradas dentro da condição SSP aproximam-se muito dos valores que a literatura traz como mais convenientes, para a maioria das culturas (1,4 a 1,6 m.s⁻¹, OMETTO & CARAMORI, 1981) e para a criação de animais ruminantes (1,4 a 2,2 m.s⁻¹, NÄÄS, 1989); além do que, no SSP existe configuração interna de fluxos turbulentos melhorando a condição de quebra de gradiente e mistura do ar.

O sombreamento existente no SSP ao alterar os padrões de radiação solar incidente e a temperatura do ar, pode estar também influenciando na temperatura e umidade do solo (MONTEITH, 1991; OVALLE & AVEDAÑO, 1984); na evapotranspiração (BRENNER, 1996); no conforto térmico dos animais que circulam pela área (MCARTHUR, 1991); no balanço de energia disponível ao meio (BRENNER, 1996; PORFÍRIO DA SILVA, 1998), e por conseguinte na resposta da pastagem no que tange aos aspectos de relações acima do solo.

Árvores dispostas em renques curvilíneos podem ocasionar sombreamento de grande extensão, ou não, para a mesma área no mesmo horário. Nos horários em que a elevação do sol em relação ao horizonte era pequena, foram os períodos em que se deu a incidência de luz solar direta por sob as copas dos renques. O tempo de incidência direta de radiação global é, no entanto, função também do espaçamento entre renques, da altura das árvores, da altura de inserção de copa (zona de falha) e projeção lateral das copas, da declividade da área e da orientação dos segmentos de renque.

A incidência de luz direta pode ser otimizada/manejada por práticas agrossilviculturais como a poda e a desrama dos galhos mais baixos. Tais práticas podem melhorar a penetração de luz direta para a pastagem sob as copas e promover melhoria na qualidade de fuste. Porém devem ser observados princípios da porosidade/densidade da barreira arbórea para não causar alterações indesejadas no microclima, como por exemplo, potencialização de ventos.

5. Referências Bibliográficas

- BRENNER, A.J. Microclimatic modification in agroforestry. In: C.K. Ong e H. Huxley (ed.), *Tree – Crop interactions. A Physiological approach*, p. 159-187. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK, 1996. 385p.
- CARVALHO, N.M. Efeitos da disponibilidade de sombra, durante o verão sobre algumas condições fisiológicas e de produção em vacas da raça holandês. Santa Maria:UFSM, 1991. 199p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).
- GREGORY, N.G. The role of shelterbelts in protecting livestock: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 1995. Vol.38: 423-450.
- MCARTHUR, A. J. Forestry and shelter for livestock. *Forestry Ecology and Management*, 45: 93-107. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1991.
- MONTEITH, J.L, ONG, C.K. AND CORLETT, J.E. Microclimatic interactions in agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 45: 31-44 Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1993
- NÄÄS, I. de A. Princípios do conforto térmico na produção animal. Por: Irenilza de Alencar Nääs. São Paulo:Ícone, 1989.
- OMETTO, J.C. & CARAMORI, P.H. Características do vento e suas implicações em algumas culturas. In: *Resumos do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, 2., Pelotas, RS., 1981. p.260-267 .
- OVALLE, C. & AVEDAÑO, J. Utilización silvopastoral del espinal. II. Influencia del espino (*Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn.) sobre algunos elementos del medio. *Agricultura Técnica (Chile)*, 44 (4): 353-362
- PORFÍRIO DA SILVA, V. Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná. Florianópolis: UFSC, 1998. 103p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)
- PORFÍRIO DA SILVA, V. & MAZUCHOWSKI, J.Z. Sistemas silvipastoris; Perspectiva na produção animal sustentada. Curitiba: EMATER-Paraná, 85p. (não publicado)
- SILVA, V.P. Sistema Silvipastoril (Grevílea+Pastagem: uma proposição para o aumento produção no arenito Caiuá. In: *CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS*, 1, 1994, Porto Velho. Anais, Colombo-PR: EMBRAPA/CNPFFlorestas, 1994. V. 2. p. 291-297.

VEIGA, J.B. & SERRÃO, E.A.S. sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos úmidos: a experiência da amazônia brasileira. In: PEIXOTO, A.M. *et al.* (Eds.). Pastagens: Fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ, 1994, 2ª ed. 908p. il. p.495-531.