

## Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa incidente em biomassa aérea da vegetação campestre natural no bioma Campos Sulinos do Brasil

### Conversion efficiency of photosynthetic active radiation to aboveground natural grasslands dry matter in the Campos Sulinos biome, Brazil

Eliana Lima da Fonseca<sup>1</sup> Vicente Celestino Pires Silveira<sup>2</sup> Eduardo Salomoni<sup>3</sup>

-NOTA-

#### RESUMO

Neste trabalho, foi calculada, para os diferentes meses da principal estação de crescimento da vegetação, a eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa incidente na biomassa aérea para a vegetação campestre natural do bioma Campo Sulino. A área de estudos estava localizada na Embrapa Pecuária Sul, no município de Bagé, (RS), estando a vegetação sob pastejo contínuo. Os resultados indicaram variações nos valores desta eficiência conforme o estágio fenológico da vegetação pastejada, o que demonstra que a utilização de um valor único para o cálculo da produção de biomassa aérea da vegetação campestre natural é inadequado para estimativas feitas para períodos inferiores a um ano.

**Palavras-chave:** eficiência do uso da radiação, modelos agrometeorológicos, produção de biomassa aérea, campos naturais.

#### ABSTRACT

The conversion efficiency of the photosynthetically active radiation in the above ground biomass in the natural pasture of the 'Campos Sulinos' biome was calculated in this work; the period considered was the main pasture growth season. The area of study was located at Embrapa Pecuária Sul, in Bagé (RS) and the pasture was under continuous grazing. The results indicated variations in the values of this efficiency according to the phenological stage of the grazed pasture, which demonstrates that it is not possible to use the same estimate value for biomass accumulation during periods smaller than a year.

**Key words:** Radiation use efficiency, agrometeorological models, aboveground dry matter production, natural pasture.

Os campos naturais que ocorrem ao sul do Brasil, os Campos Sulinos, são um dos sete biomas brasileiros classificados pelo IBAMA (ARRUDA, 2001). Os campos naturais perfazem 44% da cobertura vegetal do Estado do Rio Grande do Sul, correspondendo a 70% do total da área destinada à pecuária na Região Sul do Brasil (IBGE, 2002). Muito comum na região é a utilização desta vegetação como suporte alimentar para a produção pecuária, devido à diversidade de plantas com alto valor forrageiro existente neste bioma (NABINGER et al., 2000). Entretanto, segundo estes mesmos autores os campos naturais apresentam variações na produção de biomassa vegetal, a qual é determinada pelas variações climáticas interanuais e pela coexistência de espécies  $C_3$  e  $C_4$  adaptadas ao clima subtropical. Entre as plantas de crescimento estival, predominam as espécies do grupo fotossintético  $C_4$ , enquanto entre as plantas com crescimento hibernal há um predomínio das espécies

<sup>1</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros, Caixa Postal 44, 49025-040, Aracaju, SE, Brasil. E-mail: eliana@cpatc.embrapa.br. Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Departamento Educação Agrícola e Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: vicentesilveira@smail.ufsm.br

<sup>3</sup>Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS, Brasil. E-mail: salomoni@cppsul.embrapa.br

do grupo  $C_3$ . O predomínio de espécies  $C_4$  explica a maior produção de biomassa nas estações quentes do ano. As espécies  $C_4$  interrompem seu crescimento no início do inverno, logo após a ocorrência das primeiras geadas, quando o congelamento necrosa as lâminas foliares, impedindo a atividade fotossintética destas plantas.

A existência de relações conhecidas entre as variáveis agrometeorológicas e os componentes que definem a produtividade vegetal possibilitam a construção de modelos empíricos com o objetivo de estimar esta produtividade e de efetuar diagnósticos em relação às condições de crescimento da mesma. Modelos que têm como variável de entrada a energia solar interceptada pela vegetação e que permite calcular a biomassa acumulada em um determinado período, são utilizados em pesquisas com gramíneas forrageiras em regiões temperadas para estimar a produtividade potencial da vegetação em condições não limitantes (NABINGER, 1996). Estes modelos são baseados nas relações apresentadas por MONTEITH (1977), que demonstrou existir linearidade entre a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) interceptada e a matéria seca total produzida por um dossel vegetal, sendo o mecanismo pelo qual a radiação solar incidente é transformada em matéria seca descrito conforme a Equação 1:  $MS =$  produção de matéria seca ( $g.m^{-2}$ );  $t =$  período de tempo considerado;  $\epsilon_s =$  fração da radiação solar incidente fotossinteticamente ativa;  $\epsilon_i =$  fração da radiação incidente interceptada pelo dossel;  $\epsilon_c =$  eficiência com que a energia solar é convertida em matéria seca ( $g.MJ^{-1}$ );  $S =$  radiação global incidente ( $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$ ).

$$MS_t = \int \epsilon_s \epsilon_i \epsilon_c S dt \quad (1)$$

O objetivo deste trabalho foi calcular a eficiência de conversão da PAR incidente (PARi) em biomassa aérea para a vegetação campestre natural, nos diferentes meses do ano, para que a mesma possa ser utilizada nos modelos matemáticos de estimativa da produtividade primária deste bioma.

A eficiência do uso da radiação pelas plantas depende da interação entre a vegetação e o ambiente, que define como os processos de fotossíntese e transpiração serão afetados pelos elementos climáticos e edáficos ou, também, como a estrutura do dossel afeta a quantidade de radiação incidente que atinge as diferentes camadas do mesmo e sua absorção pelas plantas (RUSSELL et al., 1989). Por este motivo, a eficiência de conversão da PARi em biomassa aérea foi calculada apenas para uma área homogênea da vegetação do bioma considerando o tipo de solo e o

manejo da atividade econômica. A área de estudos está localizada na Embrapa Pecuária Sul, no município de Bagé - RS. Consistiu de um potreiro com aproximadamente 100 hectares, localizada sobre o solo da unidade de mapeamento Bagé, classificado atualmente como Planossolo Háplico, textura argilosa. A composição florística da vegetação que se desenvolve sobre este tipo de solo foi descrita por GIRARDI-DEIRO et al. (1992).

Durante o período de 1985 a 1988, foram coletadas amostras de campo nativo sempre no primeiro dia útil do mês, com alocação de dez gaiolas de exclusão ao pastejo distribuídas aleatoriamente. O corte da forragem em uma área de  $0,25m^2$  (gaiolas de  $50 \times 50 \times 50$  cm) foi realizado rente ao solo com tesoura de cortar grama, mas acima da fração mantilho, após o corte, a gaiola era alocada no local e 30 dias depois era efetuado novo corte com coleta do material rebrotado. A cada mês, um novo local era escolhido aleatoriamente repetindo-se o procedimento descrito anteriormente. As amostras coletadas foram secas em estufas com circulação de ar forçado por três dias, sendo em seguida pesadas, obtendo-se a quantidade de matéria seca, em gramas por metro quadrado ( $gMS.m^{-2}$ ). A partir destas amostras, foram calculadas as médias mensais de biomassa da área de estudo e convertidas para disponibilidade de forragem média, em quilogramas de matéria seca por hectare ( $kgMS.ha^{-1}$ ).

Para os meses da principal estação de crescimento da vegetação (setembro a março), foram calculados os valores da eficiência de conversão da PARi em biomassa aérea ( $\epsilon_{CAM}$ ), utilizando o somatório mensal da PARi e da biomassa aérea acumulada com base na Equação 2.

$$\epsilon_{CAM} = ANPP_m / PARi_m \quad (2)$$

Onde:  $ANPP_m$  é o total de biomassa aérea acumulada no mês  $m$  em unidades de matéria seca ( $gMS.m^{-2}$ ) e  $PARi_m$  é a PAR incidente na superfície no mês  $m$  ( $MJ.m^{-2}$ ).

Para o dossel estudado, formado predominantemente por espécies da rota fotossintética  $C_4$ , as quais não apresentam ponto de compensação luminosa (SALISBURY & ROSS, 1992), pode-se afirmar que, no estágio de crescimento vegetativo, após a total cobertura do solo, toda a PARi é interceptada pelo dossel. Portanto, a variável PAR interceptada da Equação 1, foi substituída pela variável PARi na Equação 2, pela sua maior facilidade tanto de medição quanto de estimativa.

Os dados climáticos diários de insolação referentes ao período da coleta dos dados da vegetação

foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia localizada no município de Bagé. Com os dados diários de insolação, da latitude da área de coleta e do dia Juliano foi calculada a radiação solar incidente no topo da atmosfera, utilizando as equações apresentadas por VIANELLO & ALVES (1991). A partir da radiação solar incidente no topo da atmosfera, foi estimada a radiação solar incidente na superfície da Terra (radiação global) a qual foi convertida em PAR incidente utilizando a relação estabelecida para as condições do Estado do Rio Grande do Sul por FRANÇA et al. (1997).

Os valores mensais da  $\epsilon_{CA}$  calculados para o período de setembro a março, nos anos de 1985 a 1988 estão apresentados na tabela 1. Foi observado um grande intervalo de variação dos valores mensais de  $\epsilon_{CA}$  calculados (0,09 - 0,51), função das variações nos valores de produção de biomassa medida em campo. Esta variação deve-se ao fato do cálculo da  $\epsilon_{CAm}$  ter implícito os conceitos de partição de biomassa da vegetação (alocação de fotoassimilados entre as raízes e a parte aérea do dossel), já que é considerada somente a quantidade de biomassa aérea produzida e não a biomassa total (biomassa de raízes e biomassa aérea). O padrão de partição e alocação de biomassa é integrado aos demais processos que ocorrem nas plantas, apresentando variação temporal regulada pela demanda e pelo suprimento de água e nutrientes (LE ROUX et al., 1997; REYNOLDS & D'ANTONIO, 1996), o que faz com que a  $\epsilon_{CAm}$  apresente variações conforme as condições ambientais. Assim, os valores da  $\epsilon_{CA}$  apresentaram variações que possivelmente estão relacionadas à precipitação irregular a qual é comumente observada na área de estudo (MOTA et al., 1970).

Para uso em modelos, deve ser selecionado o máximo valor mensal de  $\epsilon_{CA}$  calculado (Tabela 1) visando garantir que as influências dos fatores limitantes ao crescimento foram minimizadas, representando a conversão de radiação nos diferentes estádios fenológicos da vegetação campestre natural sob pastejo. Neste caso, verificou-se que os valores da  $\epsilon_{CA}$  tendem a se estabilizar no final do período de crescimento vegetativo (janeiro) mantendo-se no mesmo valor (0,50 gMS.MJ<sup>-1</sup>) até o final do período reprodutivo da maioria das espécies vegetais presentes na área de estudos. Isto sugere uma variação na conversão da PAR incidente em biomassa aérea conforme os diferentes estádios do ciclo fenológico da vegetação (ASRAR et al., 1984; LE ROUX et al., 1997).

Para utilizar os valores de  $\epsilon_{CA}$  nos cálculos de produção de biomassa aérea de grandes áreas, é

Tabela 1 - Valores mensais da eficiência de conversão da PAR incidente em biomassa aérea,  $\epsilon_{CA}$ , (gMS.MJ<sup>-1</sup>) nos anos entre 1985 a 1988.

Mês	1985	1986	1987	1988
Setembro	0,32	0,30	0,32	0,24
Outubro	0,27	0,51	0,24	0,21
Novembro	0,12	0,27	0,38	0,13
Dezembro	0,23	0,30	0,26	0,14
Janeiro	0,09	0,28	0,25	0,50
Fevereiro	0,27	0,40	0,50	0,18
Março	0,10	0,37	0,50	0,29

necessário uma adequação das unidades de medição da biomassa e da PAR. Portanto, converte-se a biomassa aérea acumulada de gMS.m<sup>2</sup> para kgMS.ha<sup>-1</sup> e a PAR incidente de MJ.m<sup>2</sup> para MJ.ha<sup>-1</sup>, assim a unidade de medição da  $\epsilon_{CA}$  torna-se kg.MJ<sup>-1</sup>, exemplo, 0,32 gMS.MJ<sup>-1</sup> para 320 kgMS.MJ<sup>-1</sup>.

Como o cálculo da eficiência de conversão da radiação em biomassa aérea tem implícito os conceitos de nutrição da vegetação (LE ROUX et al., 1997), os quais são dependentes do tipo de solo (que irá interferir diretamente na disponibilidade de nutrientes e água para as plantas), torna-se necessário calcular um valor de eficiência para cada tipo de solo do bioma Campos Sulinos para os diferentes meses do ano, para que se possam fazer estimativas adequadas da produção aérea primária da vegetação campestre natural. Caso a vegetação não esteja sob pastejo, a alocação de biomassa entre a raiz e a parte aérea fica alterada não sendo os valores deste trabalho válidos para este tipo de vegetação.

## REFERÊNCIAS

- ARRUDA, M.B. **Ecosistemas brasileiros**. Brasília: IBAMA, 2001. 49p.
- ASRAR, G et al. Assessing solar energy and water use efficiencies in winter wheat: a case study. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.31, n.1, p.47-58, 1984.
- FRANÇA, S. et al. Radiação fotossinteticamente ativa e sua relação com a radiação solar global em dossel de alfafa em função do índice de área foliar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.2, p.147-153, 1997.
- GIRARDI-DEIRO, A.M. et al. Campos naturais ocorrentes nos diferentes tipos de solo no Município de Bagé, RS. 2: fisionomia e composição florística. **Iheringia**, série botânica, Porto Alegre, v.42, n.1, p.55-79, 1992.
- IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Censo Agropecuário Brasileiro 1995-1996**. Capturado em 10 dez. 2002. On-line. Disponível na Internet: <http://www.ibge.net/ibge/default.php>.

- LE ROUX, X. et al. Radiation absorption and use by humid savanna grassland: assessment using remote sensing and modeling. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.85, n.2, p.117-132, 1997.
- MONTEITH, J.L. Climate and the efficiency of crop production in Britain. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, London, v.281B, p.277-294, 1977.
- MOTA, F.S. da et al. Balanço hídrico do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.5, n.3, p.1-27, 1970.
- NABINGER, C. Aspectos ecofisiológicos de manejo de pastagens e utilização de modelos como ferramenta de diagnóstico e indicação de necessidades de pesquisa. In: SAIBRO, J.C. **Reunião do grupo técnico em melhoramento e utilização de recursos forrageiros das áreas tropical e subtropical do Cone Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1996. p.17-62.
- NABINGER, C. et al. Campos in southern Brazil. In: LELAIRE, G. et al. **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Cambridge: CABI, 2000. Cap.18, p.355-376.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth, 1992. 682p.
- REYNOLDS, H.L.; D'ANTONIO, C. The ecological significance of plasticity in root weight ratio in response to nitrogen: opinion. **Plant and Soil**, v.185, n.1, p.75-97, 1996.
- RUSSEL, G. et al. Absorption of radiation by canopies and stand growth. In: RUSSEL, G. et al. **Plant canopies: their growth, form and function**. Cambridge: Cambridge University, 1989. p.21-39.
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 448p.