



TRANSIÇÕES FLORESTA-CAMPO NO RIO GRANDE DO SUL

Fernando L. F. de Quadros
Valério de Patta Pillar

Desde muitos anos os cientistas que se ocupam do estudo de vegetação se surpreendem pelo fato de as formações campestres dominarem uma região da América do Sul sob um clima aparentemente adequado para comportar florestas. O mesmo raciocínio tem sido aplicado à vegetação do Rio Grande do Sul. Basta ver as considerações de Carl Lindman e de Balduino Rambo. Os modelos de predição de vegetação em grande escala, como os propostos por Holdridge e Box, prevêem formações florestais sob tais condições. Contudo, em território sul-rio-grandense, misturam-se vegetação herbácea, arbustiva e arbórea num mosaico representado por uma zona de transição entre a floresta subtropical e a floresta ombrófila densa, dominantes ao norte do Estado, e pelas formações de pastagens (campos e pampa) que, por sua vez, predominam de sul a sudoeste. A região de transição floresta-campo é preciosa para o estudo sobre dinâmica de vegetação considerando mudanças ambientais em escala local e global, apesar de, no limite, transições serem encontradas em qualquer lugar ou em qualquer escala. Daí a necessidade de explicar os padrões de vegetação floresta-campo nas diferentes escalas espaciais, revendo evidências, discutindo padrões passados e presentes, e considerando suas conexões com o clima e regimes de pastejo e fogo.

Ilustração de abertura

Representação de uma savana arbórea. In: WALTER, H. *Vegetação e zonas climáticas*. São Paulo: EPU, 1986.

¹ REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. *Sellowia*, 34-35:1-525, 1983.

² KLEIN, R. M. Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper Quaternary climatic changes in the floristic distribution. *Boletim Paranaense de Geociências*, 33: 67-88, 1975.
WAECHTER, J. L.; ESTARRO, L. A. & MIOTTO, S. T. S.. Vegetation types in the ecological station of Aracuri-Esmeralda, Rio Grande do Sul, Brazil. *Phytocoenologia*, 12:261-9, 1984.

³ HUECK, K. & SEIBERT, P. *Vegetationskarte von Südamerika. Mapa de la Vegetación de America del Sur*. Stuttgart: Gustav Fischer, 1972.
TEIXEIRA, M. B.; COURA NETO, A. B.; PASTORE, U. & RANGEL FILHO, A.L.R. Vegetação. In: IBGE. *Levantamento de recursos naturais*. Rio de Janeiro: IBGE, v. 33, 1986, p. 541-632.
IBGE. *Geografia do Brasil. Região Sul*. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Geociências, 1990. 420 p.

Florestas e campos

A vegetação do Rio Grande do Sul tem sido classificada por regiões fitogeográficas¹ e por tipos de vegetação². Baseados nestas classificações e em mapas existentes³ podemos definir os seguintes tipos gerais (figura 1):

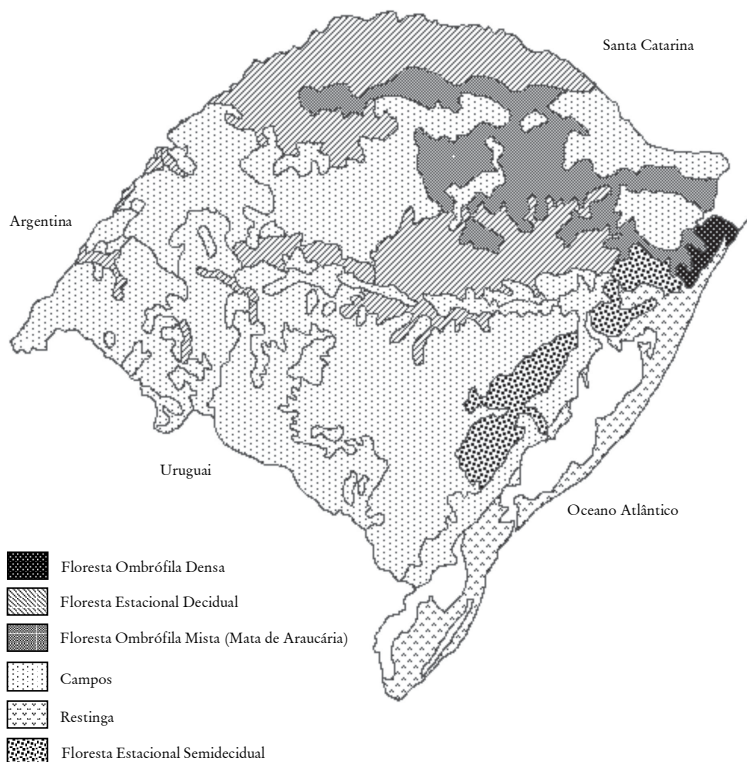


Figura 1: Mapa da vegetação potencial do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. (Adaptado de HUECK & SIEBERT, 1972; KLEIN, 1975 e TEIXEIRA *et al.*, 1986).

1) Floresta Ombrófila Densa: formação cuja ocorrência mais ao Sul se verifica na planície costeira quaternária do nordeste e nas encostas e vales do planalto nordeste do Estado, composta por várias espécies de Lauraceae (*Ocotea* spp., *Nectandra* spp.), Mirtaceae (*Myrcia* spp.), *Ficus organensis*, *Alchornea triplinervia* e *Euterpe edulis*, que, entre outras espécies arbóreas características, representam 70 a 80% da cobertura superior.

2) Floresta Estacional Decidual: ocorre ao longo do leito dos rios Paraná e Uruguai, com altitudes de 500 a 800 m, no norte e noroeste do Estado, e acompanhando os

leitos dos rios Jacuí e Ibicuí, no centro do Rio Grande do Sul. Caracteriza-se pela presença de árvores decíduas no inverno, tais como *Apuleia leiocarpa* (espécie considerada a principal responsável pela fisionomia caducifólia da Floresta Decidual), *Parapiptadenia rigida*, *Peltophorum dubium*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Cordia trichotoma*, *Cabranea canjerana*, além de espécies não decíduas como *Nectandra* spp., *Ocotea* spp. e *Patagonula americana*, incluindo também pequenas árvores como *Actinostemon concolor*, *Sorocea bonplandii* e *Trichilia clausenii*.

3) Floresta Ombrófila Mista: tipo florestal que tem a *Araucaria angustifolia* como a espécie arbórea emergente no estrato superior, juntamente com espécies de Lauraceae (*Ocotea pulchella*, *O. puberula*, *Cryptocarya aschersoniana*, *Nectandra lanceolata*, *N. grandifolia*, *N. megapotamica...*), Aquifoliaceae (*Ilex paraguariensis*), Sapindaceae (*Matayba elaeagnoides*, *Cupania vernalis*), as quais representam de 60 a 70% do estrato superior da floresta; o estrato inferior compõe-se de Mirtaceae (*Myrcia bombycina*, *Myrceugenia euosma*, *Psidium cattleianum*,...), Podocarpaceae (*Podocarpus lambertii*) e Leguminosae (*Mimosa scabrella*).

4) Floresta Estacional Semidecidual: formação que se distingue da Decidual pela ausência de grápia (*Apuleia leiocarpa*) e pela presença de algumas espécies de outros tipos florestais, como *Araucaria angustifolia*, *Ocotea pulchella*, *Podocarpus lambertii*, *Ilex paraguariensis*.

5) Formações pioneiras ou “Restingas”: ocorrem nos 600 km de costa litorânea, com vegetação típica de diferentes estágios sucessionais em dunas ou em áreas inundáveis, principalmente espécies herbáceas, destacando-se gramíneas e subarbustivas, sob influência fluviomarina e acentuada ação eólica.

6) Campos e vegetação arbustiva: formações que dominam principalmente as regiões sudoeste, central, entre a bacia do Jacuí e o Escudo rio-grandense, a sudeste, e associada aos tipos 2 e 3, nas regiões norte e nordeste, bem como ao longo da planície costeira. São compostos por espécies de Poaceae (cerca de 400 espécies, especialmente dos gêneros *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Eragrostis*, *Paspalum*, *Piptochaetium* e *Schizachyrium*), Compositae (*Baccharis*, *Chaptalia*, *Eupatorium*, *Gamochoeta*, *Senecio*, *Vernonia*, entre outros gêneros), Cyperaceae (*Eleocharis*, *Rhynchospora*,...), Leguminosae (*Desmodium*, *Galactia*, *Stylosanthes*, *Trifolium*, *Vicia*,...), Rubiaceae (*Borreria*, *Relbunium*,...), Umbelliferae (*Eryngium*, *Centella*,...) etc.

⁴ GONÇALVES, J. O. N. Informações básicas sobre solos, clima, vegetação, áreas agroecológicas homogêneas e centros de pesquisa na região Sul do Brasil. In: PUIGNAU, J. P. *Introducción, conservación y evaluación de germoplasma forrajero en el Cono Sur*. Montevideo: IICA-PROCISUR, 1990. p. 187-198.

BARRETO, I. L. & BOLDRINI, I. I. Aspectos físicos, vegetação e problemática das regiões do Litoral, Depressão Central, Missões e Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil. In: PUIGNAU, J. P. *Op. cit.*, 199-210.

⁵ Plantas C₃ têm como produto primário da fotossíntese uma molécula com três carbonos. São menos eficientes no acúmulo de biomassa, porém mais ricas em conteúdo celular (N, carboidratos etc.). Plantas C₄ têm uma molécula de quatro carbonos como produto inicial da fotossíntese. Apresentam células especializadas que aumentam sua eficiência no acúmulo de biomassa, porém possuem maior proporção de parede celular, o que reduz seu aproveitamento pelos herbívoros.

⁶ GIRARDI-DEIRO, A. M.; GONÇALVES, J. O. N. & GONZAGA, S. S. Campos naturais ocorrentes nos diferentes tipos de solo no Município de Bagé, Rio Grande do Sul. 2: fisionomia e composição florística. *Iheringia, Série Botânica*, v. 42, p. 55-79, 1992.

BOLDRINI, I. I. & EGGERS, L. Vegetação campestre do sul do Brasil: resposta e dinâmica de espécies à exclusão. *Acta Botanica Brasílica*, 10:37-50, 1996.

QUADROS, F. L. F. de & PILLAR, V. de P. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. *Ciência Rural*, 31:863-868, 2001.

Alguns autores distinguem tipos de campos com base na qualidade forrageira e na distribuição geográfica.⁴ Os campos da região sudoeste tendem a apresentar melhor valor nutricional, podendo ser denominados de “campos finos”, em virtude da maior frequência de gramíneas prostradas ou de touceiras baixas, especialmente de *Paspalum* e *Axonopus*, entre as C₄, de estação quente, e *Briza*, *Bromus*, *Piptochaetium* e *Stipa*, entre as C₃, de estação fria, além de leguminosas dos gêneros *Adesmia*, *Desmodium* e *Trifolium*.⁵ Os campos das demais regiões seriam denominados de “grossos” ou “mistos” ou “de altitude”, caracterizados por um estrato inferior com as espécies anteriormente citadas, e um estrato superior onde predominam gramíneas entouceiradas de maior porte, como *Andropogon*, *Aristida*, *Erianthus*, *Hypoginium*, *Schyzachirium* e *Trachypogon*, todas espécies C₄.

Por outro lado, muitas das diferenças podem ser determinadas pelo regime de pastejo. Exclusões ou baixas intensidades de pastejo, tanto nas áreas de campos “finos” quanto nas de campos “grossos”, tendem, mas não necessariamente, a aumentar a frequência das gramíneas de maior porte já mencionadas e, dependendo da região, de *Eryngium horridum*, bem como de arbustos de *Baccharis*, *Campomanesia*, *Eupatorium*, *Pteridium*, *Senecio* e *Vernonia*.⁶ Parte desta variação pode estar relacionada a condições de solo. É o caso de *Aristida*, *Eryngium horridum* e *Piptochaetium*, mais frequentes na parte superior das encostas, secas, e de *Andropogon lateralis*, *Baccharis trimera* e *Schizachyrium microstachium*, mais frequentes em sítios mais úmidos.⁷ Existem padrões de dominância de algumas espécies conspícuas claramente determinados geograficamente. Por exemplo, *Eupatorium buniifolium* é um arbusto típico dos campos de sudoeste, enquanto *Aristida jubata* é típica de alguns campos secos do planalto nordeste e de manchas de solos arenosos do sudoeste.

A vegetação florestal do Rio Grande do Sul tem estado sob intensa interferência humana especialmente após o século 19, com a colonização européia. Registros históricos e fragmentos florestais atualmente maduros, secundários ou em recuperação, constituem indicativos da vegetação potencial em algumas áreas (ver figura 1). As florestas predominavam em grandes áreas na metade norte do Estado, especialmente nas encostas e vales ao longo dos limites leste e sul do planalto basáltico do norte e ao longo do rio Uruguai. Também se expandiam em algumas partes do escudo granítico de sudeste, especialmente nas encostas leste. Florestas ripárias e “capões” de mato ainda são observados nos sítios mais úmidos das áreas de campo, em outras partes do Estado, contendo elementos florísticos dos tipos florestais já citados.

⁷ PILLAR, V. de P.; JACQUES, A. V. A. & BOLDRINI, I. I. Fatores ambientais relacionados à variação da vegetação de um campo natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 27:1089-1101, 1992.
QUADROS, F. L. F. de. & PILLAR, V. de P. *Op. cit.*

Fatores que afetam os padrões de distribuição

Clima

O clima no Rio Grande do Sul é majoritariamente enquadrado no tipo Cfa de Koeppen, com uma pequena porção de tipo Cfb nas maiores altitudes do planalto nordeste. As temperaturas médias anuais variam entre 14 a 20 °C, com temperaturas médias do mês mais frio variando de 10 a 15 °C, quando as geadas podem ser frequentes, especialmente nas maiores altitudes. As flutuações anuais e estacionais (figura 2) podem causar déficits hídricos consideráveis em algumas áreas, especialmente no verão. A parte nordeste do Estado é menos afetada pelos déficits, enquanto áreas ao sudoeste e leste são mais atingidas.

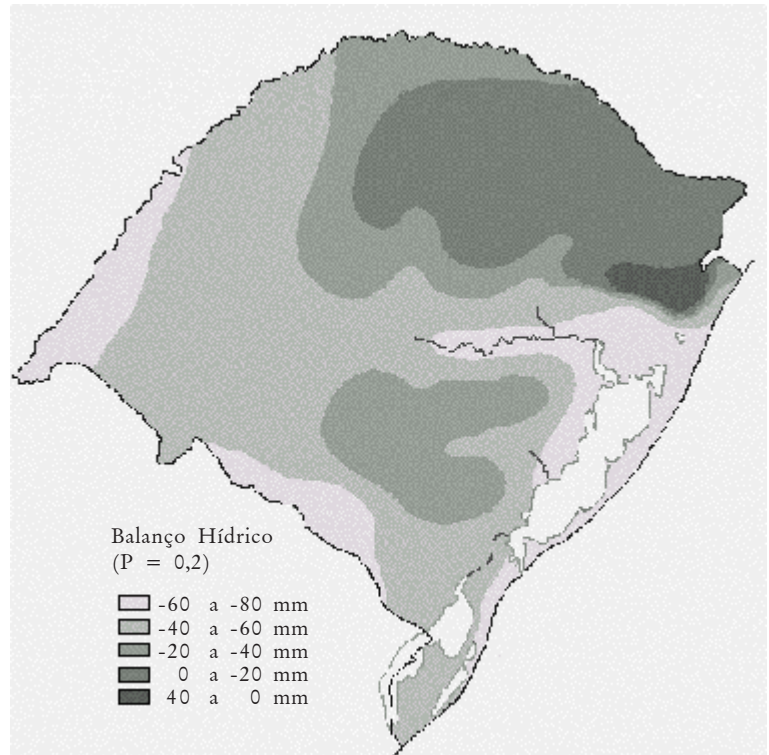


Figura 2: Balanço hídrico do Rio Grande do Sul, no mês de janeiro, considerando uma capacidade de armazenamento de água de 100 mm. Valores positivos indicam excesso de água e valores negativos implicam em déficit hídrico. Existe uma probabilidade de 0,2 de que em um dado ano este balanço ocorra (adaptado de BURIOL *et al.*, 1979).

- ⁸ MOTA, F. S. da.; GOEDERT, C. O.; LOPES, N. F.; GARCEZ, J. R. B. & GOMES, A. S. Balanço hídrico do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 5:1-27, 1970.
- ⁹ BURIOL, G. A.; SACCOL, A. V.; ESTEFANEL, V.; HELDWEIN, A. B. & SCHNEIDER, F. M. Distribuição geográfica das disponibilidades hídricas do solo possíveis de ocorrer no estado do Rio Grande do Sul. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, 9:111-169, 1979.
- ¹⁰ MILLER, D. H. *Water at the surface of the earth*. An introduction to ecosystem hydrodynamics. New York: Academic Press, 1977.
- ¹¹ CRONQUIST, A. *The evolution and classification of flowering plants*. New York: Allen Press, 1978. 396 p.
- PILLAR, V. de P. & BOLDRINI, I. I. Lindman e a ecologia da vegetação campestre do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*, 13:87-97, 1996.
- ¹² MARKGRAF, V. Paleoclimates in Central and South America since 18000 BP based on pollen and lake-level records. *Quaternary Science Reviews*, 8:1-24, 1989.
- MARKGRAF, V. Younger Dryas in South America? *Boreas*, 20:63-69, 1991.
- ¹³ LORSCHUITTER, M. L. Pollen registers of the South and Southeast regions of Brazil during the last 40.000 years. In: LACERDA, L. D. de.; TURCQ, B.; KNOPPERS, B. & KJERFVE, B. (eds.) *Paleoclimatic changes and the carbon cycle*. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 1992. p. 55-61.
- BEHLING, H.; BAUER-MANN, S. G. & NEVES, P. C. Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, southern Brazil. *Journal of South American Earth Science*, 14: 631-639, 2001.

Os balanços hídricos calculados por Mota *et al.*⁸ e Buriol *et al.*⁹ não levam em consideração escoamento superficial, percolação e perdas de água, que são impossíveis de estimar para estudos de grande escala e estão associados a características geomórficas e de solos (declividade, textura do solo, profundidade da camada impermeável), bem como a orientação e cobertura vegetal¹⁰. Entretanto, é possível considerar que os déficits hídricos podem ser agravados ou moderados por esses fatores em escalas espaciais menores. Sob um dado regime climático regional, a heterogeneidade local determina balanços hídricos que podem impedir o desenvolvimento de florestas em algumas partes da paisagem (escarpas e encostas superiores), enquanto facilitam seu desenvolvimento em outras partes (vales). Considera-se que as plantas herbáceas dos campos são mais tolerantes ao déficit hídrico que espécies florestais.¹¹ Informações acerca do grau de tolerância aos déficits hídricos das plântulas de espécies florestais nativas são escassas, para não dizer inexistentes. Entretanto, há uma razoável coincidência entre as regiões com maior déficit hídrico (figura 2) e com cobertura vegetal potencial de campos (figura 1), exceto na área de campos associada com Floresta Ombrófila Mista, a qual será objeto de discussão posterior. A coincidência evidencia que déficits hídricos podem impedir direta ou indiretamente (por influenciar o regime de queimadas) o domínio de florestas em algumas regiões do Estado. A heterogeneidade local também pode explicar a ocorrência de florestas em regiões onde o clima indicaria a presença de campo.

A análise do clima atual, considerando os valores de déficit anual oscilando de 5 a 40 mm, e estacionais que podem variar de 20 a 80 mm, por si só não seria capaz de explicar a ausência de vegetação potencial florestal, mas permite discernir um padrão de diferenciação climática regional, que pode refletir evidências disponíveis acerca de climas passados.

Clima em períodos passados e mudanças de vegetação

Ao que tudo indica, o clima na América do Sul durante o último período glacial (cerca de 13.000 anos atrás) era muito mais frio do que no presente, mas os padrões de umidade demonstram grandes diferenças regionais.¹² Evidências mais específicas sobre as mudanças climáticas no passado podem ser encontradas em registros polínicos no Rio Grande do Sul¹³ e em Santa Catarina¹⁴. O clima seria mais frio e seco até 10.000 anos atrás, quente e seco de 10.000 a 8.000 até 4.000 a 3.000 anos passados e mais frio

- ¹⁴ BEHLING, H. *Untersuchungen zur sptpleistozenen und holozenen Vegetations- und Klimageschichte der tropischen Kstenwlder und der Araukarienwlder in Santa Catarina (Südbrasilien)*. Dissertationes Botanicae Band 206. Berlin: J. Cramer, 1993.
- BEHLING, H. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S. Brazil). *Vegetation History and Archaeobotany*, 4:127-152, 1995.
- ¹⁵ BEHLING, H. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene... *Op. cit.*
- BEHLING, H.; BAUER-MANN, S. G. & NEVES, P. C. *Op. cit.*
- ¹⁶ KLEIN, R. M. *Op. cit.*
- ¹⁷ NABINGER, C. Técnicas de melhoramento de pastagens naturais no Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO SOBRE PASTAGENS. *Anais*. Porto Alegre: Farsul, 1980. p. 28-58.
- MOHRDIECK, K. H. Formações campestres do Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO SOBRE PASTAGENS. *Anais*. Porto Alegre: Farsul, 1980. p. 18-27.
- ¹⁸ BOMBIN, M. & KLAMT, E. Evidências paleoclimáticas em solos do Rio Grande do Sul. XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. *Anais*. Porto Alegre, 1975. p. 183-193.
- KERN, A. A. *Antecedentes indígenas*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1994.
- KERN, A. A.; JACOBUS, A. & RIBEIRO, P. *Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1991.
- ¹⁹ KERN, A. A.; JACOBUS, A. & RIBEIRO, P. *Op. cit.*
- SCHÜLE, W. Landscapes and climate in prehistory: interactions of wildlife, man and fire. In: GOLDAMMER, J. G. (ed.) *Fire in the Tropical Biota*. Berlin: Springer-Verlag, 1990. p. 273-318.

e úmido no período de 3.000 anos até 1.000 anos atrás e, finalmente, mais quente e úmido no último milênio.¹⁵ Os dados sobre a região de Floresta Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul e Santa Catarina indicam que até cerca de 1.500 a 1.000 anos atrás a vegetação era muito mais próxima de campo do que no presente, o que confirma a hipótese apresentada por Klein¹⁶ de que os campos entremeados com a floresta de Araucária, na região, são relictos de um período climático mais seco.

Regimes de Fogo e de Pastejo

No período em que os rebanhos de bovinos e eqüinos trazidos pelos colonizadores europeus iniciaram o pastejo nos campos da América do Sul, os herbívoros da fauna nativa eram de pequeno porte, especialmente veados, emas, capivaras, antas e pequenos roedores. Isto submetia a vegetação campestre a pequena e localizada pressão de pastejo, levando alguns autores¹⁷ a afirmar que “a Natureza não tinha em seus planos a presença de grandes pastadores nas pastagens naturais do Rio Grande do Sul”. Existem, entretanto, evidências fósseis de grandes mamíferos pastadores de Equidae, Camelidae e Cervidae, bem como de outros herbívoros de grande porte, que viveram na região até cerca de 8.000 anos atrás.¹⁸ Conforme conjecturas de alguns autores¹⁹, desde a colisão das Américas do Sul e Norte no Plioceno Superior, cerca de 3 milhões de anos atrás, até o final do Pleistoceno (10.000 anos atrás), a vegetação da América do Sul sofreu os efeitos conjuntos de sua fauna endêmica e da invasão de grandes ungulados Laurasianos vindos da América do Norte, com hábitos de pastejo bastante próximos dos animais domésticos atuais. Se isto for correto, como demonstram estes registros fósseis, o pastejo não está tão longe na história evolutiva da flora de nossos campos atuais.

Uma questão interessante consiste em saber se o fogo teria sido um elemento de distúrbio de alta frequência nos ecossistemas de campos ou se teria sido intensificado após a chegada do homem na região, há cerca de 12 a 13 mil anos.²⁰ Kern *et al.* e Schüle estabelecem a hipótese de que as alterações climáticas da transição Pleistoceno-Holoceno, em conjunto com as práticas de caçada utilizando o fogo, na vegetação campestre, podem ser responsáveis pela extinção da megafauna e por alterações importantes na vegetação.²¹ A suportar esta hipótese, estão recentes pesquisas na região de Floresta Ombrófila Mista do Paraná e do Rio Grande do Sul²², que apresenta um mosaico de campos e floresta, in-

- ²⁰ KERN, A. A.; JACOBUS, A. & RIBEIRO, P. *Op. cit.*
- ²¹ KERN, A. A.; JACOBUS, A. & RIBEIRO, P. *Op. cit.*
SCHÜLE, W. *Op. cit.*
- ²² BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais (Paraná) S. Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 97:109-121, 1997.
BEHLING, H.; BAUER-MANN, S. G. & NEVES, P. C. *Op. cit.*
- ²³ SCHÜLE, W. *Op. cit.*
DEAN, W. *With broadax and firebrand*. The destruction of the Brazilian Atlantic Forest. Berkeley: University of California Press, 1995.
- ²⁴ BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest... *Op. cit.*
BEHLING, H.; BAUER-MANN, S. G. & NEVES, P. C. *Op. cit.*
- ²⁵ SOARES, R. V. Fire in some tropical and subtropical South American vegetation types: an overview. In: GOLDAMMER, J. G. (ed.). *Fire in the Tropical Biota*. Berlin: Springer-Verlag, 1990. p. 63-81.
VEBLEN, T. T.; BURNS, B. R., KITZBERGER, T.; LARA, A. & VILLALBA, R. *Op. cit.*
- ²⁶ BOND, W. J. & van WILGEN, B. W. *Fire and Plants*. London: Chapman & Hall, 1996.
- ²⁷ BOND, W. J. & van WILGEN, B. W. *Op. cit.*
- ²⁸ PETERSON, D. L. & RYAN, K. C. Modelling postfire conifer mortality for long range planning. *Environmental Management*, 10:797-808, 1986.
UHL, C. & KAUFFMAN, J. B. Deforestation, fire susceptibility and potential tree responses to fire in the eastern Amazon. *Ecology*, 71:437-49, 1990.

dicando que a frequência de paleofogos aumentou do início ao final do Holoceno (10.000 a 1.000 anos), ou seja, após a ocupação humana da região. Estes achados podem apoiar a idéia de que a ação antropogênica pré-colombiana sobre a vegetação não deve ser desconsiderada, como costumeiramente acontece em nossa tradição cultural.²³ Ainda em relação ao regime de ocorrência de fogo, podemos destacar observações sobre uma coincidência entre a migração da floresta de Araucária dos vales para as áreas de campo e a mais alta frequência de fogo.²⁴ Nesse sentido, Soares aponta o fogo como um importante fator na regeneração ou na expansão da araucária, espécie considerada seral e dependente do fogo.²⁵

Os campos, mesmo em áreas dominadas por arbustos, apresentam uma tendência à flamabilidade desde que haja suficiente acúmulo de biomassa. A taxa de senescência de folhas velhas em gramíneas aumenta durante períodos secos. Além disso, as folhas senescentes de gramíneas entouceiradas permanecem presas às plantas, aumentando-lhes a flamabilidade.²⁶ O acúmulo de biomassa senescente e em consequência a possibilidade de queima relacionam-se à intensidade de pastejo.²⁷ Pecuaristas costumam ajustar a lotação das pastagens nativas em função da capacidade de carga da estação fria. A consequência desta prática é um maior acúmulo de biomassa não pastejada durante a estação de crescimento, na primavera e no verão, nos campos que apresentam maior estacionalidade de produção, justamente nas regiões mais frias, onde eles estão associados à Floresta Ombrófila Mista.

Já as Florestas Estacionais e a Floresta Ombrófila Densa apresentam menor tendência à queima. Árvores jovens destas florestas não toleram fogo, uma vez que a tolerância à queima está relacionada à proteção ao câmbio através de camada grossa de cortiça. Alguns autores indicam que espécies florestais são sensíveis à combustão quando apresentam menos de 2 m de altura e com uma espessura de cortiça inferior a 10 mm.²⁸ É o caso de plântulas de *Araucaria angustifolia* e de árvores jovens.²⁹ Entretanto, sua regeneração é dependente de distúrbios regulares, especialmente do fogo. Por esta razão, queimadas de baixa intensidade são recomendadas como boas alternativas no manejo de florestas de Araucária, especialmente para induzir a regeneração natural.³⁰ Avaliações de mais de 10 anos da Floresta Ombrófila Mista, na região central do Paraná, permitiram concluir que os relâmpagos foram responsáveis por 20% dos incêndios neste período.³¹

²⁹ VEBLER, T. T.; BURNS, B. R., KITZBERGER, T.; LARA, A. & VILLALBA, R. The ecology of the conifers of southern South America. In: ENRIGTH & HILL (eds). *Ecology of the Southern Conifers*. Melbourne: Melbourne University Press, 1995. p. 120-155.

³⁰ SOARES, R. V. *Op. cit.* VEBLER, T. T.; BURNS, B. R., KITZBERGER, T.; LARA, A. & VILLALBA, R. *Op. cit.*

³¹ SOARES, R. V. & CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense. *Floresta*, 5:46-49, 1974.

³² BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the tropical mountain region of Morro de Itapeva, SE, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 129:407-422, 1997.

³³ BOLDRINI, I. I. & EGGERS, L. *Op. cit.* QUADROS, F. L. F. de. & PILLAR, V. de P. *Op. cit.*

Se a ocorrência de fogo natural é possível na floresta de Araucária, não seria também nos campos circunvizinhos? Esta questão parece irrelevante para os campos da região, já que, uma vez iniciado o incêndio na floresta, ele se espalha para os campos adjacentes, se houver suficiente acúmulo de material combustível. Contudo, para outras regiões, o conhecimento da possibilidade de queimas naturais é crítico para entender a dinâmica de campos e tipos florestais que não tendem a queimar. Apesar de não haver muitos estudos formais sobre o assunto, uma alta frequência de paleofogos foi detectada desde 35.000 anos atrás, em uma região montanhosa de São Paulo, que era dominada por vegetação campestre até o final do Pleistoceno.³² É certo que a pressão de pastejo foi aumentada após a introdução dos herbívoros domésticos (bovinos, eqüinos e ovinos) no Rio Grande do Sul, reduzindo o acúmulo de material combustível suficiente para a ignição de fogo natural em extensas áreas. Entretanto, quando os campos não eram pastejados por longos períodos, a biomassa acumulada tornaria a combustão muito mais intensa, sendo capaz de queimar plantas que não seriam danificadas por fogo de baixa intensidade, como espécies arbóreas invadindo a pastagem natural.

Dados de avaliações de longo prazo estudando os efeitos do fogo e pastejo (ou sua ausência) na dinâmica de bordas entre campos e florestas ainda estão para se tornar disponíveis como decorrência de pesquisas de longo prazo realizadas em estações de pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e da Universidade Federal de Santa Maria. Resultados de exclusões³³ e de observações pessoais de áreas nas quais o pastejo e o fogo foram excluídos, algumas por mais de dez anos, indicam que em algumas a vegetação campestre tende a evoluir para arbustiva e arbórea, o que não ocorre em outras. Observações de áreas excluídas próximas a bordas de floresta-pastagem indicam a invasão da primeira sobre as pastagens adjacentes. Apesar dos dados escassos e do desconhecimento do histórico de distúrbios – as observações são informais – podemos supor que a supressão do fogo e do pastejo leva as bordas pastagem-floresta a um novo equilíbrio determinado pelo balanço hídrico e pela nova cobertura vegetal.

Supõe-se que, na região de Floresta Ombrófila Mista, o fogo natural ou antropogênico determinou um mosaico de floresta e campo, apesar de que períodos de déficit hídrico são raros no clima atual e, portanto, a extensão de áreas limitantes à vegetação arbórea é menor. O modelo de simulação de Green prevê um padrão de mosaico, nos casos em

³⁴ GREEN, D. G. Simulated effects of fire, dispersal and spatial pattern on competition within forest mosaics. *Vegetatio*, 82:139-153, 1989.

que dois tipos de vegetação com tendência à queima (o que parece ser o caso) se ajustam às condições ambientais.³⁴ Ou seja, o fogo pode ter sido o principal fator a explicar os padrões de campo-floresta na região.

Em se aceitando as hipóteses apresentadas, seria provável afirmar que a vegetação campestre da região sudoeste do Estado, pela ausência de limites definidos com áreas extensas de florestas, não poderia ser classificada como uma zona dependente do fogo para sua manutenção, e sim como mais próxima da vegetação relictual de climas passados, mais frios e secos. Em tais condições, pode-se explicar a maior frequência de espécies prostradas, melhor adaptadas às condições de dessecação pelo déficit hídrico ou pelo congelamento celular. Entre estas adaptações estaria o aumento no potencial osmótico celular e a resistência à coagulação protéica dessa vegetação quando dessecada³⁵, o que também justificaria o maior valor nutricional dos chamados campos “finos”. Observa-se ainda, nesta região, uma maior frequência de espécies C₃, de estação fria, melhor adaptadas às condições antes referidas.

³⁵ CRONQUIST, A. *Op. cit.*

Comentários finais

O fato de os limites ambientais para tipos de vegetação serem definidos pelo balanço hídrico ou pelo fogo não altera o padrão resultante em áreas com grandes déficits hídricos. Se as plantas que tendem à queima caracterizam pastagens e estas são típicas de locais secos, uma espécie arbórea não deve ocorrer aí, porque não tolera locais secos em idade jovem, ou por ser sensível ao fogo em algum estágio, ou por ambos os aspectos. Em qualquer dos casos, a cobertura vegetal dominante será campo. Em áreas úmidas, cobertas atualmente por um mosaico de campos e Floresta Ombrófila Mista, o fogo pode ser o fator principal para explicar a resiliência de campos relictuais; o mecanismo fogo-balanço hídrico pode ser importante nas partes da paisagem inaptas para plantas de Araucária.

As hipóteses são sustentáveis, o que permite concluir que, em grande escala, temporal e espacial, as flutuações estacionais e anuais causam déficits hídricos que impedem a dominância de florestas em algumas regiões. Em pequena escala, o déficit hídrico é agravado ou moderado pela heterogeneidade local vinculada a características geomórficas e de solos. Interações do balanço-hídrico com a cobertura vegetal atual e os distúrbios causados por fogo e pastejo, explicam os padrões observados de vegetação e limites floresta-campo.

Fernando L. F. de Quadros é engenheiro agrônomo, doutor em Zootecnia e professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
fquadros@ccr.ufsm.br

Valério de Patta Pillar é engenheiro agrônomo, PhD. em Ecologia Vegetal e professor do Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
vpillar@ecologia.ufrgs.br