

ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA HEVEICULTURA PARA AS REGIÕES CENTRO-OESTE E SUDESTE DO BRASIL.

*Felipe Gustavo Pilau¹, Fábio Ricardo Marin², Eduardo Delgado Assad³, Hilton Silveira Pinto⁴,
Bernard Freire Barbarisi⁵*

RESUMO: Apesar do crescimento na produção mundial de látex de 2003 a 2005, há um déficit de produção de 60 milhões de toneladas, situação que deve manter-se nos próximos anos, retratando a importância da expansão da heveicultura, tornando-se um promissor negócio à agricultura brasileira. Para definição de áreas aptas à cultura no Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, elaborou-se um zoneamento agroclimático de aptidão à cultura e risco de ocorrência do “mal-das-folhas”. Utilizou-se de um sistema de informação geográfica, imagens de radar SRTM, e equações de estimativa da temperatura média anual, temperatura média mínima do mês mais frio, e deficiência hídrica anual, gerando as áreas de aptidão a heveicultura. Uma expressiva área da Região Centro-Oeste, e a maior parte da Região Sudeste, apresentam-se aptas ao cultivo da seringueira, com baixo risco de ocorrência do “mal-das-folhas”, definindo elevado potencial de expansão no país.

ABSTRACT: Although natural rubber global production increase from 2003 to 2005, there is a production deficit about 60 millions tons, fact that should maintain forward, showing the importance of rubber cultivation expansion, becoming a promising business to brazilian agriculture. To determine the apt areas at Centro-Oeste and Sudeste Region, a climatologic zoning to crop and risk of South American leaf blight epidemics incidence were done. A geographic information system, SRTM radar imagens, and equations to estimate annual mean temperatura, minimum mean temperature from the coldest month, and annual water deficit were used, generating the apt areas to rubber cultivation. An expressive area of Centro-Oeste and the most part of Sudeste Region presented apt to rubber production with lower risk of leaf blight epidemics incidence, defining a high potencial of its expansion.

“Palavras-Chave”: *Hevea, Microcyclus, clima.*

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr. Embrapa Informática Agropecuária. Av. Dr. André Tosello, 209, Cidade Universitária, CP 6041, 13083-886, Campinas, SP. Bolsista CNPq. felipe@cnptia.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador Embrapa Informática Agropecuária. marin@cnptia.embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador Embrapa Informática Agropecuária. assad@cnptia.embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr. Cepagri/Unicamp. hilton@cpa.unicamp.br

⁵ Graduando em Eng. Ambiental. Bolsista Embrapa Informática Agropecuária. bernard@cnptia.embrapa.br

Introdução

A seringueira, pertencente ao gênero *Hevea*, ocorre nas regiões onde predominam os climas megatérmico úmido e superúmido (CAMARGO, 1976; ORTOLANI et al., 1983), com cultivos comerciais estendendo-se hoje da latitude de 22° Norte a 25° Sul.

Apesar do crescimento na produção mundial de látex entre os anos 2003 e 2005, há um déficit de produção de 60 milhões de toneladas (INTERNATIONAL RUBBER STUDY GROUP, 2006), situação que deve manter-se nos próximos anos, retratando a importância da expansão das áreas de cultivo, tornando-se um crescente e promissor negócio à agricultura brasileira.

Como o efeito integrado das condições ambientais influencia a produtividade de todas as espécies vegetais, a expansão da heveicultura deve ser condicionada aos fatores climáticos e edáficos. Segundo CAMARGO et al. (1967), a principal restrição climática à heveicultura relaciona-se ao ambiente ser propício ou não a incidência da moléstia “mal-das-folhas” (*Microcyclus ulei*), entrave à instalação comercial nas regiões tropicais-equatoriais brasileiras, condicionada principalmente a orvalho prolongado (ORTOLANI et al., 1983).

Porém, segundo CAMARGO & SCHMIDT (1975), em regiões onde a temperatura média no inverno fica abaixo dos 20°C, a esporulação do *Microcyclus ulei* fica paralisada, interrompendo anualmente o potencial de inóculo e a propagação da doença, mantendo as brotações da seringueira do período de maio a dezembro livres de infecção. Entretanto, a redução da temperatura do ar que favorece a cultura pela paralisação da esporulação do *Microcyclus ulei*, pode ser prejudicial aos seringais, que quando jovens, segundo ORTOLANI (1982), demonstram nível de tolerância a baixas temperaturas similar aos cafeeiros.

Quanto a condição hídrica, MENDES et al., (1992), demonstram que a cultura é capaz de suportar elevada deficiência hídrica, pela presença de duas regiões de concentração radicular, uma superficial e outra profunda, com volume apreciável de raízes abaixo de 120 cm, chegando aos 270 cm ou mais, garantindo o suprimento de água nas épocas mais secas, e sustentando boas produções de látex mesmo com deficiência hídrica ao redor de 300mm (EMBRAPA, 1980; ORTOLANI et al., 1980, 1982, 1983; PINHEIRO, 1981).

Baseado nas exigências climáticas da seringueira e nas condições favoráveis à manifestação epidêmica do fungo *Microcyclus ulei*, realizou-se o zoneamento agroclimático da heveicultura para as Regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

Material e métodos

Utilizou-se dos dados médios mensais de temperatura do ar e chuva de 335 municípios, coletados pelo Instituto Nacional de Meteorologia, Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, Instituto Agrônomo de Campinas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, das Regiões Centro-Oeste e Sudeste.

Baseado nas exigências climáticas da seringueira (*Hevea brasiliensis*) e do fungo *Microcyclus ulei*, causador do “mal-das-folhas”, adotaram-se os fatores térmicos - temperatura média anual (TMA) e temperatura média mínima do mês mais frio (Tf), e hídrico - deficiência hídrica anual (DA). Para o cálculo do balanço hídrico (THORNTHWAITE & MATHER, 1955) utilizou-se da planilha eletrônica “BHNomr” (ROLIM et al., 1998), adotando-se uma capacidade de água disponível do solo de 300mm.

A partir dos dados de TMA, Tf e DA, foram geradas equações de regressão múltipla, tendo como variáveis independentes as coordenadas geográficas e a altitude (Tabela 1).

Tabela 1. Equações de estimativa da temperatura média anual (TMA), temperatura média mínima do mês mais frio (Tf) e deficiência hídrica anual (DA), a partir da latitude (*lat*), longitude (*long*) e altitude (*alt*), com os respectivos coeficientes de determinação (r^2), para o Centro-Oeste e Sudeste.

Região	Equações	r^2
Sudeste	TMA = 24,6582 + 0,386567* <i>lat</i> - 0,183737* <i>long</i> - 0,005336* <i>alt</i>	0,771
	Tf = 25,1503 + 0,535193* <i>lat</i> - 0,168435* <i>long</i> - 0,005527* <i>alt</i>	0,770
	DA = 498,4164 + 23,012968* <i>lat</i> - 1,641374* <i>long</i> - 0,043341* <i>alt</i>	0,624
Centro-Oeste	TMA = 33,7046 + 0,153810* <i>lat</i> + 0,096587* <i>long</i> - 0,005273* <i>alt</i>	0,803
	Tf = 37,3921 + 0,347932* <i>lat</i> + 0,158627* <i>long</i> - 0,005166* <i>alt</i>	0,830
	DA = 722,6196 + 15,747309* <i>lat</i> + 5,481141* <i>long</i> - 0,133989* <i>alt</i>	0,796

Com o módulo de análise espacial do programa ArcGIS9/ArcMap, e imagens de radar SRTM, em resolução espacial de 90m, projeção geográfica e datum horizontal WGS-84, foram gerados os mapas de relevo e coordenadas geográficas para as duas Regiões. Com o módulo “*Spatial Analyst*”, a partir das equações (Tabela 1), foram elaborados os mapas de TMA, Tf e DA. No módulo “*ArcToolbox-Analysis Tools*”, pela intersecção dos mapas de TMA, Tf e DA, elaboraram-se os mapas de aptidão climática à heveicultura e susceptibilidade de ocorrência do “mal-das-folhas”. As faixas de aptidão definidas são descritas pelas seguintes classes:

Classe A – Apta – TMA > 18°C; Tf entre 15°C e 21°C e DA entre 20mm e 200mm. Condições climáticas adequadas à seringueira e impróprias à ocorrência do “mal-das-folhas”; **Classe B – Restrita** – TMA > 18°C; Tf entre 15°C e 21°C; DA inferior a 20mm. Condições climáticas adequadas à seringueira, porém com excesso de umidade, sujeita aos “mal-das-folhas” principalmente em baixadas úmidas; **Classe C – Restrita** – Tf superior a 21°C; DA entre 20mm e 200mm. Condição térmica favorável à esporulação das pústulas do *Microcyclus*, mantendo elevada fonte de inoculo; **Classe D – Marginal** – Tf superior a 21°C; DA superior a 200mm. Deficiência hídrica elevada comprometendo a produtividade das seringueiras e condição térmica adequada a esporulação do *Microcyclus*; **Classe E – Inapta** – TMA até 18°C; Tf até 15°C. Carência térmica e probabilidade de ocorrência de geadas severas tornam o cultivo da seringueira impróprio.

Resultados e discussão

A figura 1 apresenta os mapas de temperatura média anual (TMA), temperatura média mínima do mês mais frio (Tmin) e deficiência hídrica anual (DA), para as Regiões Centro-Oeste e Sudeste. O uso de um sistema de informação geográfica, e imagens de radar SRTM, permitiram a geração dos mapas de TMA, Tmin e DA, a partir dos fatores condicionantes dos elementos climáticos (Tabela 1), dessa forma, tornando as delimitações entre classes de aptidão mais coerentes por seguirem o relevo (Figura 2), com relação ao uso de interpolação matemática de dados para espacialização dos resultados.

Na Figura 1, destaca-se a Região Pantaneira, o extremo norte do Mato Grosso e noroeste de Goiás, com elevado valor de temperatura do ar, TMA (a) e Tmin (b). A alta temperatura torna a demanda evapotranspirativa elevada, não atendida ao longo da toda a estação seca, aumentando a deficiência hídrica anual (c).

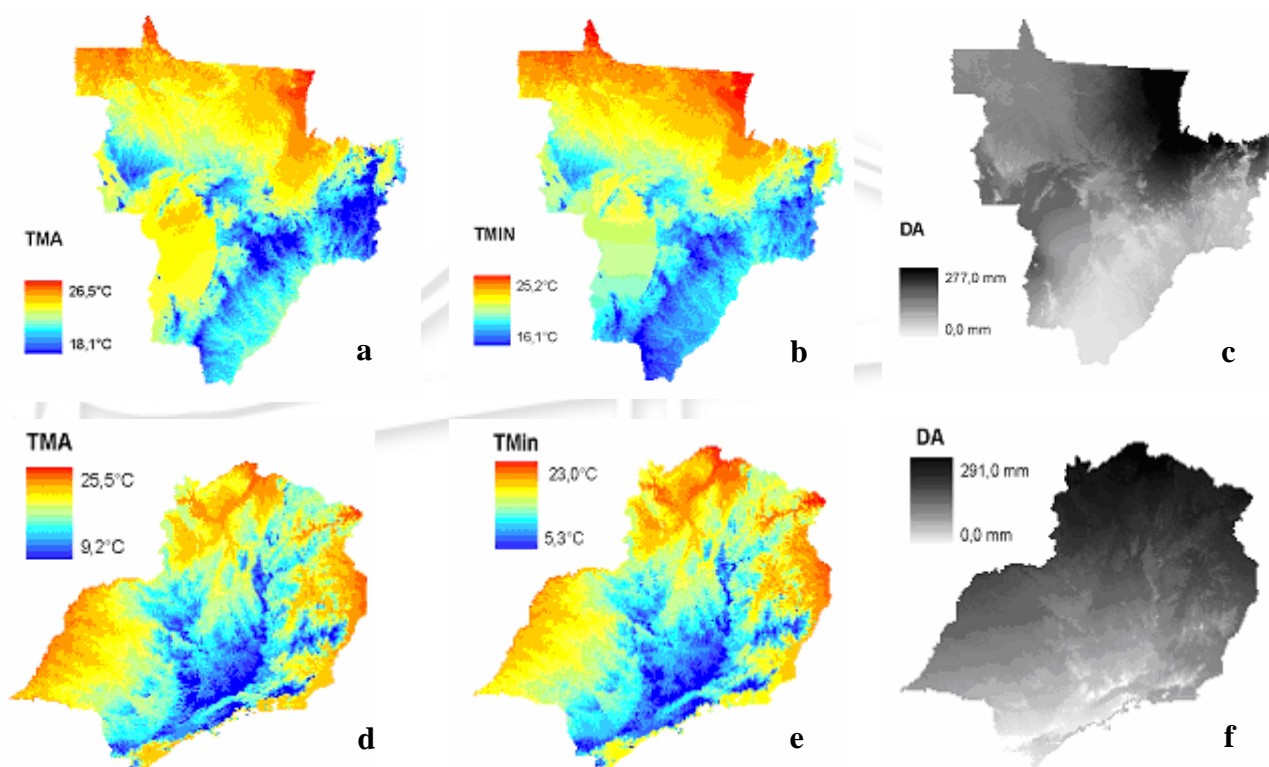


Figura 1. Temperatura média anual (TMA), temperatura média mínima do mês mais frio (Tmin) e deficiência hídrica anual (DA), respectivamente para o Centro-Oeste (a, b, c) e Sudeste (d, e, f).

Para o Sudeste, destaca-se a região com baixos valores de TMA e Tmin (Figura 1d e 1e), prolongada do extremo sul e serra de São Paulo, estendendo-se ao sul e centro de Minas Gerais, chegando ainda ao centro-sul do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Algumas localidades inclusas nessa zona de temperaturas mais amenas apresentam carência térmica ao cultivo da seringueira, com probabilidade de ocorrência de geadas severas, inaptas a heveicultura.

A figura 2 expõe as áreas de aptidão à seringueira para as Regiões Centro-Oeste e Sudeste, apresentando similaridade na delimitação das faixas de aptidão para ambas as Regiões, em

comparação ao estudo realizado por CAMARGO et al. (2003). Para a Região Centro-Oeste, a *Classe A* prolonga-se, em grande parte, do leste do Mato Grosso do Sul ao Estado de Goiás, delimitando, ainda, áreas ao sul do Mato Grosso. No Sudeste, a referida classe de aptidão sobrepõe a maior parte territorial da Região. As condições térmicas e hídricas exigidas pela cultura são plenamente atendidas nessas localidades, sem haver esporulação do fungo causador do “mal-das-folhas”.

Condições ambientais favoráveis ao cultivo da seringueira, porém sujeita a ocorrência do “mal-das-folhas”, por umidade elevada, *Classe B*, demarcam o extremo sul dos Estados do Mato Grosso do Sul (Figura 2a) e de São Paulo (Figura 2b). Nessas duas regiões, a alta umidade, expressa por uma deficiência hídrica anual inferior a 20 mm, potencializa a ocorrência de molhamento foliar, condição ideal a infecção das folhas pelo *Microcyclus ulei*. Ainda, temperatura elevada ao longo de todo ano, com temperatura média mínima do mês mais frio superior a 21°C, *Classe C*, torna as condições ideais à esporulação do fungo em localidades do Mato Grosso do Sul, Goiás e na maior área do Estado do Mato Grosso (Figura 2a). A mesma condição limita o cultivo da seringueira numa grande área do Estado do Espírito Santo, norte de Minas Gerais e uma estreita faixa ao extremo oeste de São Paulo e Minas Gerais (Figura 2b). O cultivo da seringueira nas áreas delimitadas por essas duas *Classes de Aptidão*, *B e C*, devem restringir-se ao plantio de clones resistentes a doença.

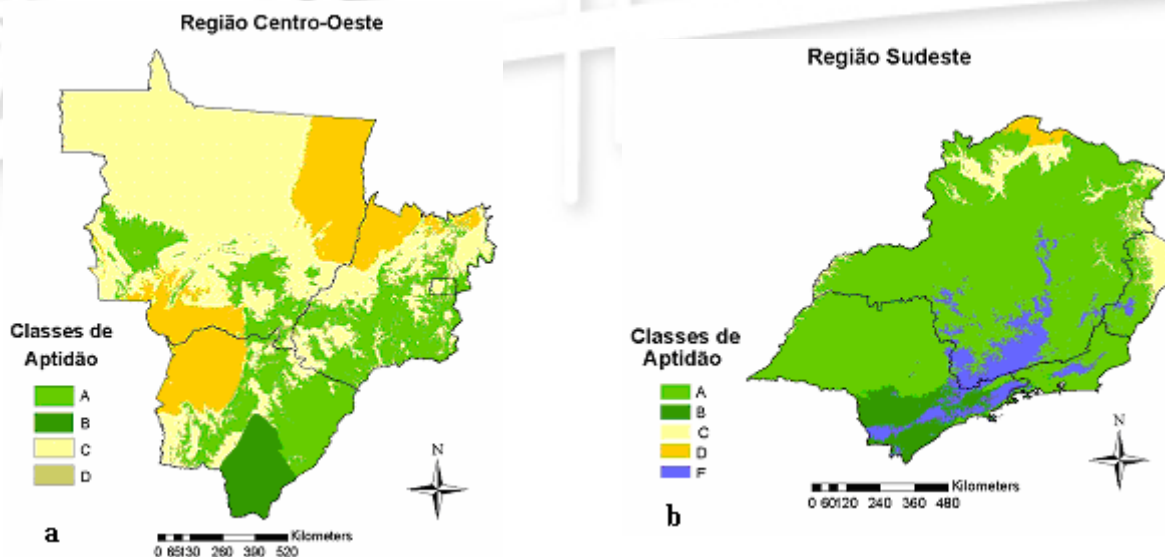


Figura 2. Zoneamento agroclimático da heveicultura para o Centro-Oeste (a) e Sudeste (b) do país.

Regiões marginais ao cultivo da seringueira, decorrente de uma deficiência hídrica anual acentuada, superior a 200mm, *Faixa D*, delimitam a região do bioma pantanal, nordeste do Mato Grosso e noroeste de Goiás (Figura 2a), e a região semi-árida no norte de Minas Gerais (Figura 2b). Na condição de elevada deficiência hídrica, a redução do turgor dos vasos laticíferos diminui a produção de látex, e a cultura pode tornar-se economicamente inviável (RAO et al., 1990).

Áreas com insuficiência térmica ao cultivo, e com probabilidade de ocorrência de geada, são demarcadas no zoneamento climático da heveicultura para a Região Sudeste (Figura 2b), do Estado de São Paulo a localidades do sul e centro de Minas Gerais, e região serrana do Rio de Janeiro e centro-sul do Espírito Santo.

Conclusão

As Regiões Centro-Oeste e Sudeste têm elevado potencial para expansão da heveicultura, com condições ideais ao desenvolvimento da cultura e risco relativamente baixo de ocorrência do “mal-das-folhas” em grande parte do Sudeste e em vastas áreas do Centro-Oeste.

“REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS”

- CAMARGO, A.P. Aptidão climática para a heveicultura no Brasil. **Ecosistema**, v.1, p.6-14, 1976.
- CAMARGO, A.P.; CARDOSO, R.M.G.; SCHMIDT, N.C. Comportamento e ecologia do “Mal-das-folhas” da seringueira nas condições climáticas do Planalto Paulista. **Bragantia**, v.26, p.1-18, 1967.
- CAMARGO, A.P.; MARIN, F.R.; CAMARGO, M.B.P. Zoneamento climático da heveicultura no Brasil. 19p. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, **Documento 24**, 2003.
- CAMARGO, A.P.; SCHMIDT, N.C. South american leaf blight epidemics and rubber phenology in São Paulo. In: **International Rubber Conference**, Kuala Lumpur, Malaysia, p.251-265, 1975.
- EMBRAPA. **Relatório da reunião de zoneamento agrícola para o plantio da seringueira**. Nov. 1979. Manaus – CNPS. 38p. 1980.
- INTERNATIONAL RUBBER STUDY GROUP - STATISTICAL SUMMARY OF WORLD RUBBER SITUATION. **Disponível em:** <<http://www.rubberstudy.com/statistics-quarstat.aspx>> Acesso em: 01 de agosto de 2006.
- MENDES, M.E.G.; VILLAGRA, M.M.; SOUZA, N.D.; BACCHI, O.O.; REICHARDT, K. 1992. Relações hídricas em seringal do município de Piracicaba, SP. **Scientia Agricola** v.49, n.1, p.103-109, 1992.
- ORTOLANI, A.A. The importance of agrometeorology to rubber production in Brazil. **Brazilian Agriculture & Commodities**. Hambrook Publishing Company. Portsmouth. P. 34-36. 1980.
- ORTOLANI, A.A. **Planejamento e proteção preventiva contra geada**. Campinas – Instituto Agrônomo. 5p, 1982.
- ORTOLANI, A.A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P.; BRUNINI, O. Aptidão climática para regionalização da heveicultura no Brasil. In: **Anais do Seminário Brasileiro para Recomendação de Clones de Seringueira, Brasília**, p.19-28,1983.
- PINHEIRO, F.S.V. **Comportamento de alguns clones amazônicos de seringueira (Hevea spp) nas condições ecológicas de Açailândia. Resultados preliminares**. Tese de “Magister Scientiae”. UFV. Viçosa, MG. 1981.
- RAO, G.G.; RAO, P.S. RAJAGOPAL, R.; DEVAKUMAR, A.S.; VIJAYAKUMAR, K.R.; SETHURAJ, M.R. Influence of soil, plant and meteorological factors on water relations and yield in *Hevea brasiliensis*. **International Journal of Biometeorology**, 34, p. 175-180, 1990.
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, n.1, p.133-137, 1998.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, R.J. **The water balance**. New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, 8).