



## INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO SAZONAL NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA BORRACHA NATURAL DE NOVOS CLONES

M.J. Silva<sup>1,2</sup>, R.M.B. Moreno<sup>1</sup>, E.J. Scaloppi-Júnior<sup>3</sup>, P.S. Gonçalves<sup>4</sup>, L.H.C. Mattoso<sup>1</sup>, M. A. Martins<sup>1</sup>

(1) Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, 13506-970, São Carlos, SP,  
jhony\_mjs31@hotmail.com, rogeriobmoreno@gmail.com, luiz.mattoso@embrapa.br,  
maria-alice.martins@embrapa.br

(2) Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235, SP-310, 13565-905, São Carlos, SP

(3) Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, IAC, Rodovia Péricles Belini, km 121, 15500-970,  
Votuporanga, SP, scaloppi@iac.sp.gov.br

(4) Instituto Agrônômico, IAC, Avenida Theodureto de Almeida Camargo, 1500, 13075-630, Campinas, SP,  
paulog@iac.sp.gov.br

**Resumo:** A borracha natural está presente em mais de 2500 espécies de plantas, sendo a *Hevea brasiliensis* a mais explorada comercialmente. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da variação climática (temperatura média e precipitação) nas propriedades tecnológicas da borracha dos novos clones PM 10, PC 119, PB 291 e RRIM 600 (controle), através dos ensaios de determinação da plasticidade Wallace ( $P_0$ ), índice de retenção de plasticidade (PRI) e viscosidade Mooney ( $V_R$ ), visando obtenção de novos cultivares e também novas aplicações para este material, como em nanocompósitos. Os resultados mostraram que estes clones produzem borracha de boa qualidade com altos valores de  $P_0$ ,  $V_R$  e PRI, sendo este último o único fator que foi suscetível às variações climáticas no período de monitoramento, indicando que a borracha destes clones pode ser utilizada para o desenvolvimento de novos materiais.

**Palavras-chave:** borracha natural, novos clones, propriedades tecnológicas, condições climáticas.

## INFLUENCE OF THE SAZONAL VARIATION IN THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF NATURAL RUBBER FROM NEW CLONES

**Abstract:** Natural rubber is present in more than 2500 plant species, *Hevea brasiliensis* being the most commercially exploited. This study aims to evaluate the influence of climatic conditions on the technological properties of the natural rubber from new clones PM 10, PC 119, PB 291 e RRIM 600 (controle), by Wallace Plasticity ( $P_0$ ), Plasticity Retention Index (PRI) and Mooney viscosity ( $V_R$ ). The results show that these clones produce good quality rubber with high values of  $P_0$ ,  $V_R$  and PRI, the latter being the only factor that was altered by climate variations in the monitoring period, indicating that the rubber from these new clones can be used for new materials.

**Keywords:** natural rubber, new clones, technological properties, climatic conditions.

### 1. Introdução

A borracha natural está presente em mais de 2500 espécies de plantas, sendo a *Hevea brasiliensis* [*Hevea brasiliensis* (Willd. Adr. Ex Juss.)Muell.-Arg.], conhecida popularmente como seringueira, a mais explorada comercialmente (CORNISH et al., 2000). A borracha natural é uma matéria-prima agrícola de extrema importância devido as suas aplicações e potencial econômico, sendo considerada única dentre os produtos naturais em função das suas propriedades. A seringueira é originária da Amazônia brasileira, e o Brasil já foi o maior produtor mundial de borracha, porém atualmente os maiores produtores são Tailândia, Indonésia e Malásia. Dados atuais indicam que a produção de borracha natural no país é insuficiente inclusive para o consumo interno, levando à importação de mais de 60% da borracha consumida (IRSG..., 2014). Esse déficit na produção levou ao início do cultivo fora da zona convencional, que é tradicionalmente em regiões equatoriais.

Diante deste cenário, visando o aumento da qualidade da borracha e da produção nacional, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em parceria com o Instituto Agrônômico (IAC) vem desenvolvendo projetos para o melhoramento genético, obtenção e avaliação de novos cultivares de seringueira que apresentem alta produtividade e qualidade do látex, alto desempenho agrônômico, e resistência a doenças (GONÇALVES; MARQUES, 2008). Devido ao melhoramento genético, vários seringais, hoje com mais de cinco anos de sangria, já ultrapassaram a produtividade dos 2000 kg/hectares/ano de borracha seca na região do Planalto Paulista/SP (PRIYADARSHAN et al., 2005). Dentro do projeto de avaliação dos novos clones adaptados a diferentes regiões

do país, um dos parâmetros avaliados é a influência das variações climáticas na qualidade da borracha natural produzida. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da variação climática (temperatura média e precipitação) nas propriedades tecnológicas da borracha através de ensaios de determinação da plasticidade Wallace, índice de retenção de plasticidade (PRI) e viscosidade Mooney, visando não só a obtenção de novos cultivares como também novas aplicações para este material, como em nanocompósitos.

Os ensaios de plasticidade Wallace, índice de retenção de plasticidade (PRI) e viscosidade Mooney são considerados padrões para as indústrias de borrachas, sendo parâmetros importantes durante o processamento das amostras nas indústrias e para o desenvolvimento de novas aplicações. O plastímetro Wallace de pratos paralelos mede a plasticidade ( $P_0$ ) com fundamento no achatamento de um corpo de prova submetido a uma compressão constante em condições padrão de temperatura (100 °C), tempo de ação da força de compressão, forma e peso do corpo de prova (GALIANI, 2009). A leitura é feita em unidades de escala Wallace. O PRI fornece uma estimativa da resistência à degradação termo oxidativa da borracha, sendo expresso em porcentagem e calculado por:  $PRI = (P_{30}/P_0) \times 100$ , onde  $P_0$  = plasticidade e  $P_{30}$  = plasticidade após degradação térmica dos corpos de prova. A viscosidade Mooney é medida através de um disco metálico envolto por uma amostra de borracha, contida numa câmara rígida mantida a temperatura constante de  $100 \pm 0,5$  °C. O disco é girado lentamente em uma direção, pelo viscosímetro, durante um tempo de 4 minutos. A resistência oferecida pela borracha a esta rotação, medida em uma escala convencional, é definida como a viscosidade Mooney do corpo de prova (MORENO, 2002).

## 2. Materiais e Métodos

As sangrias dos clones PM 10, PC 119, PB 291 e RRIM 600 (controle) foram realizadas no Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais – IAC em Votuporanga/SP, de Janeiro a Dezembro de 2013. No laboratório, os coágulos obtidos por coagulação natural no campo foram lavados com intuito de remover o excesso de sujeiras. Em seguida, foram processados em uma calandra de cilindros raiados e levados à estufa para secagem a 60 °C por 24 horas. Após a completa secagem, foram laminados em uma calandra de cilindros lisos para formação da manta, e secos em estufa. Os valores médios da precipitação e temperatura em Votuporanga/SP, foram obtidos da base de dados CIIAGRO. Os valores de plasticidade e PRI foram determinados no Plastímetro e estufa de degradação da marca Gramma-PG-2000AX. A plasticidade ( $P_0$ ) foi determinada em 5 corpos de prova não degradados e em 5 termodegradados (140 °C por 30 minutos) utilizando o plastímetro Wallace. A viscosidade Mooney foi realizada em um viscosímetro Gramma-MVG-2000AX. A resistência à rotação é medida em unidades Mooney e é apresentada da seguinte forma: X-ML 1 + 4 (100°C), onde X- indica o valor da viscosidade; M: indica que a viscosidade medida é Mooney; L: indica o modelo de rotor usado (grande); 1: indica o tempo de pré-aquecimento, em minutos; 4: indica o tempo do ensaio contado após início da rotação, em minutos e 100 °C: indica a temperatura do ensaio. Os ensaios de  $P_0$ , PRI (%) e viscosidade Mooney foram realizados de acordo com as normas NBR ISO 2007, NBR ISO 2930 e NBR 11597, respectivamente.

## 3. Resultados e Discussão

A plasticidade, PRI e viscosidade da borracha são de extrema importância, já que estas são as principais propriedades responsáveis pela avaliação do comportamento da borracha durante o seu processamento e uso pela indústria pneumática e demais indústrias do setor. A plasticidade Wallace está relacionada ao comprimento da cadeia de poliisopreno, e é considerada como uma medida do estado de degradação da borracha, dando uma visão da microestrutura do material. Fatores como o processamento e condições de secagem podem influenciar no seu valor (MORENO, 2002). A norma brasileira NBR ISO 2000 estabelece 30 unidades como valor mínimo para este parâmetro, sendo que borrachas com valores abaixo deste são consideradas muito flexíveis. Conforme pode ser visto na Figura 1, os valores da plasticidade Wallace ficaram acima do estabelecido pela norma vigente, em todo período avaliado. Com relação a médias da temperatura e precipitação do período monitorado, esta propriedade não mostrou dependência com as variações climáticas, sendo que os clones apresentaram perfis semelhantes em função do tempo e da variação climática.

No âmbito comercial e industrial, sobretudo para a indústria pneumática, o PRI é o mais importante parâmetro, pois fornece uma estimativa da resistência à degradação termo oxidativa do material, sendo que quanto maior a resistência ao aquecimento, melhores serão as propriedades do produto manufaturado (MORENO, 2002). De acordo com a Figura 1, os valores encontrados para esta propriedade estão acima do valor estipulado pela norma NBR ISO 2000, 50, exceto para o clone PC 119 nos meses de maio e junho e os clones PM 10 e PB 291 no mês de junho. Os altos valores encontrados para este parâmetro indicam boas propriedades quanto ao envelhecimento, e ao aquecimento, o que leva a menor degradação termo oxidativa, indicando que a borracha destes clones pode ser utilizada para o desenvolvimento de novos materiais. Observou-se também que esta propriedade, apesar de manter valores altos é afetada com o declínio da precipitação e das temperaturas. Observa-se que nos meses de maio e junho houve um decréscimo no valor de PRI, que coincide com a diminuição da temperatura e menor precipitação. As condições climáticas afetam esta propriedade, pois atuam na síntese dos constituintes não borrachosos produzidos pela planta.

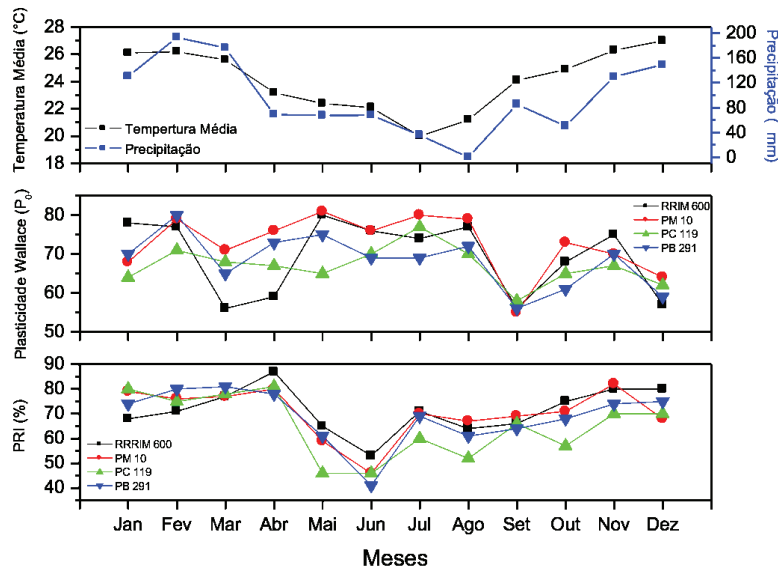


Figura 1. Valores médios da precipitação, temperatura, P<sub>0</sub> e PRI para a borracha natural dos novos clones no período de janeiro/2013 a dezembro/2013.

Dos resultados de V<sub>R</sub> verifica-se, Figura 2, que os clones tiveram um comportamento semelhante em função do tempo. Analisando os valores médios, observou-se que o clone PB 291 apresentou o maior valor médio no período de 12 meses, 88 e os clones RRIM 600 e PC 119 apresentaram o menor, 84, sendo o PB 291 mostrou a menor variação entre os meses estudados. Os ensaios para este parâmetro não foram realizados seguindo os meses de coleta dos coágulos, desta forma, os altos valores encontrados, acima de 80, podem estar associados ao tempo de armazenagem do material. A borracha natural tende com o tempo, a aumentar a quantidade de ligações cruzadas ocasionando um aumento adicional da V<sub>R</sub>. Em relação às variações climáticas, o comportamento das amostras deste ensaio não acompanhou a diferentes temperaturas e precipitações. As borrachas que apresentam elevados valores viscosidade Mooney são consideradas duras e nem sempre são as preferidas pelas indústrias, pois elevam o custo do processamento acarretando em excesso de mão de obra, tempo e energia.

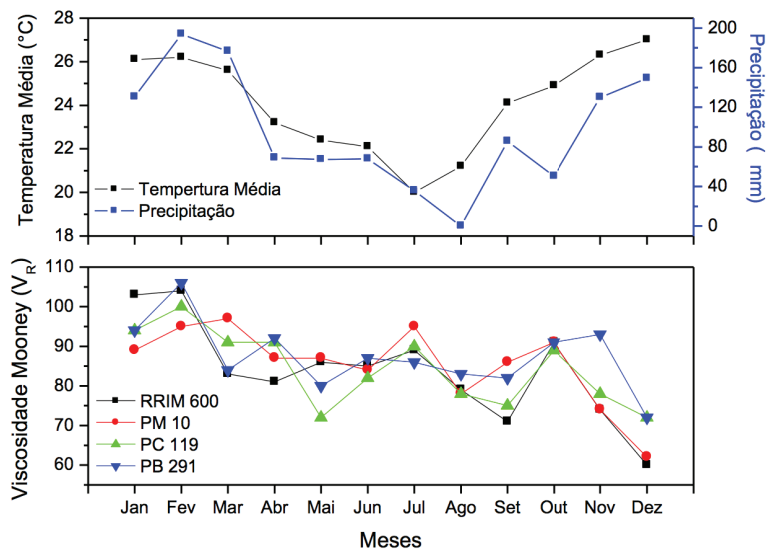


Figura 2. Valores médios da precipitação, temperatura e viscosidade Mooney (V<sub>R</sub>) para a borracha natural dos novos clones no período de Janeiro/2013 a Dezembro/2013.

#### 4. Conclusões

A avaliação das propriedades tecnológicas de plasticidade Wallace, índice de retenção de plasticidade (PRI) e viscosidade Mooney da borracha natural dos novos clones PM 10, PC 119 e PB 291 mostrou que estes

clones produzem borracha de boa qualidade com altos valores de  $P_0$  e PRI. Observou-se também variações entre clones e entre as coletas para todas as propriedades tecnológicas avaliadas, sendo que de modo geral, estes apresentaram comportamento semelhante ao longo do tempo. Com relação às variações climáticas, a única propriedade que sofreu alteração devido às variações foi o PRI. Estes resultados indicam que a borracha destes clones pode ser utilizada para o desenvolvimento de novos materiais, como em nanocompósitos.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP (Processo: 2014/07470-5), ao Projeto MP1 Rede Agronano/Embrapa, ao CNPq, Finep e Capes.

#### Referências

- CORNISH, L.; CASTILLÓN, J.; SCOTT, D. J. Rubber Molecular weight regulation, in vitro, in plant species that produce high and low molecular weights in vitro. *Biomacromolecules*, v. 1, p. 632-641, 2000.
- GALIANI, P.D. Avaliação e Caracterização da Borracha Natural de Diferentes Clones da Seringueira Cultivados nos Estados do Mato Grosso e da Bahia. 2009. 175 p. Tese de Doutorado em Ciências-Físico-Química, Universidade Federal de São Carlos/SP, 2009.
- GONÇALVES, P. S.; MARQUES, J. R. B. Melhoramento genético da seringueira: passado, presente e futuro. In: ALVARENGA, A.P.; CARMO, C.A.F. Seringueira. Viçosa/MG: EPAMIG, 2008. p. 399-498.
- IRSG - International Rubber Study Group. *Rubber Statistical Bulletin*, v.68, n.7-9, 2014.
- MORENO, R.M.B. Avaliação e Monitoramento das Propriedades do Látex e da Borracha Natural de Clones de Seringueira Recomendados para Plantio no Planalto do Estado de São Paulo. 2002. 106 p. Tese de Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2002.
- PRIYADARSHAN, P M ; HOA, T T T ; HUASUN, H ; GONÇALVES, P. S. Yielding Potential of Rubber (*Hevea brasiliensis*) in Sub-optimal environments. *Journal of Crop Improvement*, v. 14, n.1-2, p. 221-247, 2005.
- SÃO PAULO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. CIIAGRO. Monitoramento Agrometeorológico e climático. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>>. Acesso em: Agosto, 2014.