



# AVALIAÇÃO INICIAL DAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA BORRACHA NATURAL DE NOVOS CLONES DA SÉRIE IAC 300

Rogério M. B. Moreno<sup>1\*</sup>, Paulo de S. Gonçalves<sup>2</sup>, Luiz H. C. Mattoso<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> <sup>3</sup> *Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua XV de Novembro, 1452, Cx. 741, CEP: 13.560-970, São Carlos/SP – rogerio@cnpdia.embrapa.br/mattoso@cnpdia.embrapa.br;* <sup>2</sup> *Instituto Agronômico, Campinas/SP – paulog@iac.sp.gov.br*

## *Initial evaluation of the technological properties of natural rubber from new IAC 300 series clones*

The technological properties of natural rubber (NR) from new IAC 300 series rubber tree clones (328-333, 335, 337), GT 1 (Witness) and RRIM 600 (Witness) were evaluated by: percentage of nitrogen, percentage of ashes, acetone extract (%), Wallace plasticity ( $P_0$ ), plasticity retention index PRI (%) and Mooney viscosity ( $V_R$ ). There were significant variations ( $P < 0.01$ ) between clones for  $P_0$  and  $V_R$ , significant variations ( $P < 0.05$ ) for percentage of nitrogen and percentage of ashes and non significant for acetone extract (%) and PRI (%). There were significant variations ( $P < 0.01$ ) between tappings for  $P_0$  and  $V_R$  and non significant for percentage of nitrogen, percentage of ashes, acetone extract (%) and PRI (%). NR from IAC 300 series clones indicated acetone extract average values (%) below the maximum limit of 3.5% of the standards ABNT/NBR 11597. PRI (%) from IAC 300 series clones follow the specifications of the standards ABNT/NBR 11597 (60% minimum) and are superior to the Witness, except for clone IAC 337.

## **Introdução**

O aumento da cultura heveícola pode levar o Brasil a auto-suficiência na produção da borracha natural (BN). Tal situação dependerá do desenvolvimento de novos clones aptos às diferentes regiões propícias ao cultivo da seringueira e, esses novos clones, deverão produzir uma BN de qualidade. Outro aspecto importante para o aumento da área plantada da seringueira é fato da capacidade de fixação de carbono que poderá incentivar a formação de novos seringais.

A Embrapa Instrumentação Agropecuária realiza estudos de avaliação, monitoramento e caracterização da BN agregando os resultados tecnológicos da BN aos dados agronômicos obtidos pelo Instituto Agronômico (Campinas/SP) para a seleção de novos clones de seringueira a serem recomendados ao plantio no Estado de São Paulo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar, monitorar e apresentar os resultados iniciais das propriedades tecnológicas da BN de novos clones de seringueira da série IAC 300.

## **Experimental**

As sangrias foram realizadas em 12 árvores de cada um dos 8 novos clones da série IAC 300 (328, 329, 330, 331, 332, 333, 335 e 337) e dos clones testemunha do experimento GT 1 e RRIM 600 no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro-Norte Paulista, em Pindorama/SP.

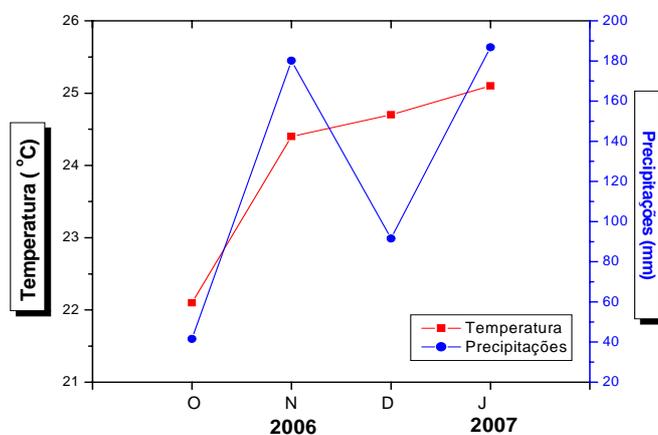
Os resultados foram das borrachas naturais cruas obtidas dos látices sangrados em: 31/03, 11/04, 13/05, 05/06 e 08/07/2003. Os coágulos foram obtidos por coagulação com solução de ácido acético a 10%.

Os pontos das curvas de temperatura e as precipitações são referentes às médias e a somatória de 30 dias anteriores da data de cada coleta, respectivamente.

As propriedades tecnológicas da BN dos clones da série IAC 300 foram avaliadas pelos ensaios padrões: % de cinzas, % de nitrogênio (% de N), % de extrato acetônico, plasticidade Wallace ( $P_0$ ), índice de retenção de plasticidade [PRI (%)] e viscosidade Mooney ( $V_R$ ). Essas estão de acordo com a norma NBR 11597 da Associação Brasileira de Normas Técnicas [1].

## Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta os resultados de temperatura e precipitações.



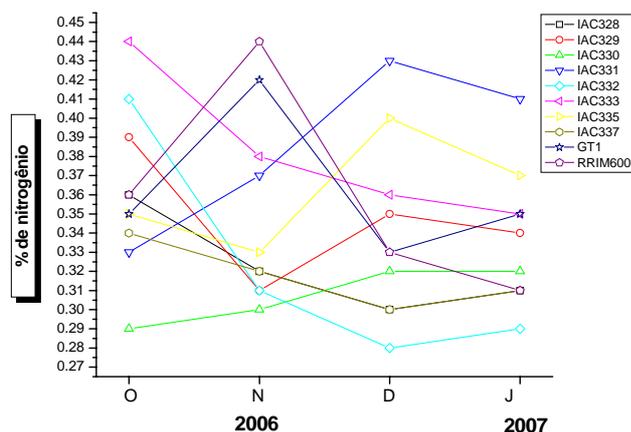
**Figura 1** – Temperatura média e precipitações referentes aos 30 dias anteriores às datas de coleta.

Dos resultados de % de N obtidos (Tabela 1) observa-se que o clone IAC 331 possui a maior % de N média (0,39%) e que o clone IAC 330 possui o menor valor médio (0,31%); o clone IAC 332 teve as maiores variações (CV=18,75%). A Figura 2 apresenta as curvas dos valores da % de N para os dez clones. Em relação às testemunhas GT 1 e RRIM 600, os clones IAC 300 obtiveram valores % de N média equivalentes. Os resultados da % de N foram parecidos aos obtidos por [2-7].

**Tabela 1** - Médias e coeficientes de variação [CV (%)] das propriedades tecnológicas da BN relativas a % de N, % de cinzas e % de extrato acetônico de dez clones de seringueira.

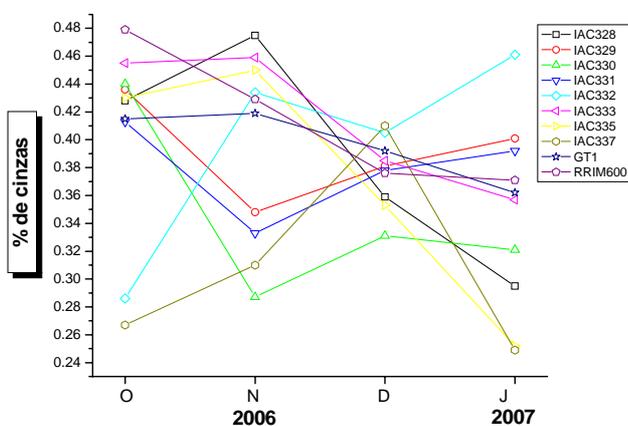
Clones	% de N		% de cinzas		% de extrato acetônico	
	<i>Média</i>	<i>CV(%)</i>	<i>Média</i>	<i>CV(%)</i>	<i>Média</i>	<i>CV(%)</i>
<b>IAC 328</b>	0,32	8,13	0,389	20,283	2,03	21,9
<b>IAC 329</b>	0,35	9,43	0,392	9,246	2,60	29,9
<b>IAC 330</b>	0,31	4,84	0,345	19,188	1,80	37,3
<b>IAC 331</b>	0,39	11,28	0,379	8,945	2,02	27,2
<b>IAC 332</b>	0,32	18,75	0,397	19,421	1,82	36,1
<b>IAC 333</b>	0,38	10,53	0,414	12,319	1,66	39,4
<b>IAC 335</b>	0,36	8,33	0,371	24,205	1,84	27,4
<b>IAC 337</b>	0,32	5,31	0,309	23,301	1,67	15,2
<b>GT 1</b>	0,36	10,83	0,397	6,599	1,91	38,5
<b>RRIM 600</b>	0,36	15,83	0,414	12,271	1,80	14,6

Os valores médios da % de N obtidos estão de acordo com as especificações da norma brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) [1], onde o valor máximo de N deve ser de 0,6%. O material absorvido para suprir os processos de aumento da biosíntese de proteínas, de formação de novas folhas, flores e frutos, pode favorecer o aumento % de N [8]. No período de outubro/06 a janeiro/07 o material absorvido para formação de folhas, flores e frutos já foi utilizado e, assim, temos um período correspondente a um patamar de valores mínimos da % de N. Tal comportamento foi observado por Moreno et al. (2003) [5], Moreno et al. (2005a) [6] e Moreno et al. (2006a) [7].



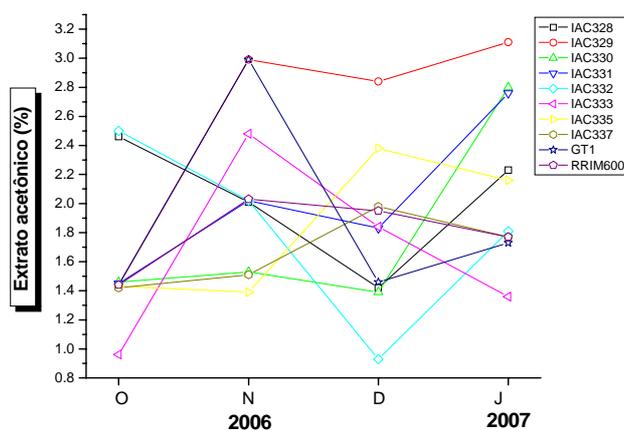
**Figura 2** – Variação da % de N para as BN dos 10 clones.

Os resultados da % de cinzas obtidos foram similares aos obtidos por [2-7]. Os dez clones apresentaram oscilações significativas, tal como apresentado na Figura 3. Observa-se uma tendência geral de diminuição da % de cinzas no período de outubro/06 a janeiro/07 com oscilações razoáveis peculiares às variações de clima e clone. O aumento das precipitações e da temperatura no mesmo período descrito acima, principalmente o aumento das precipitações, tem como consequência uma maior disponibilidade de água no solo, sendo acompanhada por uma tendência de queda nos valores das % de cinzas possivelmente, devido, a uma maior diluição do látex tornando-o menos concentrado. Na média, os dez clones não excederam o limite máximo de 0,5% de cinzas recomendado pela norma NBR 11597 [1]. O maior valor médio em % de cinzas foi obtido pelo clone IAC 333 (0,414%) e o menor o clone IAC 337 (0,309%) (Tabela 1). O clone IAC 335 teve as maiores variações (CV=24,205%) o clone IAC 331 (CV=8,945%) as menores. Em relação às testemunhas GT 1 e RRIM 600, os clones IAC 328, 329, 330, 331, 335 e 337 obtiveram valores médios da % de cinzas um pouco inferior e todos os clones da série IAC 300 tiveram os CV (%) substancialmente superiores às testemunhas, com exceção do clone IAC 331 apresentando um CV (%) pouco maior que da testemunha GT 1.



**Figura 3** – Variação da % de cinzas para as BN dos 10 clones.

Os resultados obtidos para a % de extrato acetônico apresentaram comportamento oscilatório acentuado (Figura 4) para todos os clones e com uma tendência geral de aumento muito discreta. Dos clones da série IAC 300 o que apresentou a menor oscilação nos resultados da % de extrato acetônico foi o clone IAC 337 (CV=15,2%). O clone IAC 333 (CV=39,4%) mostrou-se pouco mais susceptível às variações climáticas. Em relação às testemunhas GT 1 e RRIM 600, o clone IAC 329 obteve um valor médio significativamente maior e os clones IAC 333 e 337 apresentaram valores médios um pouco menores que das testemunhas. Todos os clones da série IAC 300 estão de acordo com a especificação máxima de 3,5% da norma NBR 11597 [1].



**Figura 4** – Variação da % de extrato acetônico para as BN dos 10 clones.

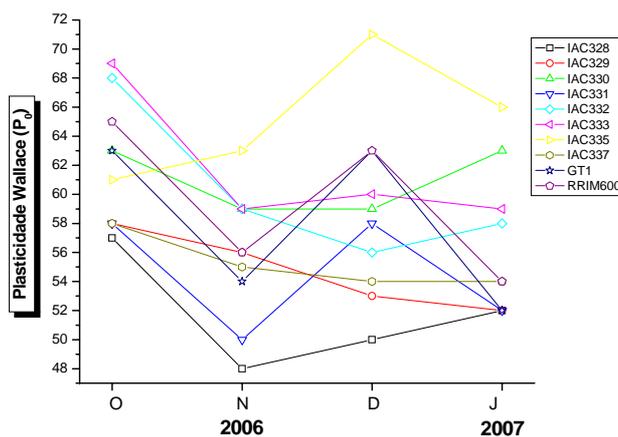
A plasticidade Wallace ( $P_0$ ) está ligada ao comprimento da cadeia do poliisopreno, sendo uma medida do estado de degradação da BN [9-11]. Ela varia entre clones e coletas como se observa na Figura 5. O clone IAC 335 é o que apresentou o maior valor médio e o clone IAC 328 o menor. Os clones IAC 332 e 333 tiveram as maiores variações (C.V. = 5%) (Tabela 2). Assim, em média, os resultados indicam que o clone IAC 328 é o que deve estar associado a uma estrutura de cadeias poliméricas menores e o clone IAC 335 a uma estrutura de cadeias maiores por possuírem o menor e o maior valor médio da  $P_0$ , respectivamente. No entanto, todos os clones possuem  $P_0$  acima do valor de 30 unidades, abaixo do qual, as BN são consideradas muito moles [2, 12]. Em relação às testemunhas GT 1 e RRIM 600, as BN dos clones IAC 328, 329, 331 e 335 possuem valores médios menores e os demais maiores. Todos os clones da série IAC 300 possuem valores médios de C.V. (%) menores que das testemunhas, exceto os clones IAC 332 e 333 com valores médios de C.V. (%) iguais à testemunha RRIM 600.

Dos resultados de viscosidade Mooney ( $V_R$ ) verifica-se que os clones IAC 328, 331 e 332 tiveram as maiores oscilações e os clones IAC 330 e 337 as menores (Figura 6). O clone IAC 335 teve o maior valor médio, valor esse significativamente maior, em relação às testemunhas. Os

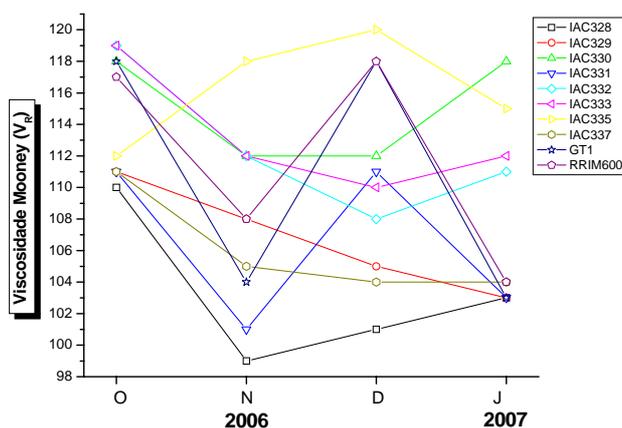
clones IAC 330, 332, 333 e 335 possuem, em geral, valores elevados de  $V_R$  indicando que estas necessitarão de maior trabalho dispensado no seu processamento. Assim, a  $V_R$  varia entre clones e coletas, provavelmente, devido a maior ou menor quantidade de constituintes não borracha que influenciarão nas características da BN, como por exemplo na formação de ligações cruzadas e variações na massa molecular e sua distribuição [113]. Segundo a literatura [14,15] essas borrachas quando estocadas em condições de temperatura e umidade ambientes tenderão a aumentar a quantidade de ligações cruzadas ocasionando um aumento adicional da  $V_R$ , devido às reações entre as moléculas de poliisopreno envolvendo grupos aldeído ou carbonil e a condensação de grupos aldeído na fase não borracha incluindo alguns amino ácidos.

No trabalho realizado por Lê Rox et al. (2000) [16] foi verificado o comportamento das propriedades tecnológicas ( $P_0$ , PRI e  $V_R$ ) ao longo de um ano. Os resultados obtidos mostram muitas variações ao longo de um ano em duas províncias do Camarões indicando um comportamento oscilatório apesar das diferenças climáticas do Camarões e de Pindorama.

As variações nessas propriedades são problemas constantes para a indústria de beneficiamento e da manufatura da BN que praticam a mistura de borrachas para adequar a matéria prima a uma determinada aplicação. O padrão ideal de comportamento dessas propriedades para a indústria seria uma maior homogeneidade ao longo do ano, onde as adequações das propriedades, por meio da mistura de borrachas, não seria necessária. Neste propósito, os clones IAC 330 e 337 parecem apresentar um comportamento oscilatório mais baixo (C.V. = 2% para  $P_0$  e C.V. = 3 para  $V_R$ ), mas tal comportamento, requer um número bem maior de coletas para ser confirmado.



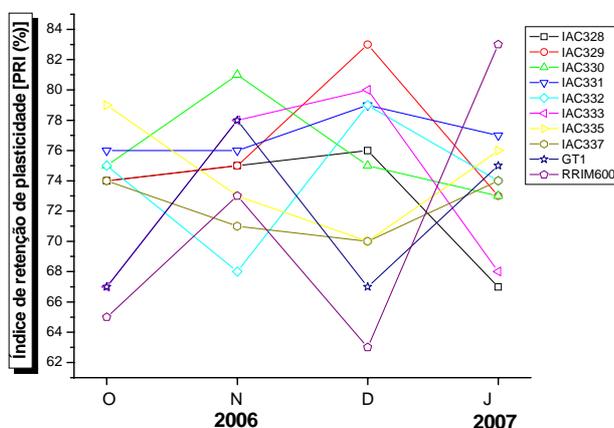
**Figura 5** – Variação da  $P_0$  para as BN dos 10 clones.



**Figura 6** – Variação da  $V_R$  para as BN dos 10 clones.

Os valores de PRI fornecem uma estimativa da resistência a degradação termo-oxidativa da BN [11,12]. Altos valores de PRI correspondem a uma boa resistência ao aquecimento, que leva a degradação termo-oxidativa. As especificações da norma NBR 11597 [1] padronizam o valor de 60% como um mínimo necessário, para todas as classes de BN. Assim, da Tabela 2, nota-se que os resultados médios dos clones IAC nas coletas realizadas estão de acordo com a referida norma. Todos os clones IAC possuem o PRI médio maior que das testemunhas GT 1 e RRIM 600, exceto para o clone IAC 337, com valor médio igual da testemunha GT 1. Os resultados do PRI (%) foram superiores aos obtidos por, Ferreira et al. (2002) [4], Moreno et al. (2003) [5], Moreno et al. (2005b) [17].

Da Figura 7 não se observa um comportamento definido dos valores do PRI (%), no período de Setembro/03 a Janeiro/04 para todos os clones, com posterior queda dos valores desta até Junho/04. Tal comportamento possui similaridade com o das curvas de temperatura e precipitações neste mesmo período (Figura 1).



**Figura 7** – Variação da PRI (%) para as BN dos 10 clones.

As diferenças entre os clones foram altamente significativas ( $P<0,01$ ) para  $P_0$  e  $V_R$ ; significativas ( $P<0,05$ ) para % de N e % de cinzas e não significativas para a % de extrato acetônico e o PRI (%). As diferenças entre as coletas foram altamente significativas ( $P<0,01$ ) para  $P_0$  e  $V_R$  e não significativas para as demais propriedades tecnológicas (Tabela 3).

**Tabela 2** - Médias e coeficientes de variação das propriedades tecnológicas da BN relativas à plasticidade Wallace ( $P_0$ ), índice de retenção de plasticidade [PRI (%)] e viscosidade Mooney ( $V_R$ ) dos dez clones.

Clones	$P_0$		PRI (%)		$V_R$	
	<i>Média</i>	<i>CV(%)</i>	<i>Média</i>	<i>CV(%)</i>	<i>Média</i>	<i>CV(%)</i>
<b>AC 328</b>	52	4	73	4	103	5
<b>IAC 329</b>	55	3	76	5	107	4
<b>IAC 330</b>	61	2	76	3	115	3
<b>IAC 331</b>	55	4	77	1	107	5
<b>IAC 332</b>	60	5	74	5	113	5
<b>IAC 333</b>	62	5	73	7	113	4
<b>IAC 335</b>	65	4	75	4	116	4
<b>IAC 337</b>	55	2	72	2	106	3
<b>GT 1</b>	58	6	72	6	111	8
<b>RRIM 600</b>	60	5	71	9	112	7

**Tabela 3** - Quadrados médios das análises de variância para as propriedades tecnológicas da BN relativas a % de N, % de cinzas, % de extrato acetônico, plasticidade Wallace ( $P_0$ ), índice de retenção de plasticidade [PRI (%)] e viscosidade Mooney ( $V_R$ ) de dez clones.

Ensaio padrão	Quadrado médio <sup>(1)</sup>		
	Clones	Coletas	Resíduo
% de N	0,0031*	0,0013 <sup>n.s.</sup>	0,0015
% de cinzas	0,0801*	0,0294 <sup>n.s.</sup>	0,0361
% de extrato acetônico	0,29 <sup>n.s.</sup>	0,67 <sup>n.s.</sup>	0,30
$P_0$	68**	80**	11
PRI (%)	16 <sup>n.s.</sup>	9 <sup>n.s.</sup>	27
$V_R$	75**	106**	16

<sup>(1)</sup> Graus de liberdade de clones, coletas e resíduo são 9, 3 e 27.

n.s., \* e \*\* - não significativo, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

### Conclusões

A análise de variância dos ensaios padrões indicou diferenças que devem ser levadas em consideração, tanto entre clones como entre as coletas, pois estatisticamente, as diferenças nos valores dos ensaios padrões entre coletas e clones são realmente marcantes, exceto para o DRC entre clones e coletas e para a % de extrato acetônico entre coletas.

Nesse período inicial de estudo, a % de N das BN dos clones IAC 300 apresentam valores que estão de acordo com norma NBR 11597 (valor máximo 0,6%).

A % de cinzas média dos clones da série IAC 300 não excederam o limite máximo de 0,5% da norma MBR 11597 e esses clones apresentaram variações nos valores da % de cinzas superiores às testemunhas.

Os valores médios da % de extrato acetônico não foram superiores ao limite máximo (3,5%) que caracteriza uma BN de boa qualidade pela norma NBR 11597.

Os valores médios de  $P_0$ , PRI (%) e  $V_R$  estão de acordo com a norma NBR 11597. Os clones IAC 300 apresentaram resultados superiores às testemunhas em relação ao PRI (%).

### Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro proporcionado por FAPESP, Embrapa Instrumentação Agropecuária, CNPq e CAPES e o apoio técnico do Biólogo Júlio César Janini do Pólo Regional de Pindorama.

## Referências Bibliográficas

1. ABNT, NBR 11597, Rio de Janeiro, 1996.
2. Y. Esah . *J. Nat. Rubber. Res.* 1990, 5, 52.
3. M.E. Haque, F. Akhtar, N.C. Dafader, F.R. Al-Siddique *Macromolecules Reports* 1995, 32, 435.
4. M. Ferreira, R.M.B. Moreno, P. de S. Gonçalves, L.H.C. Mattoso *Rubber Chem. Technol.* 2002, 75, 1.
5. R.M.B. Moreno, M. Ferreira, P. de S. Gonçalves, L.H.C. Mattoso *Pesq. Agropec. Bras.* 2003, 38, 583.
6. R.M.B. Moreno, M. Ferreira, P. de S. Gonçalves, L.H.C. Mattoso *Sci. Agric.* 2005a, 62, 122.
7. R.M.B. Moreno, M. Ferreira, P. de S. Gonçalves, L.H.C. Mattoso 2006a, *Circular Técnica Embrapa*, 32, 1.
8. W. Larcher, *Physiological Plant Ecology*, Springer-Verlag: Berlin, 1995.
9. N. Sekaran *Rubber World* 1988, 198, 27.
10. S.M. Sambhi *J. Nat. Rubber Res.* 1989, 4, 133.
11. N. Na-Ranong, H. de Livonnière, J.L. Jacob *Plantations, recherche, development* 1995, 2, 44.
12. S. Nair *J. Rubber Res. Inst. Malaysia* 1970, 23, 76.
13. J. Tangpakdee, Y. Tanaka *Rubber Chem. Technol.* 1997, 70, 707.
14. A.B. Othman, C. Hepburn, H. Hasma *Plast. Rubber Compos. Process. Appl.* 1993, 19, 185.
15. S.N. Gan *J. Macromol. Sci., Pure Appl. Chem.* 1996, 33, 939.
16. y. Le Roux, E. Ehabe, J. Saint-Beuve, J. Nkengafac, J. Nkeng, F. Ngolemasango, S. Gobina *J. Rubber Res.* 2000, 3, 142.
17. R.M.B. Moreno, P. de S. Gonçalves, L.H.C. Mattoso *Circular Técnica Embrapa* 2005b, 27, 1.