

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE FÍSICO-QUÍMICA

CARACTERIZAÇÃO DO LÁTEX E DA BORRACHA NATURAL DE
SERINGAIS DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP

Mariselma Ferreira



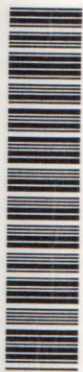
Dissertação apresentada ao Instituto de
Química de São Carlos, da Universidade
de São Paulo para a obtenção do título de
Mestre em Ciências na Área
de Físico-Química.

Orientador: Dr. Luiz Henrique Capparelli Mattoso

São Carlos

1999

DEDALUS - Acervo - IQSC



30800009971

1020509



Universidade de São Paulo
Instituto de Química de São Carlos

Av. Dr. Carlos Botelho, 1465
CEP 13560-970 - São Carlos, SP
Cx. Postal 780

Serviço de Pós-Graduação
Fone/Fax : (016) 274 2565
e-mail: spgr@iqsc.sc.usp.br

MEMBROS DA COMISSÃO JULGADORA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de
MARISELMA FERREIRA, APRESENTADA AO INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO
CARLOS, DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, EM 26 DE MARÇO DE 1999.

COMISSÃO JULGADORA:

Dr. Luiz Henrique Caparelli Mattoso
Orientador - EMBRAPA

Profa. Dra. Elisabete Frollini
IQSC/USP

Prof. Dr. João Batista Fernandes
DQ/UFSCar

À Deus pelo dom da vida.

**“Sobre ele repousará o espírito do senhor,
Espírito de Sabedoria e de Entendimento,
Espírito de Prudência e de Coragem, Espírito
de ciência e de temor do Senhor.”**

Livro do profeta Isaías (Is. 11,2).

**Aos meus pais Walter e Diomar, pelo apoio,
incentivo e carinho sempre demonstrados e
sem os quais eu não poderia ter chegado até
aqui.**

Minha eterna gratidão.

**À minha avó Irene pelo carinho,
dedicação e incentivo.**

Saudades.

AGRADECIMENTOS

Ao IQSC-USP e à EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA pela utilização de suas infra-estruturas.

À FAPESP pela concessão da bolsa e pelo apoio financeiro.

Ao Dr. Luiz Henrique Capparelli Mattoso pela orientação, compreensão, amizade e confiança depositada em minha pessoa.

Ao Dr. Paulo Gonçalves pelo apoio, contribuição, e valiosas sugestões desde o início deste trabalho.

Ao Sr Antonio da Fazenda Indiana pela grandiosa colaboração durante o período de coleta do látex.

Ao Renê pela paciência, amizade e valiosa colaboração nos trabalhos de campo e de laboratório.

Ao Ferrazini por toda a colaboração, paciência e amizade.

A Vera Otaviano e à Janis pela atenção prestada nos serviços da Biblioteca do CNPDIA.

Às bibliotecárias do IQSC, Lia, Li, Vilneide, Solange, e Vitória pela atenção e presteza nos serviços oferecidos pela Biblioteca do IQSC.

Ao Dalton pela ajuda e discussões.

Ao Valentim pela ajuda prestada na confecção da figuras.

Ao Gilberto Batista de Souza e ao Carlos Henrique da Embrapa-CPPSE pela realização das análises de nitrogênio.

A todos os funcionários da EMBRAPA-Instrumentação Agropecuária e do IQSC por toda a colaboração.

Às funcionárias da sessão de alunos do IQSC pela atenciosa colaboração.

As minhas irmãs Maria do Carmo, Maria Cristina, Marysilivia e Marystela que sempre estiveram presentes apoiando e incentivando.

Ao Dornelas pelo amor, carinho, paciência, apoio, dedicação e compreensão nos momentos difíceis e por tornar a vida mais bonita.

A todos os colegas da Embrapa em especial a Adriana, Denise, Lucimara, Marta, Sérgio pelos momentos alegres e descontraídos.

Aos amigos do IQSC, em especial à Marlene, Agnaldo e Nilson pelo carinho e amizade

Ao Etelvino pelo auxílio nas análises estatísticas e pelas discussões.

DRC - Dry Rubber Content

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do presente trabalho, externo meus sinceros agradecimentos.

IFPA - High Purity Acids

TSC - Controlado de Sólidos Túcios

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

DTNB - (3,5-Diisobutyl-2-amido-4-nitrobenzoyl)

SMR - Standard Malaysian Rubber

LISTA DE ABREVIATURAS

DRC - Dry Rubber Content

ET - Ethrel (ácido 2-cloroetilfosfônico)

MST - Mechanical Stability Time

HFA - High Fatty Acids

TSC - Conteúdo de Sólidos Totais

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

DTNB - (5-5-Ditiobis (2-ácido-nitrobenzóico)

SMR - Standard Malaysian Rubber

LISTA DE SÍMBOLOS

Tipos de Sangria: S/2 d/2 6d/7 (sangria em meia espiral em dias alternados, seis dias da semana com descanso aos domingos - testemunha);

1/2 S d/4 6d/7. ET. 5,0% 10Y (sangria em meia espiral com intervalo de quatro dias, com descanso aos domingos, com uso de ethrel a 5,0% e dez aplicações anuais);

1/2 S d/7 6d/7 ET. 5,0% 10Y (sangria em meia espiral com intervalo de sete dias, com descanso aos domingos, com uso de ethrel a 5,0% e dez aplicações anuais);

Parâmetros.

P_0 Plasticidade Wallace

V_R Viscosidade Mooney

T_g Temperatura de Transição Vítrea

P_i Fósforo Inorgânico

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	I
LISTA DE TABELAS.....	III
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
II. 1. BREVE HISTÓRICO	3
II.2. ASPECTOS GERAIS	4
II.3. ALGUMAS PROPRIEDADES GERAIS DA BORRACHA.....	7
II.4. BORRACHA NATURAL	10
II.5. COMPOSIÇÃO DO LÁTEX.....	10
II.5.a Importância dos Constituintes não Borracha.....	13
II.6. BIOSÍNTESE DO POLIISOPRENO.....	14
II.7 ASPECTOS METABÓLICOS E REGENERAÇÃO DO LÁTEX.....	15
III. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	20
III.1. COLETA DO LÁTEX	21
III.2. ESTABILIZAÇÃO DO LÁTEX	22
III.3. ANÁLISE DE ROTINA EM LÁTEX.....	22
III.3.a. Determinação do DRC (Conteúdo de Borracha Seca).....	22
III.3.b. Determinação do Teor de Cinzas.....	23
III.3.c. Determinação da Porcentagem de Nitrogênio (método semimicro Kjeldahal).....	23
III.3.d. Viscosidade Mooney (V_R).....	23
III.3.e. Plasticidade Wallace (P_w).....	24
III.4. MICROANÁLISES EM LÁTEX	24
III.4.a. Preparação de Amostra.....	24
III.4.b. Determinação do Conteúdo de Fósforo Inorgânico.....	25
III.4.c. Determinação do Conteúdo de Sacarose.....	25
III.4.d. Determinação do Conteúdo de Tióis.....	25
III. 5. DETERMINAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BORRACHA	25
III.6. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	26
IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
IV.1 ESTUDO DAS PROPRIEDADES DO LÁTEX E DA BORRACHA NATURAL.....	27
IV.1.a. Variação do DRC (Conteúdo de Borracha Seca).....	27
IV.1.b. Variação da Porcentagem de Nitrogênio.....	35
IV.1.c. Variação da Porcentagem de Cinzas.....	39
IV.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	43
IV.3. VARIAÇÃO DA VISCOSIDADE MOONEY E PLASTICIDADE WALLACE.....	47
IV.4. VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS	56
IV.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA OS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DO LÁTEX.....	64
IV.6. ESTUDO DA VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DO LÁTEX EM FUNÇÃO DA SANGRIA.....	66
V. CONCLUSÕES.....	75
VI. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	78
VII. ANEXO A.....	79

III. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 80

FIGURA 1. DISTRIBUIÇÃO MENSAL DA PRODUÇÃO E CONSUMO DA POTRACELA RACIONAL NO SÍTIO A (1966-1968). FONTE: IRESQ, 1987 7

FIGURA 2. CURVA DA ESTRUTURA DO PASTOREIO 1,4-80% (1970) 9

FIGURA 3. EXAMES DO LÁTIX ULTRACENTRIFUGADO (1967) 11

FIGURA 4. POTIVIDADE GOSTA DO LÁTEX 21

FIGURA 5. GRÁFICO DA DRC EM FUNÇÃO DOS MÊSES DE COLETA PARA O SISTEMA DE SANBRIA D2 29

FIGURA 6. GRÁFICO DE DRC EM FUNÇÃO DOS MÊSES DE COLETA PARA O SISTEMA DE SANBRIA D4 30

FIGURA 7. GRÁFICO DE DRC EM FUNÇÃO DOS MÊSES DE COLETA PARA O SISTEMA DE SANBRIA D7 31

FIGURA 8. GRÁFICO DA MÉDIA DA PRECIPITAÇÃO GERAL MÊS DE OUTUBRO EM MÊSES DE SANBRIA D2 32

FIGURA 9. GRÁFICO DA MÉDIA DA TEMPERATURA DE BOMBALHEIRO EM SANBRIA D2 EM MÊSES DE COLETA PARA O SISTEMA DE SANBRIA D2 33

FIGURA 10. GRÁFICO DA MÉDIA DA % DE UMIDADE RELATIVA MÊSES DE COLETA PARA O SISTEMA DE SANBRIA D2 34

FIGURA 11. GRÁFICO DA MÉDIA DA TEMPERATURA EM °C VERSUS MÊSES DE COLETA PARA O SISTEMA DE SANBRIA D2 36

FIGURA 12. GRÁFICO DE VARIAÇÃO DE NITROGÊNIO EM FUNÇÃO DO MÊS DA COLETA PARA OS CLONES PB 253, CT 3, PB 254-60 e JAN 673 PARA SISTEMA DE SANBRIA D2 (1971) 36

FIGURA 13. GRÁFICO DE VARIAÇÃO DE NITROGÊNIO EM FUNÇÃO DO MÊS DA COLETA PARA OS CLONES PB 253, CT 3, RB 1600 e JAN 673 PARA SISTEMA DE SANBRIA D4 36

FIGURA 14. GRÁFICO DE VARIAÇÃO DE NITROGÊNIO EM FUNÇÃO DO MÊS DA COLETA PARA OS CLONES PB 253, CT 1, RB 1600 e JAN 673 PARA SISTEMA DE SANBRIA D7 37

FIGURA 15. VARIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CINZAS EM FUNÇÃO DO MÊS DE COLETA PARA SISTEMA DE SANBRIA D2 (1971) 40

FIGURA 16. VARIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CINZAS EM FUNÇÃO DO MÊS DE COLETA PARA SISTEMA DE SANBRIA D4 41

FIGURA 17. VARIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CINZAS EM FUNÇÃO DO MÊS DE COLETA PARA SISTEMA DE SANBRIA D7 41

FIGURA 18. VARIAÇÃO DA VISCOSIDADE INTRÍNSECA PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANBRIA D2 (1971) 45

FIGURA 19. VARIAÇÃO DA VISCOSIDADE INTRÍNSECA PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANBRIA D4 45

FIGURA 20. VARIAÇÃO DA VISCOSIDADE INTRÍNSECA PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANBRIA D7 49

FIGURA 21. VARIAÇÃO DA PLASTICIDADE (P2) PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANBRIA D2 (1971) 51

FIGURA 22. VARIAÇÃO DA PLASTICIDADE (P2) PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANBRIA D4 52

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DA PRODUÇÃO E CONSUMO DA BORRACHA NATURAL NO ANO DE 1996. FONTE IRSG, 1997.	5
FIGURA 2. FÓRMULA ESTRUTURAL DO POLI (CIS - 1,4 – ISOPRENO).	9
FIGURA 3. FRAÇÕES DO LÁTEX ULTRACENTRIFUGADO [18].	11
FIGURA 4. FOTO DA COLETA DO LÁTEX.	22
FIGURA 5. GRÁFICO DE DRC EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA PARA SISTEMA DE SANGRIA D/2.	30
FIGURA 6. GRÁFICO DE DRC EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA PARA SISTEMA DE SANGRIA D/4.	30
FIGURA 7. GRÁFICO DE DRC EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA PARA SISTEMA DE SANGRIA D/7.	31
FIGURA 8. GRÁFICO DA MÉDIA DA PRECIPITAÇÃO VERSUS MÊS DA COLETA EM ML/DIA PARA DEZ DIAS ANTES DA COLETA.	32
FIGURA 9. GRÁFICO DA MÉDIA DA INSOLAÇÃO (N ^o DE HORAS BRILHO SOLAR/DIA) VERSUS MÊS DE COLETA PARA DEZ DIAS ANTES DA COLETA.	33
FIGURA 10. GRÁFICO DA MÉDIA DA % DE UMIDADE RELATIVA VERSUS MÊS DE COLETA PARA DEZ DIAS ANTES DA COLETA.	34
FIGURA 11. GRÁFICO DA MÉDIA DA TEMPERATURA EM ^o C VERSUS MÊS DE COLETA PARA DEZ DIAS ANTES DA COLETA.	34
FIGURA 12. GRÁFICO DE VARIAÇÃO DE NITROGÊNIO EM FUNÇÃO DO MÊS DA COLETA PARA OS CLONES PB 252, GT-1, RRIM 600 E IAN 873 PARA SISTEMA DE SANGRIA D/2 (TEST).	36
FIGURA 13. GRÁFICO DE VARIAÇÃO DE NITROGÊNIO EM FUNÇÃO DO MÊS DA COLETA PARA OS CLONES PB 252, GT 1, RRIM 600 E IAN 873 PARA SISTEMA DE SANGRIA D/4.	36
FIGURA 14. GRÁFICO DE VARIAÇÃO DE NITROGÊNIO EM FUNÇÃO DO MÊS DA COLETA PARA OS CLONES PB 252, GT 1, RRIM 600 E IAN 873 PARA SISTEMA DE SANGRIA D/7.	37
FIGURA 15. VARIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CÍNZAS EM FUNÇÃO DO MÊS DE COLETA PARA SISTEMA DE SANGRIA D/2 (TEST).	40
FIGURA 16. VARIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CÍNZAS EM FUNÇÃO DO MÊS DE COLETA PARA SISTEMA DE SANGRIA D/4.	41
FIGURA 17. VARIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CÍNZAS EM FUNÇÃO DO MÊS DE COLETA PARA SISTEMA DE SANGRIA D/7.	41
FIGURA 18. VARIAÇÃO DA VISCOSIDADE MOONEY PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/2 (TEST).	48
FIGURA 19. VARIAÇÃO DA VISCOSIDADE MOONEY PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/4.	48
FIGURA 20. VARIAÇÃO DA VISCOSIDADE MOONEY PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/7.	49
FIGURA 21. VARIAÇÃO DA PLASTICIDADE (P ₀) PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/2 (TEST).	52
FIGURA 22. VARIAÇÃO DA PLASTICIDADE (P ₀) PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/4.	52

FIGURA 23. VARIAÇÃO DA PLASTICIDADE (P_0) PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/7.	53
FIGURA 24. VALORES DE VISCOSIDADE MOONEY E PLASTICIDADE PARA TODOS OS CLONES EM TRÊS DIFERENTES SISTEMAS DE SANGRIA PARA AS SEIS COLETAS REALIZADAS.	54
FIGURA 25. RELAÇÃO LINEAR ENTRE VALORES DE VISCOSIDADE MOONEY E PLASTICIDADE PARA TODOS OS CLONES EM TRÊS DIFERENTES SISTEMAS DE SANGRIA PARA AS SEIS COLETAS REALIZADAS.	54
FIGURA 26. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE FÓSFORO INORGÂNICO (EM mM) EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA, PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/2 (TEST).	57
FIGURA 27. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE FÓSFORO INORGÂNICO (EM mM) EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA, PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/4.	57
FIGURA 28. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE FÓSFORO INORGÂNICO (EM mM) EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA, PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/7.	58
FIGURA 29. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE TIÓIS (EM mM) EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA, PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/2 (TEST).	59
FIGURA 30. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE TIÓIS (EM mM) EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA, PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/4.	59
FIGURA 31. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE TIÓIS (EM mM) EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/7.	60
FIGURA 32. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE SACAROSE EM mM EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/2 (TEST).	61
FIGURA 33. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE SACAROSE EM mM EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/4.	61
FIGURA 34. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE SACAROSE EM mM EM FUNÇÃO DOS MESES DE COLETA PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/7.	62
FIGURA 35. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE DRC EM FUNÇÃO DO INTERVALO DE SANGRIA PARA OS CLONES RRIM 600, GT 1, IAN 873 E PB 252.	67
FIGURA 36. VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE FÓSFORO INORGÂNICO EM FUNÇÃO DO INTERVALO DE SANGRIA PARA OS CLONES RRIM 600, GT 1, IAN 873 E PB 252.	68
FIGURA 37. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE SACAROSE EM FUNÇÃO DO INTERVALO DE SANGRIA PARA OS CLONES RRIM 600, GT 1, IAN 873 E PB 252.	69
FIGURA 38. VARIAÇÃO DO CONTEÚDO DE TIÓIS EM FUNÇÃO DO INTERVALO DE SANGRIA PARA OS CLONES RRIM 600, GT 1, IAN 873 E PB 252.	70
FIGURA 39. PRODUÇÃO MÉDIA NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998 DOS CLONES EM FUNÇÃO DO INTERVALO DE SANGRIA.	71

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. COMPOSIÇÃO DE LÍPIDIOS DAS PARTÍCULAS DE BORRACHA DO LÁTEX DE SEIS CLONES DA ESPÉCIE <i>HEVEA BRASILIENSIS</i> [21].	14
TABELA 2. VALORES DE DRC EM % DE BORRACHA SECA PARA OS CLONES GT 1, IAN 873, RRIM 600 E PB 252 EM SISTEMA DE SANGRIA D/2 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	27
TABELA 3. VALORES DE DRC EM % DE BORRACHA SECA PARA OS CLONES GT 1, IAN 873, RRIM 600 E PB 252 EM SISTEMA DE SANGRIA D/4 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	28
TABELA 4. VALORES DE DRC EM % DE BORRACHA SECA PARA OS CLONES GT 1, IAN 873, RRIM 600 E PB 252 EM SISTEMA DE SANGRIA D/7 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	28
TABELA 5. VARIAÇÃO DA % DE NITROGÊNIO PARA OS CLONES PB 252, GT 1, RRIM 600 E IAN 873 PARA O SISTEMA DE SANGRIA D/2 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	38
TABELA 6. VARIAÇÃO DA % DE NITROGÊNIO PARA OS CLONES PB 252, GT 1, RRIM 600 IAN 873 PARA O SISTEMA DE SANGRIA D/4 EM SEIS COLETAS REALIZADAS EM 1998 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	39
TABELA 7. VARIAÇÃO DA % DE NITROGÊNIO PARA OS CLONES PB 252, GT 1, RRIM 600 E IAN 873 PARA O SISTEMA DE SANGRIA D/7 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	39
TABELA 8. VARIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CINZAS PARA OS CLONES RRIM 600, GT 1, IAN 873 E PB 252 PARA SISTEMA DE SANGRIA D/2 (TEST) PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	42
TABELA 9. VARIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CINZAS PARA OS CLONES RRIM 600, GT 1, IAN 873 E PB 252 PARA SISTEMA DE SANGRIA D/4 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	43
TABELA 10. VARIAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CINZAS PARA OS CLONES RRIM 600, GT 1, IAN 873 E PB 252 PARA SISTEMA DE SANGRIA D/7 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	43
TABELA 11. VALORES DE CORRELAÇÃO SIGNIFICATIVOS A 0,05 DE PROBABILIDADE PARA AS PROPRIEDADES DRC, % DE NITROGÊNIO E % DE CINZAS DO LÁTEX E AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS. 44	
TABELA 12. VALORES DE VISCOSIDADE MOONEY PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/2 (TEST) PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	49
TABELA 13. VALORES DE VISCOSIDADE MOONEY PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/4 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	50

TABELA 14. VALORES DE VISCOSIDADE MOONEY PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/7 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	50
TABELA 15. VALORES DE PLASTICIDADE WALLACE PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/2 (TEST) PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	55
TABELA 16. VALORES DE PLASTICIDADE WALLACE PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/4 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	55
TABELA 17. VALORES DE PLASTICIDADE WALLACE PARA OS QUATRO CLONES ESTUDADOS EM SISTEMA DE SANGRIA D/7 PARA SEIS COLETAS REALIZADAS NO PERÍODO DE JANEIRO A JUNHO DE 1998.	56
TABELA 18. PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DO LÁTEX CORRELACIONADOS COM AS CONDIÇÕES DE EXPLORAÇÃO DA <i>HEVEA BRASILIENSIS</i>	64
TABELA 19. VALORES DE CORRELAÇÃO SIGNIFICATIVOS A 0,05 DE PROBABILIDADE PARA OS PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DO LÁTEX E AS VARIÁVEIS DO CLIMA.	64
TABELA 20. MÉDIAS DA PRODUÇÃO DE BORRACHA SECA REFERENTE A QUATRO ANOS DE SANGRIA, DOS 4 CLONES DE SERINGUEIRA NO ESTUDO DE AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE SANGRIA NO MUNICÍPIO DE INDIANA SP.	74

RESUMO

Com a finalidade de realizar um estudo para a caracterização de látex e borracha natural de clones de seringais (*Hevea brasiliensis*) plantados no estado de São Paulo, este trabalho foi conduzido em experimento na região de Presidente Prudente. Foram estudados os clones RRIM 600, IAN 873, GT 1 e PB 252 em três diferentes freqüências de sangria. A caracterização das propriedades do látex e da borracha natural foi feita através de ensaios padrões de conteúdo de borracha seca (DRC), % de cinzas, % de nitrogênio, plasticidade Wallace e viscosidade Mooney. A investigação do efeito da sangria nas características do látex foi feita através de microanálises de sacarose, tióis (R-SH) e fósforo inorgânico (Pi). Os resultados mostraram que as propriedades do látex e da borracha variaram consideravelmente em função do tipo de clone, freqüência de sangria e estações do ano. Os valores de DRC tendem a diminuir no início da estação seca e fria (meses de maio e junho), enquanto que para a % de nitrogênio e % de cinzas observou-se um aumento neste mesmo período. Uma hipótese que pode explicar estes comportamentos é o fato das condições climáticas do período acima citado favorecerem a queda das folhas das árvores e a diminuição da fotossíntese, fazendo com que os nutrientes da planta sejam direcionados para o látex. Para os resultados de viscosidade Mooney e plasticidade Wallace o clone RRIM 600 apresentou os maiores valores médios, o que indica que a borracha deste clone é mais dura do que a borracha dos demais clones. No estudo dos parâmetros fisiológicos do látex observamos que cada tipo de clone responde de uma forma diferente ao tipo de sangria e estimulação. Na análise dos parâmetros fisiológicos do látex em função dos meses de coleta observamos nos meses de maio e junho um aumento no conteúdo de Pi, RSH e queda do conteúdo de sacarose e DRC. Este comportamento está associado ao aumento da produtividade da seringueira que é máxima nestes meses. Os baixos valores de sacarose e DRC e altos valores de Pi e RSH indicam que nesta época do ano as árvores dos clones estudados neste trabalho produzem sob condições de super-exploração, demonstrando a importância dos estudos de caracterização do látex e borracha natural realizados neste trabalho.

ABSTRACT

This study was carried out to characterize the latex and natural rubber from rubber tree [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Muell. Arg.] from Indiana Plantation in the Presidente Prudente region, state of São Paulo/Brazil. The clones RRIM 600, IAN 873, GT 1 and PB 252 were studied in three different tapping systems. The latex and rubber characterization was done by dry rubber content (DRC), ashes %, nitrogen %, Wallace plasticity and Mooney viscosity. The effect of the tapping method on the latex characteristics was investigated by sucrose, inorganic phosphorus (Pi) and thiol (RSH) microanalysis. The results indicate that the latex and rubber properties vary considerably as a function of clone type, tapping method and year season. DRC tend to decrease in the beginning of the dry and cold season (months of May and June), whereas for the nitrogen % and ashes % an increase is observed for the same period. A possible explanation for such behavior is the fact that the climate conditions favors the fall of the tree leaves and the decay of the photosynthesis which makes the plant nutrients to be directed to the latex. For the Mooney viscosity and Wallace plasticity studies, the clone RRIM 600 presented the highest values, indicating that such clone produces rubber harder than from the other ones. It was also observed that each clone respond differently to the tapping method. The analysis of the physiological parameters, as a function of the tapping month, showed an increase in Pi and RSH and a decrease in sucrose and DRC in the months of May and June. Such behavior is associated with the latex productivity increase, which is maximum in this period. The low sucrose and DRC and the high Pi and RSH values obtained indicates that the trees from the clones studied in this work were under super exploitation conditions in the months of May and June, demonstrating the importance of the studies carried out in this work.

I. INTRODUÇÃO

A borracha natural é uma matéria-prima essencial para a fabricação de vários artefatos, como pneumáticos para a indústria automobilística. Embora a borracha natural possa ser substituída pela sintética em algumas áreas, a impossibilidade de se reproduzir quimicamente um polímero com as mesmas qualidades do polímero natural mantém a sua grande fatia no mercado mundial [1]. Além disso, o interesse crescente da indústria pelo uso de materiais menos nocivos ao meio ambiente faz com que a borracha natural retome o espaço perdido para os sintéticos em vários setores, como em estofamentos de automóveis. A Mercedes-Benz européia, por exemplo, produz estofamentos com fibra de côco e borracha natural para substituir o poliuretano à base de isocianato, que é altamente tóxico e está sendo proibido em toda a Europa [2].

Embora a seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. exAdr. de Juss.) Muell .Arg.] seja originária do Brasil, hoje nosso país é responsável por apenas cerca de 1% da produção mundial, o que é insuficiente para o consumo interno, forçando a importação de cerca de 60% da borracha consumida no país. Outro aspecto relevante é que a qualidade e produtividade da borracha natural brasileira estão, em geral, abaixo dos níveis da importada. O Brasil possui uma das maiores biomassas e extensão territorial cultivável do mundo, potenciais estes que devem ser melhor explorados. A produção de borracha natural é uma atividade que está recuperando o interesse, com o estado de São Paulo sendo o maior produtor do país, e sua produção deverá ser dobrada nos próximos anos quando novos seringais já plantados entrarão em fase de exploração (sangria) [3]. O aumento da produtividade, que pode levar o Brasil à auto-suficiência na produção de borracha dependerá do aprimoramento de tecnologias para auxiliar produtores e beneficiadores.

A produtividade da seringueira e a qualidade do látex extraído dependem da capacidade de regeneração de látex pela árvore entre duas extrações (sangrias) e da duração do fluxo do látex durante a sangria, sendo também influenciadas pelo uso de substâncias "estimulantes". A utilização de "substâncias estimulantes à base de etileno" (conhecido comercialmente como Ethrel) permite o aumento do fluxo do látex por sangria, tornando viável a diminuição na frequência de sangria [4]. Tal

diminuição por sua vez, promove menor trauma às plantas, maior tempo para regeneração do látex entre duas sangrias e uma redução de enfermidades fisiológicas como secamento do painel, assim como leva a um menor consumo da casca e, portanto a um aumento no período produtivo da planta. A literatura [4,5,6] tem mostrado que a utilização de agentes estimulantes e baixa frequência de sangria podem trazer benefícios econômicos, devido à redução na mão-de-obra (responsável por 70% dos custos de produção) e à maior produtividade. No entanto, estas características dependem do tipo de clone e da região.

Atualmente não existe uma integração concreta e efetiva entre o produtor rural e o industrial beneficiador dos produtos naturais que possibilite o progresso nesta linha. Enquanto o primeiro busca produtividade e produção, o outro deseja qualidade e uniformidade. Neste contexto, este trabalho objetiva a caracterização de látex de borracha natural de clones recomendados para o estado de São Paulo visando à melhoria da qualidade do produto agrícola em si (látex) após a exploração e a determinação de melhores clones e métodos de sangria.

Com relação à produção de borracha natural, o Brasil desenvolveu a produção no início do século XX no estado de São Paulo e no estado de Minas Gerais, sendo responsável pelo desenvolvimento da cidade de Manaus e era a principal fonte de receita daquela região. Com o uso e a perda da posição estratégica para a produção de borracha que abastecia a indústria automobilística americana e europeia.

Em 1977 toneladas de látex brasileiro foram levadas para o Brasil brasileiro, por legislação, e plantadas no Brasil que na época era colônia de

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

II. 1. Breve Histórico

A borracha tem sido utilizada a mais de 200 anos em inumeros produtos, porém tornou-se um material tecnicamente importante após a descoberta da vulcanização por Charles Goodyear em 1839. Foi gradualmente sendo introduzida em todos os campos da atividade humana oferecendo novas possibilidades de aplicação. O maior efeito no desenvolvimento da indústria de borracha foi exercido pela rápida formação e desenvolvimento da indústria automobilística, impossível sem pneus de borracha. Hoje a variedade dos produtos que contêm borracha excede a 50.000 itens e este material é indispensável no desenvolvimento da tecnologia e muitas realizações da vida moderna [7].

Antes da segunda guerra mundial, em 1938, a produção e consumo mundial da borracha natural era de 1.400.000 toneladas; em comparação, a produção de borracha sintética era desprezível. Durante a guerra aconteceram grandes desenvolvimentos na produção de borracha sintética devido à queda de suprimento de borracha natural no mundo [8]. O aumento do preço do petróleo em 1973 combinado com o aumento do consumo de pneu radial levou a retomada do interesse na borracha natural. Em contrapartida o consumo de borracha sintética, que teve grande uso nas décadas de 40, 50 e 60, acreditando-se até que poderia substituir totalmente a borracha natural, vem decaindo a cada ano. Esta borracha não pode ser comparada com a borracha natural em termos de durabilidade, elasticidade, força e resistência a abrasivos e ao impacto; só a borracha natural pode resistir a bruscas variações de temperatura como as extremamente baixas nas grandes altitudes para o súbito calor de um pouso na pista de um aeroporto [9].

Com relação a produção de borracha natural, o Brasil dominava a produção no início do século XX no mundo e este extrativismo do látex de seringueiras nativas foi responsável pelo desenvolvimento da cidade de Manaus e era a principal fonte de receita daquela região. Com isso o país tinha posição estratégica pois dominava a produção de borracha que abastecia a indústria automobilística americana e européia.

Em 1877 sementes da *Hevea brasiliensis* foram levadas das florestas brasileiras, por ingleses, e plantadas na Malásia que na época era colônia da

Inglaterra. Nos seringais de cultivo as árvores eram plantadas próximas umas das outras o que permitia facilidade e barateamento da extração do látex e aumento da produção. Com o passar do tempo plantadores aprenderam a selecionar clones altamente produtivos e propagá-los através das mudas. Estes fatos foram responsáveis pelo êxito dos seringais de cultivo da Malásia e o declínio dos seringais nativos da Amazônia. Os seringais nativos brasileiros não suportaram a produção e os preços da borracha de cultivo asiática e entraram em declínio.

II.2. Aspectos Gerais

A borracha natural é uma matéria-prima agrícola importante para a manufatura de uma grande quantidade de produtos, considerada estratégica ao lado de produtos como aço e petróleo sendo indispensável na produção de artigos essenciais para a humanidade. Na indústria de artefatos leves de borracha, por exemplo, é enorme a diversidade de bens produzidos a partir de látex centrifugado, como: luvas cirúrgicas, preservativos, chupetas, etc e artefatos que utilizam borracha sólida como coxins, solados, etc. Outro ramo onde a borracha natural é muito utilizada é na indústria de transporte e produtos bélicos por ser um material com boas propriedades isolantes e impermeabilidade tanto ao ar quanto à água [3,12]. A indústria de pneumáticos é a maior consumidora de borracha natural, onde cerca de 85% da produção mundial é utilizada. No contexto mundial projeções indicam que o consumo crescerá mais que a produção. Burger & Smit [11] estimam que no ano 2020 o consumo de borracha natural será de 9,71 milhões de toneladas comparadas com uma produção de 7,06 milhões de toneladas. Em contrapartida o consumo de borracha sintética, que teve grande uso nas décadas de 40, 50, e 60, acreditando-se que poderia substituir totalmente a borracha natural, vem decaindo a cada ano [9]. Esta borracha não pode ser comparada com a borracha natural em termos de durabilidade, elasticidade, resistência a abrasivos e ao impacto. A Figura 1 mostra a distribuição da produção e consumo mundial de borracha natural em 1996 com uma produção total de 6,340 mil toneladas, para um consumo de 6,130 mil toneladas. O Brasil contribuiu com 1% dessa produção para um consumo de 2,5%.

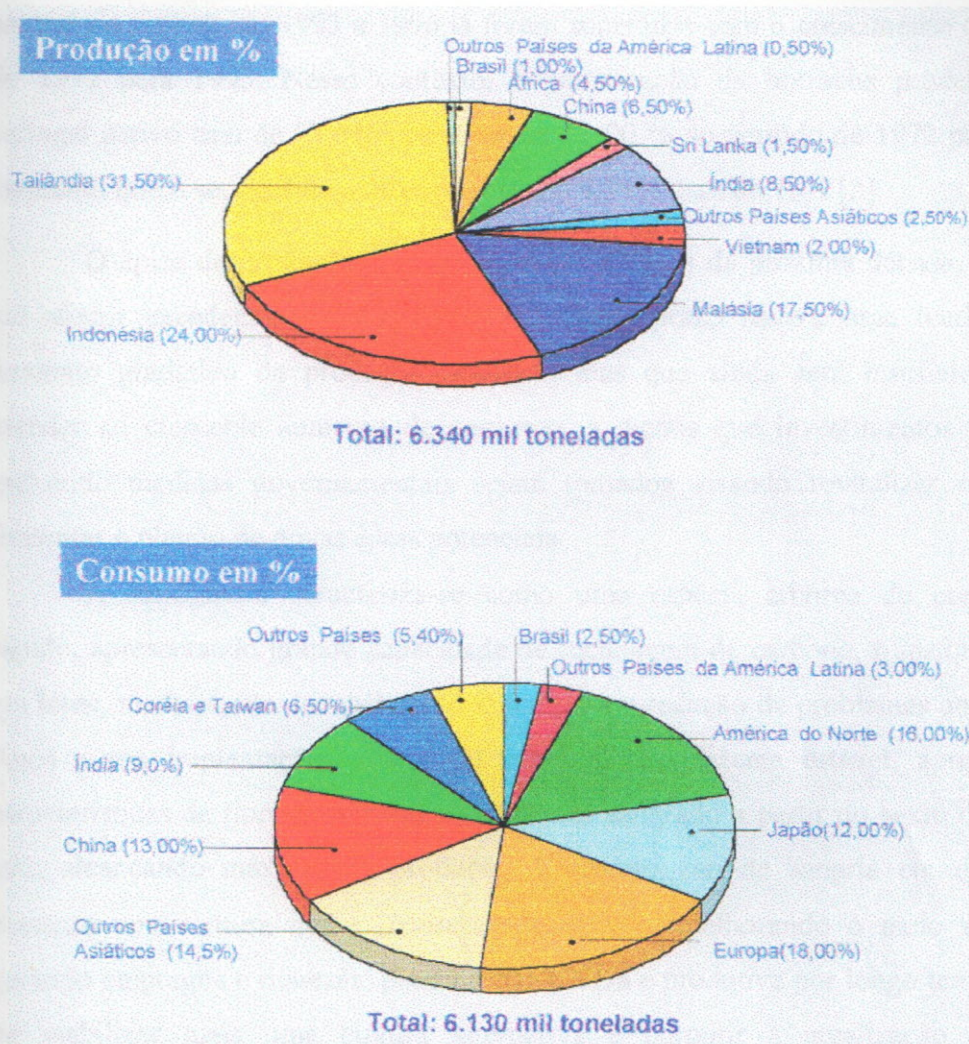


Figura 1. Distribuição mundial da produção e consumo da borracha natural no ano de 1996. Fonte IRSG, 1997.

O Brasil, que já foi o principal produtor e exportador de borracha natural, atualmente não produz o suficiente para o próprio consumo. Em 1997, segundo dados oficiais do IBAMA, para um consumo de 154.000 toneladas, foram importadas 90.000 ton. Nesse mesmo ano, o Brasil atingiu a produção recorde de 64.000 ton. Deste total, os seringais paulistas participaram com 50% da borracha para a indústria nacional. A expansão da heveicultura no Brasil pode se dar em curto prazo, tanto pelo aumento da produtividade (novos clones) quanto pelo aumento da fronteira agrícola mediante ampliação das áreas de plantio. A relação produção / consumo de borracha natural no Brasil tem mostrado ao longo dos anos uma tendência decrescente de uma participação de 58,02% em 1971, houve decréscimo para 30,87% em 1994. Estimativas de crescimento de 27% na produção de borracha

natural no período de 1992 a 1996 já foram superadas com o crescimento de 55,3% de 1992 para 1993. Nesse contexto, a participação da borracha procedente do seringal nativo caiu de 93,61% para apenas 11,90 % no período de 1972 para 1994, enquanto que o seringal de cultivo passara de 6,39% para 88,10% [3].

O ápice de produção será atingido em meados da próxima década, podendo até atingir excedentes exportáveis, e em longo prazo haverá uma tendência de aumento gradativo da produção nacional, mas que ainda será insuficiente para atender ao crescente aumento de consumo, a menos que investimentos no setor, incluindo medidas governamentais sejam tomados visando revitalizar o setor e fomentar o plantio de novas áreas potenciais.

A seringueira caracteriza-se como uma espécie arbórea de crescimento rápido, apresentando grande capacidade de reciclagem de carbono, transformando-o em látex, madeira, etc., contribuindo assim para a redução de problemas ambientais. Após a sua implantação, o seringal constitui um sistema estável, apresentando características de floresta tropical podendo ser sangrado a partir do sexto ou sétimo ano, alcançando máximo de produção do quarto ano de sangria em diante. É, portanto uma cultura nobre, conservando o solo, melhorando o meio ambiente, gerando empregos e riquezas, permanecendo viva e produtiva por longo tempo, além de viabilizar mais uma cultura alternativa e permitir a atualização de áreas degradadas ou imprestáveis para o cultivo de culturas anuais [3,12].

A borracha natural oriunda de usinas de beneficiamento no Brasil tem grande desuniformidade de qualidade comparada com aquelas dos países Asiáticos. Os cultivares em uso no Brasil, exceto aqueles originários da Malásia, não foram adequadamente estudados em termos da qualidade da sua borracha e de sua aplicação específica. Os sistemas e equipamentos de beneficiamento são resultados de projetos antigos sem aprimoramento recente. Por outro lado, a ausência de incentivo, via preço diferenciado por qualidade do produto beneficiado, acarreta a qualidade inferior da maior parte da borracha produzida. Este fato é agravado pela carência de laboratórios oficiais que façam a avaliação da qualidade da borracha, sendo que os únicos disponíveis atualmente são o IPT e o IBAMA [3]. Há outros problemas (gargalos) que dificultam a expansão da heveicultura no país [3]:

- Falta de aprimoramento tecnológico para sistemas de produção de mudas, plantio, tratos culturais, densidade de plantio, espaçamento adaptados a várias regiões do plantio do Estado.
- Ausência de estudos sobre sistema de sangria, de estimulação e gerenciamento de seringais.
- Baixos índices de produção e produtividade dos seringais e baixa qualidade de borracha natural.
- Ausência de um sistema de certificação de borracha natural produzida no país tendo em vista estabelecer condições para o controle de qualidade do produto.

O Estado de São Paulo possui duas regiões ecologicamente aptas para o cultivo dessa planta, ou seja, região do planalto Paulista e região litorânea. O IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) possui um programa de melhoramento genético que busca a obtenção de clones altamente produtivos e tolerantes à principal doença da seringueira, que é o mal das folhas causado pelo *Microcyclus ulei*. O Oeste Paulista não tem apresentado problemas de ataques epidêmicos de *M.ulei* e é a melhor região do estado para a produção de borracha natural. Atualmente o parque heveícola com mais de 2400 produtores está estimado em 40000 hectares, principal fator que elevou o Estado à condição de primeiro produtor nacional de borracha natural com uma produção estimada para 1997 de 32,0 mil toneladas e com produção de borracha seca anual variando de 2.000 t para 18.000 no período de 1985-1996 [3]. O planalto ocidental do Estado engloba 90% da área plantada onde se situa a região mais importante do cultivo com 42% da área com seringueiras, despontando grande potencial de cultivo notadamente pelas condições climáticas.

II.3. Algumas Propriedades Gerais da Borracha.

A borracha tem sido utilizada na Europa há mais de 200 anos, porém tornou-se um material importante tecnicamente após a descoberta da vulcanização por Charles Goodyear em 1839. Foi gradualmente sendo introduzida em todos os campos da atividade humana oferecendo novas possibilidades de aplicação. Hoje a variedade dos produtos de borracha excede a 50.000 itens. O maior efeito no desenvolvimento

da indústria de borracha era exercido pela formação e rápido desenvolvimento da indústria automobilística, impossível sem pneus de borracha. Hoje a borracha é um material indispensável e a falta desta poderá colocar em risco o desenvolvimento da tecnologia e muitas realizações da vida moderna [7].

Antes da segunda guerra mundial a indústria de borracha processava a borracha natural, quase que exclusivamente, e a palavra borracha era representada como sinônimo desta. Hoje em adição à borracha natural, outros tipos de borrachas sintéticas são produzidas e o termo borracha tornou-se geral para todos os elastômeros [7].

Uma borracha é geralmente definida como um material polimérico que pode ser estirado pelo menos até duas vezes o seu comprimento original, com pouca perda de energia na forma de calor, e que se retrairá rapidamente até suas dimensões originais ao retirar a solicitação que provocou o estiramento [13].

A borracha deve possuir uma elevada massa molar média, já que a elasticidade da borracha é consequência principalmente do desemaranhamento e emaranhamento das longas cadeias poliméricas [13]. A massa molar média das borrachas muda em função do tipo de processamento a que a borracha é submetida. A massa molar média do látex natural está em torno de 1.000.000 g/mol; no entanto, os tipos comercializáveis de borracha natural apresentam a massa molar média em torno de 350.000 g/mol que ainda é bastante alto para ser diretamente processado. Após o processo de mastigação, indispensável para a incorporação de aditivos e futuros processamentos, a massa molar média decresce para uma faixa de 100.000 - 150.000 g/mol [8].

Algumas propriedades da borracha mudam consideravelmente com a variação da temperatura. O polímero em quetão, quando em uso deve estar em torno de 50°C acima de sua temperatura de transição vítrea $-T_g$, implicando que as borrachas estão dentro de um intervalo de temperatura de transição vítrea de -50 a -80 °C [13], para permitir alta mobilidade de segmentos da cadeia. Esta mobilidade significa facilidade nas mudanças de conformação das cadeias poliméricas. Muitos polímeros tal como a borracha são flexíveis devido à rotação das ligações simples C-C, o que permite a formação de diferentes conformações. A rotação de átomos ligados covalentemente é também prevenida pela presença de duplas ligações. Assim são possíveis configurações cis e trans dos poli-isoprenos que são conhecidos como borracha

Hevea flexível e como plástico duro *Gutta percha*, respectivamente [7]. A figura 2 mostra a fórmula estrutural do poli (cis - 1,4 - isopreno) não vulcanizado.

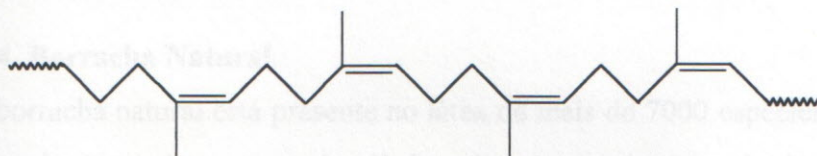


Figura 2. Fórmula estrutural do poli (cis - 1,4 - isopreno).

Algumas propriedades da borracha mudam consideravelmente com a variação da temperatura. Quando a borracha é excessivamente resfriada para valores próximos da T_g ela torna-se quebradiça. No entanto, quando ela é resfriada, sem que mudanças irreversíveis ocorram, a borracha pode retornar ao seu estado original através do aquecimento e recuperar as suas propriedades.

Quando aquecidas às borrachas amolecem, tornando-se pegajosas e em temperaturas acima de 200°C inicia-se a degradação. Alguns elástomeros quando aquecidos por um longo tempo (em temperaturas menores do que a temperatura de degradação) apresentam ligações cruzadas e tornam-se duras, como por exemplo, a borracha de butadieno-estireno.

Para que um polímero se comporte como borracha ele deve estar no estado amorfo, já que a cristalinidade restringe os movimentos moleculares necessários para a ocorrência da elasticidade.

Somente quando as ligações químicas são introduzidas entre moléculas vizinhas através da vulcanização, é que a borracha é convertida em material tecnicamente utilizável. As borrachas vulcanizadas devem conter uma “rede” de ligações cruzadas (baixa densidade de ligações cruzadas) para restringir os escoamentos relativos entre as cadeias poliméricas, já que estas poderiam deslizar umas sobre as outras ao ser aplicada uma tensão externa, e a recuperação seria incompleta. As ligações devem ser relativamente poucas, isto é, sem impedir a mobilidade dos segmentos de cadeia, e amplamente separadas de forma que o estiramento até grandes extensões possa ser possível sem a ruptura de ligações primárias [13]. Esta habilidade de formar ligações cruzadas é tecnicamente a

propriedade mais importante da borracha. A formação das ligações cruzadas é um processo aleatório, com uma ligação sendo formada, em geral, a cada 100-200 unidades monoméricas, sendo que o principal agente de vulcanização é o enxofre.

II.4. Borracha Natural

A borracha natural está presente no látex de mais de 7000 espécies de plantas dentre as quais a mais importante é a *H. brasiliensis* que é responsável por cerca de 99 % de toda a borracha produzida no mundo [14]. Única entre os produtos naturais, a borracha natural combina elasticidade, plasticidade, resistência ao desgaste (fricção), propriedades de isolamento elétrico e impermeabilidade para líquidos e gases.

A borracha natural é obtida da seringueira através do processo de sangria sendo o látex natural um líquido branco similar ao leite cujas características serão descritas no item a seguir.

II.5. Composição do Látex

O látex natural é um sistema coloidal, ou seja, uma suspensão de partículas de borracha (fase dispersa) em um meio aquoso, também chamado soro (meio dispersivo) [15]. Uma variedade de substâncias, chamadas não borracha, estão suspensas no soro, a saber: proteínas, açúcares, álcoois, ácidos graxos e pequenas quantidades de substâncias minerais (Figura 3).

A fase borracha é constituída por 96% de hidrocarboneto, 1% de proteína e 3% de lipídios e alguns traços de magnésio, potássio e cobre [8]. A fase soro também chamada como soro C ou fase aquosa contém diferentes classes de compostos incluindo carboidratos, proteínas, aminoácidos, enzimas e bases nitrogenadas [16,18].

Quando o látex é submetido a ultracentrifugação ocorre a separação em quatro diferentes fases principais. A fração menos densa é constituída por partículas de borracha que são as mais numerosas e representam 25-45 % do volume total do látex; são envolvidas por uma camada fosfolipoprotéica de composição bastante complexa. O tamanho destas partículas varia em torno de 60 angstroms a 6 μm e possuem formas esféricas, ovóides ou piriformes. A fase seguinte é composta pelas partículas "Frey Wyssling" que apresentam coloração amarelada devido à presença

de carotenóides. Estas partículas apresentam estrutura bastante complexa, são limitadas por uma dupla membrana que contém um sistema de tubos ramificados e glóbulos que contêm lipídios e carotenóides. O papel biológico destas partículas ainda não foi totalmente esclarecido; alguns autores acreditam que estas partículas participem da síntese do isopreno, mas até agora nada foi provado [19]. A terceira fração é a fase soro que contém proteínas, aminoácidos, carboidratos, etc. A chamada fração de fundo ou fase lutóide consiste principalmente de partículas lutóides. Alguns autores sugerem que estas partículas são responsáveis pela parada de fluxo do látex. Os lutóides têm grande influência no metabolismo do látex e na estabilidade do mesmo[20].

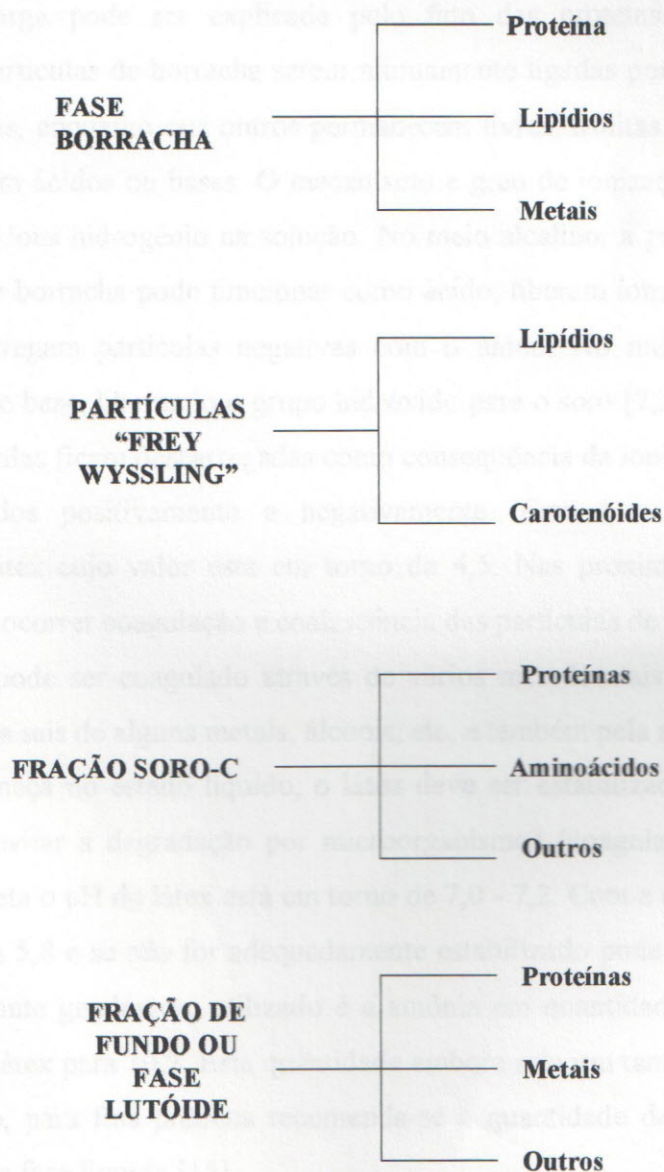


Figura 3. Frações do látex ultracentrifugado [19].

As partículas de borracha são carregadas negativamente estando dispersas no soro e são cobertas com uma camada de proteína e substâncias resinosas de caráter hidrofílico. Este revestimento e a carga elétrica protegem as partículas da coalescência. Neste estado o látex está estável até que a sua estabilidade seja afetada pela adição de algum agente químico ou pela ação de bactérias. Estas atacam os açúcares do látex, gerando ácidos graxos de baixa massa molecular. Esses ácidos abaixam o pH do látex provocando a coagulação.

O látex como um sistema coloidal, possui movimentos brownianos; sendo as partículas menores as mais ativas. As partículas de borracha carregam uma carga negativa na sua superfície e, portanto podem ser separadas por um anodo. A formação da carga pode ser explicada pelo fato das proteínas adsorvidas na superfície das partículas de borracha serem mutuamente ligadas por alguns dos seus grupos funcionais, enquanto que outros permanecem livres. Muitas proteínas podem ser ionizadas com ácidos ou bases. O mecanismo e grau de ionização dependem da concentração de íons hidrogênio na solução. No meio alcalino, a proteína adsorvida nas partículas de borracha pode funcionar como ácido, liberam íons hidrogênio para a solução e carregam partículas negativas com o ânion. No meio ácido elas se comportam como base, liberando o grupo hidróxido para o soro [7,21]. Em um certo estágio as partículas ficam descarregadas como consequência da ionização mútua dos grupos carregados positivamente e negativamente. Este é o chamado ponto isoeletrico do látex cujo valor está em torno de 4,5. Nas proximidades do ponto isoeletrico pode ocorrer coagulação e coalescência das partículas de borracha.

O látex pode ser coagulado através de vários métodos tais como adição de ácido, solução de sais de alguns metais, álcoois, etc, e também pela ação de bactérias. Para que permaneça no estado líquido, o látex deve ser estabilizado, com soluções alcalinas, para evitar a degradação por microorganismos (coagulação espontânea). Logo após a coleta o pH do látex está em torno de 7,0 - 7,2. Com a exposição ao ar o pH diminui para 5,8 e se não for adequadamente estabilizado pode coagular [15]. O agente estabilizante geralmente utilizado é a amônia em quantidade suficiente para elevar o pH do látex para 10,2. Esta quantidade embora seja um tanto variável de um látex para outro, para fins práticos recomenda-se à quantidade de 2% de amônia, calculada sobre a fase líquida [15].

II.5.a Importância dos Constituintes não Borracha

Os constituintes não borracha são proteínas, aminoácidos, carboidratos, lipídios, ácidos nucleicos e outros constituintes inorgânicos. Muitos destes estão dissolvidos no soro, enquanto outros estão associados à cadeia de hidrocarbonetos [22]. A maioria destes constituintes influencia as propriedades da borracha. As proteínas, por exemplo, afetam a resistência, e os aminoácidos são responsáveis pelo endurecimento por tempo de estocagem. Algumas bases nitrogenadas e ácido graxos fazem parte da reação de vulcanização e conseqüentemente afetam as propriedades das borrachas vulcanizadas [22]. Quanto à estabilização do látex o magnésio, presente naturalmente nas partículas lutóides do látex, tem sido sugerido por alguns autores [23,24] como uma das principais substâncias que desestabilizam o látex. Por outro lado, substâncias alcalinas têm sido utilizadas com estabilizantes. No entanto uma das substâncias mais discutidas como a responsável pelo aumento do tempo de estabilidade mecânica (MST) (mechanical stability time) são os ácidos graxos de alto massa molecular (HFA) (high fatty acids) formado a partir da hidrólise de fosfolipídios presentes no látex. Gheng et al [25] encontraram uma boa relação entre o aumento da concentração de (HFA) o MST (tempo de estabilidade mecânica do látex). No entanto, Hasma et al [21] estudaram a variação da quantidade de glico e fosfolipídios nas partículas de borracha e encontraram que esta variação foi pequena para os seis clones estudados (vide tabela 1) e conseqüentemente não houve variação na quantidade de ácidos graxos (HFA). No entanto o tempo de estabilidade mecânica (MST) difere significativamente de um clone para outro o que leva a concluir que a formação de HFA não é o principal fator contribuinte para o acréscimo no MST dos látices concentrados estabilizados com amônia como foi sugerido.

Tabela 1. Composição de lipídios das partículas de borracha do látex de seis clones da espécie *Hevea brasiliensis* [21].

Clone	Composição (% de borracha seca)		
	Lipídios Neutros	Glicolipídios	Fosfolipídios
RRIM 701	2,32	0,53	0,49
RRIM 730	0,55	0,53	0,39
PB 28/59	2,34	0,45	0,57
RRIM 600	0,45	0,30	0,58

II.6. Biossíntese do Poliisopreno

Tem havido grande interesse no estudo do modo pelo qual o poli (cis - 1,4 - isopreno) é produzido na árvore da *Hevea* [19,20]. Sabe-se que ele é produzido pela polimerização por condensação do isopentilpirofosfato.

A biossíntese do poli (cis - 1,4 - isopreno) pode ser dividida em duas partes principais: a primeira chamada **glicólise** corresponde à transformação da molécula de sacarose com doze carbonos em moléculas de acetato com dois carbonos que são mais facilmente utilizadas nos processos de síntese. Esta etapa também é importante já que nela ocorre a síntese de ATP essencial para os processos metabólicos.

A segunda etapa denominada de **anabolismo isoprênico** tem como sua primeira etapa a transformação da molécula de acetato em acetil-coenzima A. A partir desta molécula várias outras são formadas, através de reações químicas comandadas por enzimas até a formação da molécula de isopentilpirofosfato que é a unidade básica para a policondensação do poli (cis - 1,4 - isopreno).

Todos os processos acima citados precisam de energia para a formação e quebra de moléculas e os fósforos inorgânicos estão diretamente relacionados com a energia de todo este metabolismo.

Os tióis (R-SH) estão relacionados com a manutenção do bom estado das células laticíferas. Estas moléculas protegem as células da oxidação que pode ser provocada por espécies de oxigênio ativo (O_2^- , H_2O_2 , OH^+) subprodutos de determinadas reações do látex. Estes parâmetros (sacarose, tióis e fósforo inorgânico)

podem, portanto ser medidos e correlacionados com a regeneração do látex, conforme será descrito no próximo item.

De valores de P_1 variando de 0,1 a 0,9 e o momento de inércia I variando de 100 a 1000.

II.7 Aspectos Metabólicos e Regeneração do Látex

O látex obtido da *Hevea* é liberado dos tecidos da árvore mais especificamente dos laticíferos que estão localizados no floema. Quando cortados por ocasião da sangria, a pressão existente no interior destes laticíferos (pressão de turgor) expulsa o látex promovendo o fluxo. Com o passar do tempo o fluxo do látex diminui e é interrompido quando as extremidades cortadas dos vasos laticíferos são obstruídas pelo látex coagulado. Durante o fluxo, os lutóides que são partículas circundadas por uma membrana muito frágil são submetidas a fortes limitações mecânicas e osmóticas, o que faz as partículas romperem. No rompimento é liberada uma espécie de soro (soro lutóide) que contém alta concentração de cátions Mg^{+2} e proteínas carregadas positivamente. Estas substâncias neutralizam as cargas negativas da membrana que revestem as partículas de borracha provocando a aglutinação e conseqüentemente o cessamento do fluxo [20].

Os dois fatores que podem limitar a produção do látex são o fluxo e a regeneração da árvore. Quanto mais fácil e longo o fluxo, maior é a produtividade, mas também maior o desgaste da árvore. Portanto, melhor deverá ser o processo de regeneração dos vasos laticíferos das árvores, para compensar a perda de material celular entre duas sangrias consecutivas [4].

As análises de extrato seco (DE), conteúdo de sacarose, conteúdo de fósforo inorgânico, e conteúdo de tióis do látex indicam o estado fisiológico da *Hevea*, podendo através deste conhecimento otimizar a produção de borracha [4,26,27]. O estudo da cinética de regeneração contra o intervalo de tempo entre duas sangrias consecutivas, utilizando os parâmetros biológicos anteriormente citados, mostra a relação entre a atividade biológica dos sistemas laticíferos e reconstituição dos seus componentes. Este tipo de análise permite ao produtor dominar a produção de látex evitando perdas por superexploração, garantindo a boa saúde das árvores e conseqüentemente, produção ótima e prolongada.

Desta forma o fluxo e a regeneração da árvore podem ser controlados por vários fatores simples de serem quantificados no látex, como: conteúdo de fósforo inorgânico, de sacarose e de tióis, os quais serão discutidos abaixo.

O conteúdo de **fósforo inorgânico** (Pi) está relacionado com a atividade metabólica dos sistemas laticíferos do látex. O Pi está ligado à energia da síntese de isopreno. Os valores de Pi tendem a cair com o aumento do intervalo entre duas sangrias, já que os sistemas laticíferos tornam-se menos ativos.

Os **tióis** (R-SH) apresentam papel importante na proteção das células contra a oxidação por radicais livres. As moléculas do tipo R-SH neutralizam formas tóxicas de oxigênio (O_2^- , H_2O_2 , OH) resultantes do metabolismo celular, as quais podem prejudicar genes, destruir organelas e degradar membranas, prejudicando o funcionamento das células [28,29]. O R-SH consiste de cisteínas e particularmente de glutathiona reduzida, sendo que esta representa 50-80% dos tióis no látex, dependendo do clone [30,31]. Na maioria dos casos o conteúdo de tióis é maior em sistemas sangrados diariamente, onde a atividade metabólica é maior.

O **açúcar**, principalmente na forma de sacarose, é a molécula básica para síntese de isopreno e também para a obtenção de energia na forma de ATP para as células. Em estudos realizados por Jacob et al [4,20,27,31] para o clone GT 1 ele observou que a quantidade de sacarose é menor em árvores sangradas diariamente. Isto mostra que a molécula de açúcar é rapidamente utilizada e a árvore não tem tempo suficiente para repor a quantidade de açúcar perdida. Portanto a falta de disponibilidade de açúcar é um fator limitante da produtividade. Nesses estudos observou-se o aumento de sacarose com o aumento de intervalo entre as sangrias. Outro resultado importante observado foi que geralmente o comportamento da cinética de variação de sacarose foi distinto para entre os clones estudados.

Jacob et al [4] estudou parâmetros biológicos do látex de acordo com o intervalo entre duas sangrias. Os clones analisados foram PB 235, PB 217 e GT 1 com o objetivo de melhor entender os aspectos metabólicos e a regeneração do látex. Os parâmetros estudados foram conteúdo de sólidos totais, conteúdo de fósforo inorgânico, conteúdo de tióis, conteúdo de açúcar, entre outros. Para conteúdo de sólidos totais (TSC) que reflete a regeneração do látex foi observado um aumento no valor deste parâmetro com o aumento do intervalo de sangria para os três clones estudados. Este aumento indica que a regeneração do látex precisa de um certo intervalo de tempo para ocorrer. O clone PB 235 apresentou um processo de regeneração mais rápido do que os demais clones. O conteúdo de fósforo inorgânico (Pi) que retrata a atividade metabólica dos sistemas laticíferos foi maior para

intervalos de sangria menores e este fato foi observado para os três clones estudados. O clone PB 235 apresentou maior valor de Pi para sangria feita diariamente seguido do clone GT 1 e PB 217. Para o conteúdo de tióis (RSH) os valores encontrados foram maiores para sangrias diárias onde a atividade metabólica é maior. Quando os intervalos de sangria aumentam, a atividade metabólica é menor e a concentração de RSH tende a diminuir até estabilizar. Esta estabilização é atingida rapidamente no PB 235 (em d/2 6d/7), seguida pelo GT 1 (d/3 6d/7) e em último para o PB 217 (d/6 6d/7). No estudo da cinética de variação do conteúdo de sacarose observou-se um comportamento diferente para os três clones PB 235, GT 1 e PB 217. O PB 235 teve baixo conteúdo de sacarose durante todos os intervalos de sangria. Para o GT 1 com sangria d/1 o conteúdo de sacarose foi baixo, mostrando que a utilização da sacarose estava bastante rápida devido à alta atividade dos sistemas laticíferos. A sacarose atingiu um máximo em d/4, tendendo a estabilizar em intervalos de sangria maiores. Para o PB 217 o conteúdo de sacarose diminuiu proporcionalmente com o aumento do intervalo de sangria, sendo muito alto em sangria d/1 e caindo para somente 30% do valor máximo para intervalo de sangria d/14.

Eschbach et al. [32] observaram mudanças significativas nos parâmetros fisiológicos como TSC, pH, conteúdo de fósforo inorgânico, tióis e sacarose no látex estimulado com ETHREL (ácido 2-cloroetilfosfônico) em estudo realizado na Costa do Marfim. O tratamento com estimulante permite maior fluidez do látex e maior estabilidade dos lutóides fatores estes responsáveis pelo prolongamento do fluxo e maior atividade metabólica. O aumento do conteúdo de fósforo inorgânico e conteúdo de tióis pôde ser observado um mês após o tratamento com estimulante e os valores variaram de acordo com o tipo de clone. O conteúdo de sacarose aumentou muito após a estimulação para todos os clones e decaiu um mês após o tratamento. Este efeito foi marcante para o clone PR 261, que geralmente possui baixo nível de sacarose.

A sangria excessiva e o "stress" provocado nas árvores devido aos tratamentos com estimulantes como o Ethrel causam uma anomalia na árvore denominada de ressecamento de painel "brown bast" [33]. Esta anomalia faz decair muito a produtividade da árvore impedindo que ela seja sangrada. Os sintomas externos são: modificação da cor do tronco que passa de marrom-amarelado para marrom escuro, a casca fica com espessura fina não acompanhando o crescimento

do diâmetro da árvore, tornando-se quebradiça e o tronco perde a aparência homogênea parecendo ser formado por várias camadas irregulares e fragmentadas [20]. Na década de trinta vários foram os esforços para isolar bactérias ou fungos que se acreditava serem os responsáveis pela transmissão desta anomalia [34,35], mas trabalhos realizados não foram capazes de demonstrar a existência de tais agentes [36,37]. Atualmente várias são as hipóteses investigadas por pesquisadores sobre o aparecimento deste tipo de anomalia nas árvores. Acredita-se que ela não seja provocada por apenas um fator, mas por uma série deles, que aparecem devido a exploração excessiva da árvore desencadeando uma série de problemas como degeneração do floema, crescimento desordenado das células, coagulação *in situ* e conseqüentemente a destruição dos sistemas laticíferos [20].

O ressecamento do painel pode aparecer devido à exploração causada pela quantidade excessiva de sangria. Quando a sangria é realizada em espiral completa ao invés de meia espiral em intervalos sucessivos, a árvore tende a desenvolver o ressecamento do painel com mais facilidade. Este tipo de sangria induz a árvore ao "stress" devido à queda acentuada dos conteúdos de açúcar, fósforo inorgânico e tióis. A falta de tempo suficiente para a regeneração destes conteúdos resulta em uma inadequada reconstituição de algumas células provocando um mau funcionamento e ressecamento do painel.

A exploração excessiva causada pelo uso indiscriminado de estimulante Ethrel também provoca o ressecamento do painel. A estimulação da árvore é um fator benéfico e economicamente rentável se usado em frequência e concentração corretas, levando-se em conta que alguns clones são mais suscetíveis à aplicação do estimulante do que outros. O Ethrel que provoca dilatação dos laticíferos, quando usado excessivamente, pode afetar a estrutura destes laticíferos tornando-os inoperativos. Este fenômeno acompanhando do aumento do metabolismo e queda de conteúdo de açúcar, tiol e fósforo inorgânico resulta na fadiga dos sistemas laticíferos e mau funcionamento das células.

Objetivos:

A finalidade deste trabalho é realizar a caracterização de látex e borracha natural de seringais do estado de São Paulo, onde serão enfatizados os seguintes aspectos:

➤ Avaliação das propriedades do látex de diferentes clones, recomendados para o plantio em larga escala, pelos ensaios padrão: conteúdo de borracha seca no látex, % de cinzas, % de nitrogênio, viscosidade Mooney e plasticidade Wallace.

➤ Estudo da variação das características fisiológicas do látex, através das microanálises, em função do tipo de sangria e dos meses de coleta.

Delimitação Experimental:

O delineamento experimental em campo obedecerá ao delineamento de fatorial ao acaso, com parcelas subdivididas, cada um tratando os principais clones distribuídos em quatro blocos casualizados, sendo cada um desses com três tratamentos secundários (sistema de sangria).

Tratamentos Principais

Os tratamentos principais serão constituídos dos clones GT 1, RRIM 600, LAN 873 e PR 151.

Tratamentos Secundários

Como tratamentos secundários foram utilizados os seguintes sistemas de sangria:

S/2 d/3 e/7 (sangria em meio espiral com intervalo de dois dias - testemunha)

S/2 d/4 e/7 ET 5,0% 10Y (sangria em meio espiral com intervalo de quatro dias, com descanso aos domingos, com uso de ethep 5,0% e dos aplicações anuais)

S/2 d/7 e/7 ET 5,0% 10Y (sangria em meio espiral com intervalo de sete dias, com descanso aos domingos, com uso de ethep 5,0% e dos aplicações anuais)

III. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste trabalho foram utilizadas amostras de látex de borracha natural de quatro clones recomendados para o plantio em larga escala no estado de São Paulo (IAN 873, GT 1, PB 252 e RRIM 600), em experimento instalado na fazenda Indiana no município de Indiana, região de Presidente Prudente (SP). Esse experimento faz parte de um projeto do IAC que já vem estudando as características agronômicas (fisiologia, fitotecnia e genética) da seringueira. No período de maturidade as árvores foram submetidas anualmente a avaliação do perímetro do caule, tolerância à quebra pelo vento, às principais doenças da região, produção e incidência de seca de painel de sangria. Os experimentos foram montados com o objetivo de identificar o melhor sistema de sangria do látex em clones de seringueira que apresentem características de alta produção, com bom comportamento para a região de Presidente Prudente. Este experimento teve início em outubro de 1993 e teve como coordenadores o Dr. Paulo de Souza Gonçalves (IAC/Embrapa) e o Eng. Agr. Afonso Pedro Brioschi (DIRA - Presidente Prudente) e como executores o Eng. Agr. Afonso Pedro Brioschi e o técnico agropecuário Airton Germano Bispo.

Delineamento Experimental:

O delineamento experimental em campo obedeceu ao delineamento de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, onde os tratamentos principais são de quatro clones distribuídos em quatro blocos casualizados, sendo cada um desses com três tratamentos secundários (sistema de sangria).

Tratamentos Principais

Os tratamentos principais serão constituídos dos clones: GT 1, RRIM 600, IAN 873 e PB 252.

Tratamentos Secundários

Como tratamentos secundários foram utilizados os seguintes sistemas de sangria:

S/2 d/2 6d/7 (sangria em meio espiral com intervalo de dois dias - testemunha).

S/2 d/4 6d/7. ET. 5,0% 10Y (sangria em meio espiral com intervalo de quatro dias, com descanso aos domingos, com uso de ethrel a 5,0% e dez aplicações anuais).

S/2 d/7 6d/7 Et. 5,0% 10Y (sangria em meio espiral com intervalo de sete dias descanso ao domingos, com uso de ethrel a 5,0% e dez aplicações anuais).

Estimulação: a aplicação do Ethrel a 5,0 % com 10 aplicações foi feita numa faixa de 5,0 mm da casca, faixa equivalente ao consumo de cada aplicação para o sistema de sangria.

Espaçamento: o experimento encontra-se em campo obedecendo ao espaçamento de 8,0 m entre linhas e 2,5 m entre plantas, o que corresponde a 500 plantas por hectare.

Detalhes do experimento:

Área Total: 102 ha

Área útil do experimento: 0,86ha

Número total de plantas no experimento: 500

Número total de plantas úteis: 433

Área útil de parcela: 239,4 m²

Número total de parcelas: 44

Número total de subparcela: 132

Número total de plantas úteis por parcela: 12

Número total de plantas úteis por subparcela: 4

A sangria foi realizada em plantas com circunferência do caule igual ou superior a 45 cm a 1,20 m de altura do calo da enxertia.

Característica do solo da região: Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico - Textura Arenosa.

III.1. Coleta do Látex

O látex foi coletado de cinco diferentes árvores de um mesmo clone em recipiente limpo, e logo em seguida estabilizado com amônia. As datas de coleta foram: 29/01, 26/02, 26/03, 30/04, 28/05 e 25/06. Os sistemas de sangria foram: S/2 d/2 test, S/2 d/4 ET 5,0 % e S/2 d/7 ET 5,0 % sendo a sangria realizada no primeiro painel. A aplicação de ethrel foi feita uma vez ao mês dez vezes ao ano com exceção dos meses de agosto e setembro, período de descanso das árvores. Figura 4 mostra o esquema de coleta do látex e sangria em meio espiral utilizado no experimento.



Figura 4. Foto da coleta do látex.

III.2. Estabilização do Látex

Logo após a coleta do látex deu-se início ao processo de estabilização do mesmo. O agente utilizado foi uma solução de amônia na quantidade suficiente para elevar o pH do látex a 10,2. Esta estabilização é feita para que não haja coagulação do látex após a colheita do mesmo.

III.3. Análise de Rotina em Látex

III.3.a. Determinação do DRC (Conteúdo de Borracha Seca)

Para a determinação do DRC uma alíquota de aproximadamente 20g de látex natural foi coagulada com ácido acético ($\text{pH} \approx 5$). Em seguida o coágulo foi laminado e seco em estufa a uma temperatura de aproximadamente 60°C .

III.3.b. Determinação do Teor de Cinzas

Corresponde à fração mineral não volátil da borracha constituída de substâncias minerais que naturalmente entram na composição da borracha como Na^+ , Ca^+ , Mg^+ e de outras possíveis substâncias contaminantes. Os valores de % de cinzas obtidos na literatura estão na faixa de 0,1-0,9% [7]. Para a sua determinação, pesou-se 5g de borracha (DRC) finamente dividida que foi colocada em cadinho previamente calcinado. O cadinho foi levado a mufla e a temperatura elevada lenta e gradualmente até 550 ± 25 °C. Esta temperatura foi mantida até a completa carbonização da borracha, sendo o cadinho colocado em dessecador e após completo resfriamento pesado.

III.3.c. Determinação da Porcentagem de Nitrogênio (método semimicro Kjeldahal)

A análise de nitrogênio foi realizada no laboratório de química do CPPSE/Embrapa, de acordo com a norma da ABNT [38].

Cerca de 200 mg de borracha seca foram pesados e misturados com mistura catalítica para digestão (1:10 K_2SO_4 ou Na_2SO_4 + H_2SO_4 concentrado). Após a obtenção da digestão da borracha, o digerido foi levado ao equipamento Kjeltex auto 1035/38 e iniciou-se a destilação, feita por arraste de vapor. O $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ foi tratado com solução de NaOH 40% em excesso, e ocorreu a liberação de NH_3 . A amônia recebida reagiu com o H_3BO_3 + indicador. O borato ácido de amônio foi titulado com solução de H_2SO_4 0.1N. O equipamento calculou a porcentagem de Proteína Bruta (PB) que forneceu a % de nitrogênio, a partir da expressão:

$$\% \text{ de Nitrogênio} = \% \text{ de proteína bruta} / 6.25$$

II.3.d. Viscosidade Mooney (V_R)

A viscosidade Mooney (V_R) foi medida através de um disco metálico envolto por uma amostra de borracha, contida numa câmara rígida e mantida à temperatura constante de $100,0 \pm 0,5$ °C. O disco foi então girado lentamente em uma direção, pelo viscosímetro, por quatro minutos. A resistência que foi oferecida pela borracha a esta rotação, medida em uma escala convencionada, foi definida como a viscosidade Mooney do corpo de prova. Para cada determinação foram preparados

dois corpos de prova com cerca de 50 mm de diâmetro e 6 mm de espessura com um furo central de oito mm [15]. Essas análises foram realizadas no IPT segundo normas da ABNT [38].

As análises de DRC, % de cinzas e % de nitrogênio foram realizadas em duplicata. As amostras de cada clone foram preparadas com mistura do látex coletado de cinco árvores para que os resultados apresentados pudessem ser mais significativos.

III.3.e. Plasticidade Wallace (P_0)

O plastímetro Wallace de pratos paralelos mede a plasticidade através do achatamento de um corpo de prova submetido a uma compressão constante em condições padrão de temperatura, tempo de ação da força de compressão, forma e peso do corpo de prova.

Pesou-se cerca de 30 g de borracha seca para passar na calandra até que ficasse homogeneizada e obtivéssemos um filme de aproximadamente 1,7 mm de espessura. Esta homogeneização foi realizada segundo normas da ABNT. Preparou-se cinco corpos de prova que foram submetidos à leitura em plastímetro Wallace.

III.4. Microanálises em Látex

III.4.a. Preparação de Amostra

As microanálises foram realizadas no soro do látex, obtido adicionando-se 1 mL de látex em 9 mL de uma solução de ácido tricloroacético 2,5% e EDTA 0,1%. Este procedimento foi realizado conforme procedimento descrito por Jacob [39]. No momento da coleta, ainda no campo, os frascos foram mantidos refrigerados em isopor com gelo. Foram coletadas amostras de duas árvores dos clones PB 252, RRIM 600, GT 1 e IAN 873 para os três diferentes tipos de sangria S/2 d/2 (test), S/2 d/4 Et 5,0 % e S/2 D/7 Et 5,0%.

No dia seguinte, a solução contendo o coágulo foi filtrada utilizando-se suporte de filtro e seringa. As soluções contendo o soro do látex foram submetidas a análises para determinação do conteúdo de sacarose e fósforo inorgânico.

III.4.b. Determinação do Conteúdo de Fósforo Inorgânico

A determinação de fósforo inorgânico foi feita por método colorimétrico de análise [40]. Neste método o fósforo inorgânico (Pi) liga-se com molibdato e vanadato em meio ácido formando um complexo de cor amarela que absorve em 410 nm. A quantificação do Pi foi feita através de uma curva de padronização previamente preparada e os resultados foram apresentados em concentração de mili moles de Pi por litro de látex.

III.4.c. Determinação do Conteúdo de Sacarose

A determinação do conteúdo de sacarose foi realizada de acordo com o método descrito na literatura [41]. Hexoses são desidratadas em meio ácido concentrado, fornecendo um derivado furfúrico o qual reage com antrona ($C_{14}H_{10}O$), reagente usado para determinação de carboidratos. O complexo formado tem cor azul esverdeada e absorve em 627 nm. A quantificação de sacarose foi feita através de uma curva de padronização previamente preparada e os resultados foram dados em concentração de mili moles de sacarose por litro de látex.

III.4.d. Determinação do Conteúdo de Tióis

A determinação do conteúdo de tióis (R-SH) foi realizada de acordo com método proposto por Boyne e Elman [42]. O R-SH reage com DTNB (5,5'-Ditiobis (2-ácido nitrobenzóico)) formando um complexo de cor amarela que absorve em 412 nm.



A quantificação do R-SH foi feita através de uma curva de padronização previamente preparada e os resultados foram dados em concentração de mili moles de R-SH por litro de látex.

III. 5. Determinação da Produção de Borracha

A produção de borracha foi determinada segundo procedimento padrão utilizado em projeto do IAC [43]. O látex escoado na caneca foi coagulado naturalmente. A adição do ácido acético foi feita apenas nos dias com ocorrência de chuva. O registro da produção foi efetuado através da coleta dos coágulos (biscoitos),

contidos nas tigelas na própria fazenda. Uma vez ao mês foram pendurados em fios de arame presos as árvores e secos em condições normais de sombra e ventilação, por todo período anual da avaliação. O peso total de cada parcela foi dividido pelo número total de coágulos e os resultados foram expressos em gramas de borracha seca /corte/árvore. A média geral de cada sistema de sangria dentro de cada clone em um ano, considerando o período de um mês de descanso para refolhamento, foi expresso em gramas/corte/árvore. Através destes dados estimou-se a produção /hectare/ano para cada clone e sistema de sangria de acordo com as recomendações de Virgens Filho [44] adotando-se 132 cortes por ano no sistema S/2 d/2, 66 cortes no S/2 d/4 e 47 cortes no S/2 d/7, considerando um estande de 400 plantas/ha.

A fórmula utilizada para a conversão da produção média em g/corte/árvore para quilograma por hectare ano (Kg/ha/ano).

Produção em Kg / ha/ano = (Produção média em gramas por corte por árvore X n° de sangria ano X n° plantas por ha) / 1000.

III.6. Características Climáticas

As características climáticas (precipitação, umidade relativa do ar, temperatura e insolação) foram fornecidas pelo Departamento de Química, Física e Biologia da UNESP de Presidente Prudente. Em seguida apresentamos um resumo de como os dados foram obtidos:

1. UMIDADE RELATIVA - O valor de Umidade Relativa (%) é fornecido por um equipamento denominado hidrógrafo, mas também pode ser obtida, de modo indireto, pelo psicrômetro.
2. INSOLAÇÃO - É fornecida pelo heliógrafo, que é uma bola de cristal com uma fita de cartão abaixo dela. Quanto mais o cartão queima, mais horas de insolação têm.
3. TEMPERATURA - Fornecida pelo termômetro no abrigo meteorológico.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

IV.1 Estudo das Propriedades do Látex e da Borracha Natural

IV.1.a. Variação do DRC (Conteúdo de Borracha Seca)

O DRC representa a quantidade de borracha seca existente no látex e reflete a regeneração do látex no interior dos laticíferos sendo que sua composição contém mais de 90% de poli (cis - 1,4 - isopreno). As tabelas 2, 3, e 4 abaixo mostram a variação do conteúdo de DRC para os quatro clones estudados GT 1, IAN 873, RRIM 600 e PB 252 em três diferentes sistemas de sangria e seis coletas realizadas entre os meses de janeiro e junho de 1998.

Tabela 2. Valores de DRC em % de borracha seca para os clones GT 1, IAN 873, RRIM 600 e PB 252 em sistema de sangria d/2 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da Coleta	PB 252	GT 1	RRIM 600	IAN 873
Jan	47.8	39.9	36.6	35.5
Fev	44.2	42.0	35.5	42.8
Mar	45.0	43.4	39	46.5
Abr	44.3	38.3	42.8	40.6
Mai	29.5	39.1	33.9	26.0
Jun	22.1	30.1	22.0	23.3
Média ± DP	38.8± 9.5	38.8± 4.25	35.0±6.45	35.8± 8.5

Como se observa nas tabelas 2, 3 e 4 o valor do DRC apresentou uma tendência geral de queda da primeira para a sexta coleta nos três sistemas de sangria estudados. Em estudos anteriormente realizados no campo de Itaipu (45) sobre um único sistema de sangria (d/2) foi constatado para os clones GT 1, IAN 873, PB 252 e RRIM 600, esta tendência de queda nos valores de DRC no período de inverno também foi observada. Valores mais elevados de DRC no período de verão (meses de dezembro a fevereiro) também foram encontrados em trabalho realizado em cidades de Garça e Registro (SP) (46). Segundo a natureza desses meses existe maior

Tabela 3. Valores de DRC em % de borracha seca para os clones GT 1, IAN 873, RRIM 600 e PB 252 em sistema de sangria d/4 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	PB 252	GT 1	RRIM 600	IAN 873
Jan	50.4	37.2	39.6	39.9
Fev	44.3	41.2	35.8	44.3
Mar	43.1	39.5	39.5	45.5
Abr	47.1	45.2	44.8	43.1
Mai	43.2	18.9	38.4	25.0
Jun	31.0	32.1	23.9	18.0
Média ± DP	43.2 ± 6.1	35.7 ± 8.5	37.0 ± 6.4	36.0 ± 10.5

Tabela 4. Valores de DRC em % de borracha seca para os clones GT 1, IAN 873, RRIM 600 e PB 252 em sistema de sangria d/7 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	PB 252	GT 1	RRIM 600	IAN 873
Jan	50.0	43.0	42.0	39.0
Fev	41.7	39.7	35.7	38.3
Mar	49.5	40.5	35.1	47.2
Abr	45.0	41.6	39.3	41.9
Mai	43.5	49.1	47.0	32.4
Jun	41.7	36.9	32.0	31.8
Média ± DP	45.2 ± 3.71	42.3 ± 4.1	38.5 ± 4.9	38.4 ± 5.3

Como se observa nas tabelas 2, 3 e 4 o valor do DRC apresentou uma tendência geral de queda da primeira para a sexta coleta nos três sistemas de sangria estudados. Em estudos anteriormente realizados na região de Matão [45] onde um único sistema de sangria (d/7) foi estudado para os clones GT 1, IAN 873, PB 235 e RRIM 600, esta tendência de queda nos valores de DRC no período de inverno também foi observada. Valores mais elevados de DRC no período de verão (meses de dezembro a fevereiro) também foram encontrados em trabalho realizado nas cidades de Garça e Registro (SP) [46]. Segundo o autor nestes meses existe maior

favorabilidade de energia solar, água e de folhas na árvore e estas características favorecem à fotossíntese que proporciona um aumento da atividade biossintética da seringueira [47] e, portanto um aumento de DRC. Considerando-se os sistemas de sangria estudados observamos maiores valores de DRC em sistema de sangria d/7. O clone PB 252 apresentou os maiores valores médios de DRC nos três sistemas de sangria comparado com os demais clones estudados, sendo que o maior valor é de 45% (em d/7) e o menor valor é de aproximadamente 39% (em d/2). Os valores de desvio padrão foram em geral, maiores para o clone IAN 873, o que mostra que este clone sofre maiores variações ao longo do período das coletas do que os demais, conforme será melhor demonstrado nas figuras 5, 6 e 7. A média dos valores de DRC encontrados neste trabalho está acima da média dos valores observados na literatura [47]. Yip [47] classificou 43 clones, da região da Malásia, de acordo com o seu valor de DRC e segundo esta classificação os clones com DRC variando de 31-34% estão abaixo da média; valores entre 34-38% (RRIM 600, IAN 873 e GT 1) estão dentro da média; aqueles entre 38-41% são considerados acima da média e clones com valores maiores de 41% são considerados com alto DRC.

As figuras 5, 6 e 7 mostram a variação do valor de DRC em função dos meses de coleta de janeiro a junho de 1998. Observa-se uma tendência geral de queda nos valores de DRC nos meses de maio e junho. Este mesmo período se refere ao início da estação seca quando as árvores iniciam o processo de perda das folhas e está associado ao período de queda da precipitação de chuvas e aumento da insolação (vide Figuras 8, 9, 10 e 11) fatores estes que desfavorecem a fotossíntese diminuindo a atividade biossintética da seringueira e portanto o DRC.

Figura 5. Desvio padrão do DRC em função dos meses de coleta para sistema de sangria d/7

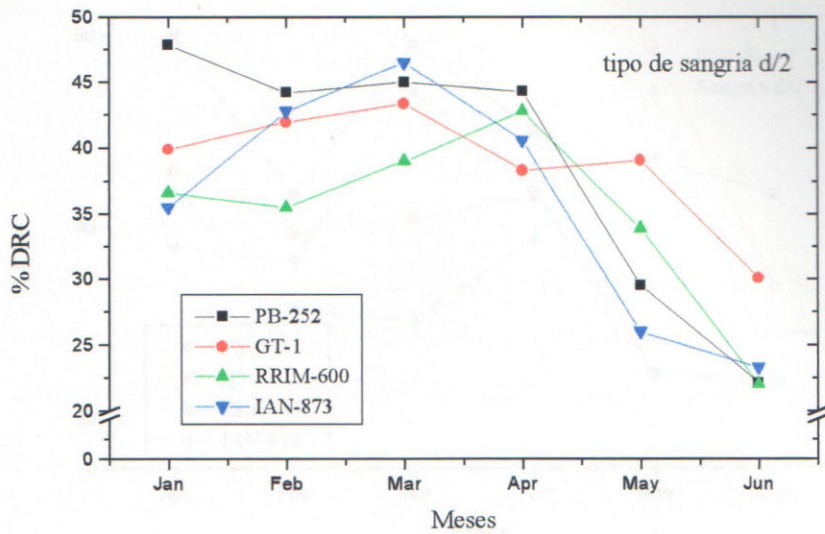


Figura 5. Desempenho do DRC em função dos meses de coleta para sistema de sangria d/2.

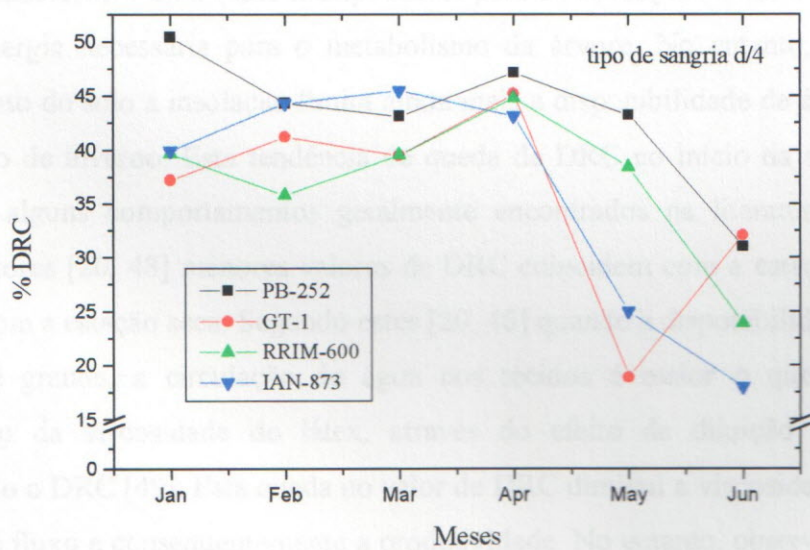


Figura 6. Desempenho do DRC em função dos meses de coleta para sistema de sangria d/4.

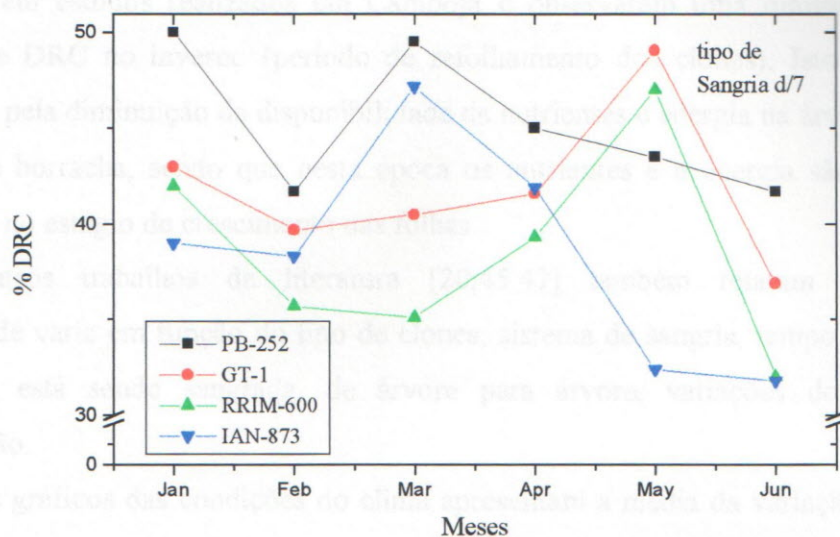


Figura 7. Desempenho do DRC em função dos meses de coleta para sistema de sangria d/7.

A insolação é uma fonte indispensável para a realização da fotossíntese, pois produz energia necessária para o metabolismo da árvore. No entanto, através do aquecimento do solo a insolação limita ainda mais a disponibilidade de água no solo no período de inverno. Esta tendência de queda de DRC no início da estação seca difere de alguns comportamentos geralmente encontrados na literatura. Segundo alguns autores [20, 48] menores valores de DRC coincidem com a estação úmida e maiores com a estação seca. Segundo estes [20, 48] quando a disponibilidade de água no solo é grande, a circulação de água nos tecidos é maior o que provoca a diminuição da viscosidade do látex, através do efeito da diluição do mesmo, diminuindo o DRC [49]. Esta queda no valor de DRC diminui a viscosidade do látex, aumenta o fluxo e conseqüentemente a produtividade. No entanto, observamos que o período de seca nestas regiões estudadas na literatura vem acompanhado de altas temperaturas o que contribui para diminuir a quantidade de água no solo. Contrariamente, no presente estudo o período de seca é acompanhado de temperaturas mais baixas o que faz com que a diminuição no conteúdo de água no solo seja menos intenso. Estes dois fatores, queda do nível de precipitação e queda da temperatura, devem ter influenciado na queda de valores de DRC neste período.

Ninane et al [50] observaram um comportamento semelhante ao encontrado neste trabalho, em estudos realizados em Camboja e observaram uma diminuição nos valores de DRC no inverno (período de refoamento dos clones). Isto pode ser explicado pela diminuição da disponibilidade de nutrientes e energia na árvore para a síntese de borracha, sendo que nesta época os nutrientes e a energia são também utilizados no estágio de crescimento das folhas.

Outros trabalhos da literatura [20,45,47] também relatam que esta propriedade varia em função do tipo de clones, sistema de sangria, tempo em que a árvore já está sendo sangrada, de árvore para árvore, variações do clima e estimulação.

Os gráficos das condições do clima apresentam a média da variação para os fatores climáticos de precipitação, insolação, temperatura e umidade relativa para 10 dias antes da data da coleta do látex. Este procedimento foi adotado com base em trabalho da literatura [48] que encontrou melhores correlações matemáticas entre as propriedades do látex e as variações do clima para 10 dias antes da coleta do látex.

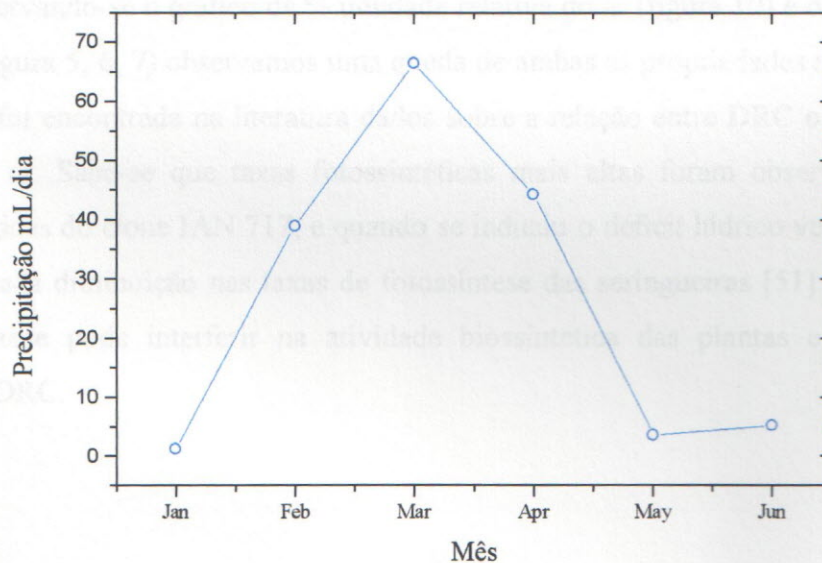


Figura 8. Distribuição Média da Precipitação versus mês da coleta em mL/dia para dez dias antes da coleta.

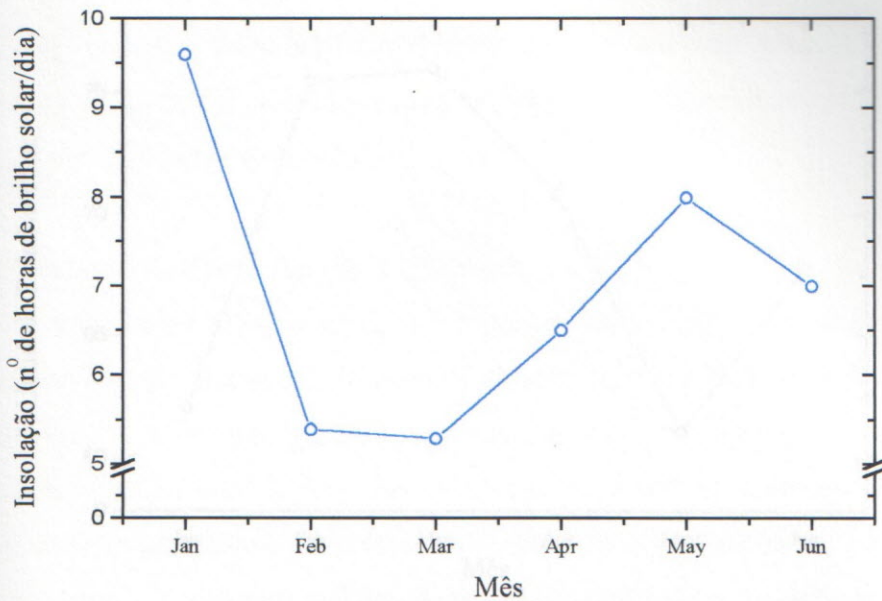


Figura 9. Distribuição da média da insolação (nº de horas brilho solar/dia) versus mês de coleta para dez dias antes da coleta.

Observando-se o gráfico de % umidade relativa do ar (figura 10) e os gráficos de DRC (Figura 5, 6, 7) observamos uma queda de ambas as propriedades no mês de maio. Não foi encontrada na literatura dados sobre a relação entre DRC e Umidade relativa do ar. Sabe-se que taxas fotossintéticas mais altas foram observadas em plantas túrgidas do clone IAN 717, e quando se induziu o déficit hídrico verificou-se uma acentuada diminuição nas taxas de fotossíntese das seringueiras [51]. A queda da fotossíntese pode interferir na atividade biossintética das plantas e portanto diminuir o DRC.

Figura 10. Distribuição da Média da Temperatura em °C versus mês de coleta para dez dias antes da coleta.

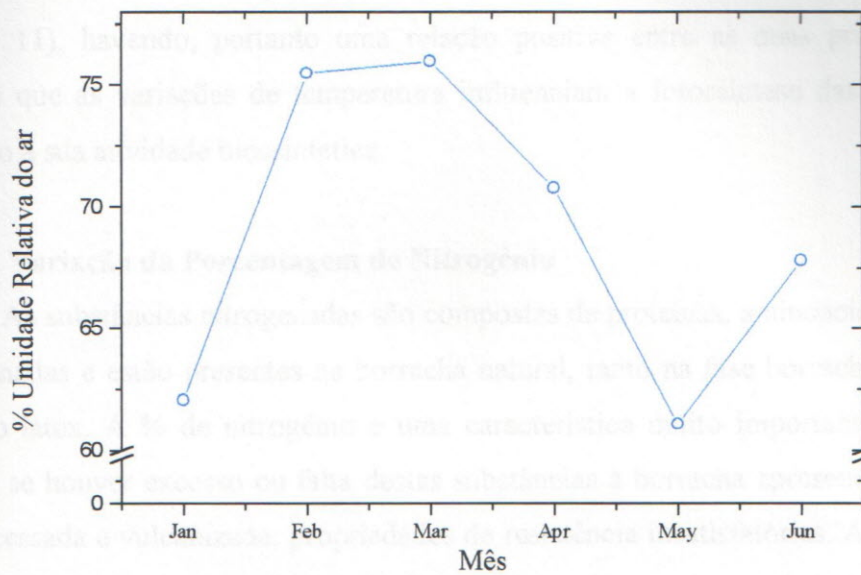


Figura 10. Distribuição da Média da % de umidade relativa versus mês de coleta para dez dias antes da coleta.

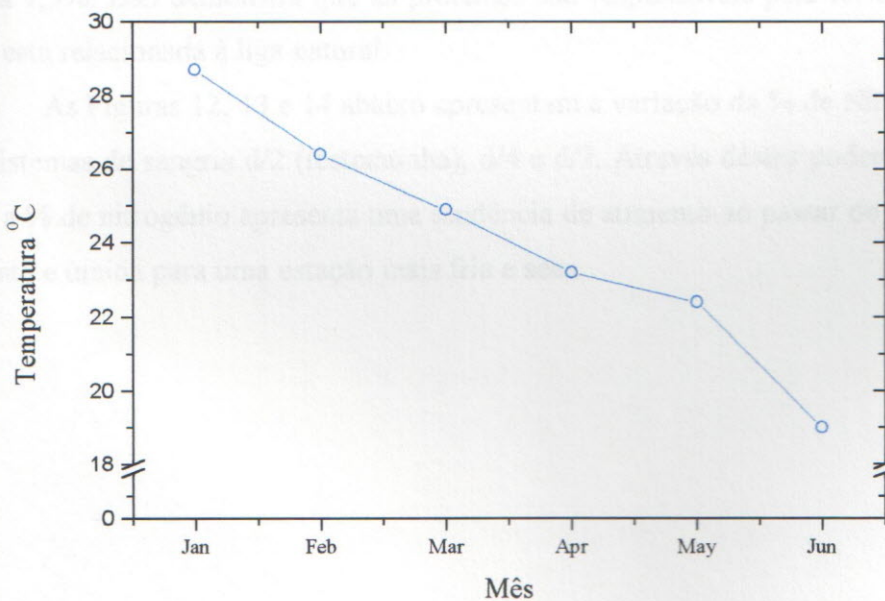


Figura 11. Distribuição da Média da Temperatura em °C versus mês de coleta para dez dias antes da coleta.

Comparando-se os gráficos de DRC com os de temperatura, em função dos meses do ano, observamos que o valor de DRC cai com a diminuição da temperatura (Figura 11), havendo, portanto uma relação positiva entre as duas propriedades. Sabe-se que as variações de temperatura influenciam a fotossíntese das árvores e, portanto a sua atividade biossintética.

IV.1.b. Variação da Porcentagem de Nitrogênio

As substâncias nitrogenadas são compostas de proteínas, aminoácidos e bases nitrogenadas e estão presentes na borracha natural, tanto na fase borracha como no soro do látex. A % de nitrogênio é uma característica muito importante do látex, porque se houver excesso ou falta destas substâncias à borracha apresentará, depois de processada e vulcanizada, propriedades de resistência insatisfatórias. As proteínas da borracha natural exercem influência especial sobre suas propriedades físicas e mecânicas [52]. Othman et al, mostraram que alguns aminoácidos como por exemplo a arginina aumentam o módulo de elasticidade da mesma e favorecem o aumento de ligações cruzadas [22].

A desproteínização do látex de campo reduz o conteúdo de gel da borracha de 2,6 a 1,5%. Isso demonstra que as proteínas são responsáveis pela formação do gel que esta relacionada à liga natural.

As Figuras 12, 13 e 14 abaixo apresentam a variação da % de Nitrogênio para os sistemas de sangria d/2 (testemunha), d/4 e d/7. Através destes podemos observar que a % de nitrogênio apresenta uma tendência de aumento ao passar de uma estação quente e úmida para uma estação mais fria e seca.

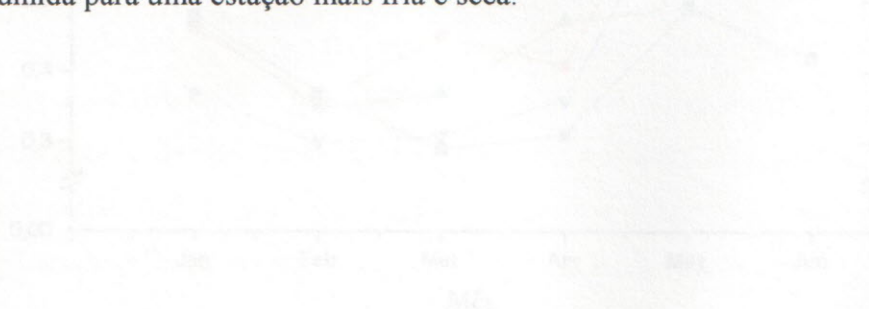


Figura 13. Variação de Nitrogênio em função do mês de coleta de látex para os clones PB 352, GT 1, RRIM 600 e DAN 973 para sistema de sangria d/4

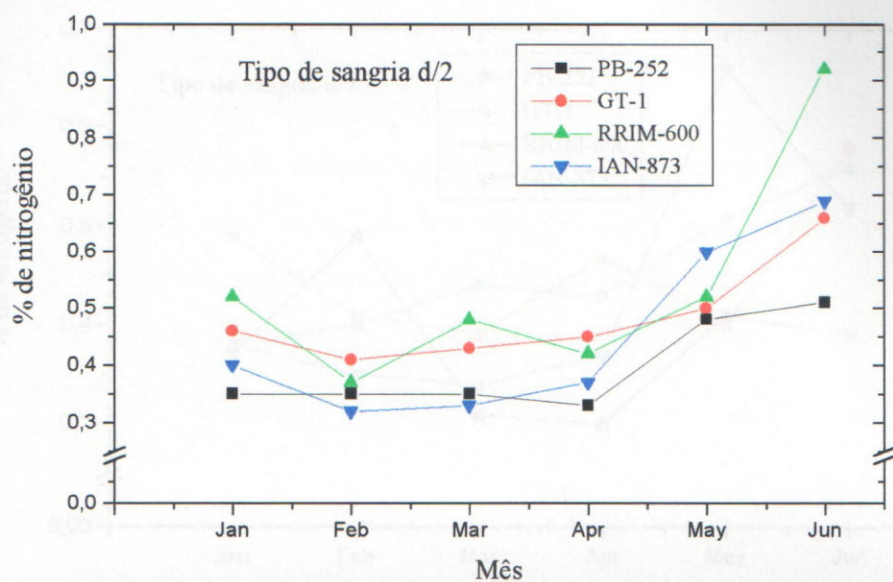


Figura 12. Variação de Nitrogênio em função do mês da coleta para os clones PB 252, GT-1, RRIM 600 e IAN 873 para sistema de sangria d/2 (test).

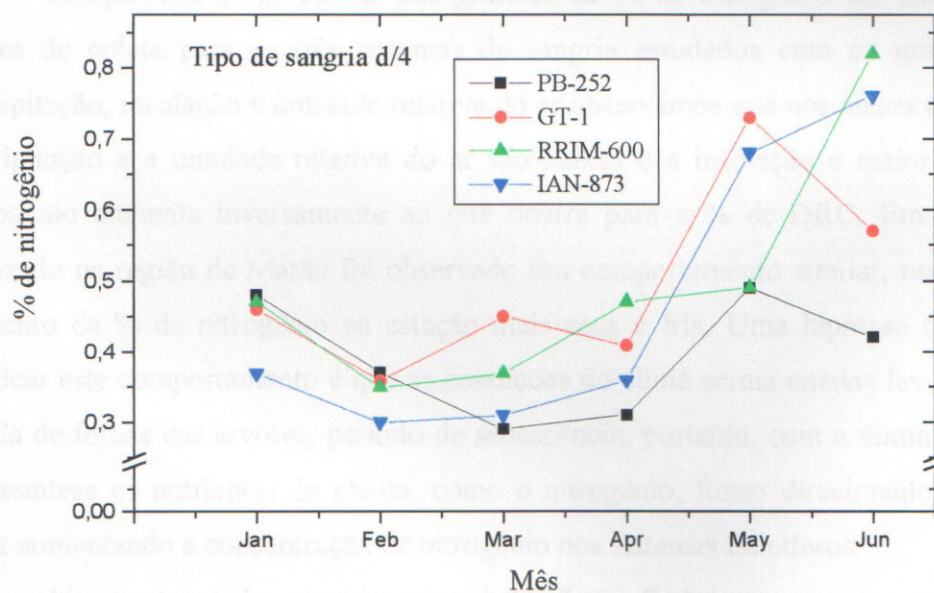


Figura 13. Variação de Nitrogênio em função do mês da coleta para os clones PB 252, GT 1, RRIM 600 e IAN 873 para sistema de sangria d/4.

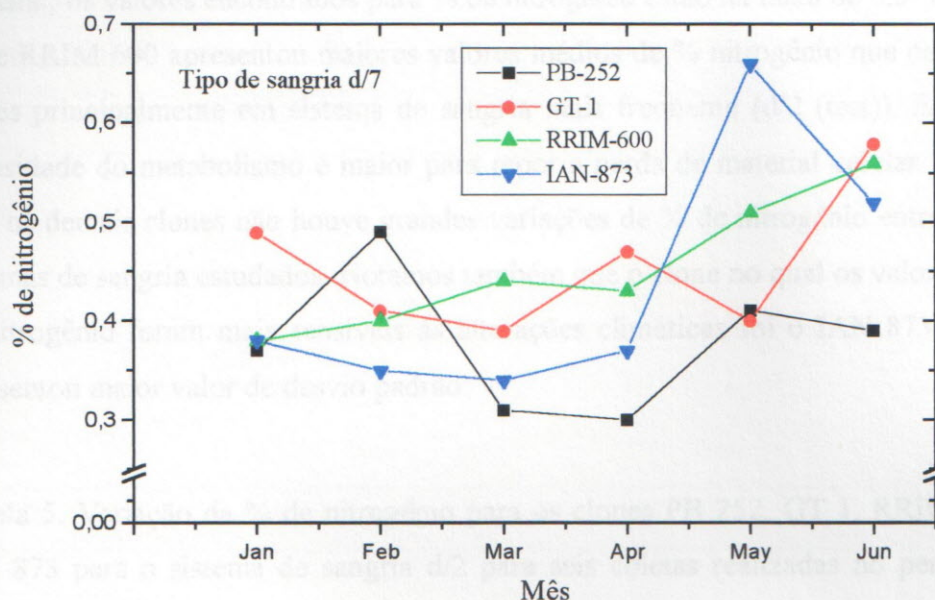


Figura 14. Variação de Nitrogênio em função do mês da coleta para os clones PB 252, GT 1, RRIM 600 e IAN 873 para sistema de sangria d/7.

Comparando-se as curvas dos gráficos de % de nitrogênio em função dos meses de coleta para os três sistemas de sangria estudados com os gráficos de precipitação, insolação e umidade relativa do ar observamos que nos meses em que a precipitação e a umidade relativa do ar são baixas e a insolação é maior a % de nitrogênio aumenta inversamente ao que ocorre para a % de DRC. Em trabalho realizado na região de Matão foi observado um comportamento similar, ou seja, de aumento da % de nitrogênio na estação mais seca e fria. Uma hipótese que pode explicar este comportamento é que as condições do clima acima citadas favorecem a queda de folhas das árvores, período de senescência, portanto, com a diminuição da fotossíntese os nutrientes da planta, como o nitrogênio, ficam direcionados para o látex aumentando a concentração de nitrogênio nos sistemas laticíferos.

Através dos dados contidos nas tabelas 5, 6 e 7 observamos que a média dos valores encontrados para o conteúdo de nitrogênio dos quatro clones estudados em três diferentes sistemas de sangria está dentro dos padrões requisitados para as borrachas brasileiras das normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que especifica valores máximos de % de nitrogênio de até 0,6%. Em

trabalho realizado por Esah Yip [47] que estudou 43 tipos de clones na região da Malásia, os valores encontrados para % de nitrogênio estão na faixa de 0,5- 0,8%. O clone RRIM 600 apresentou maiores valores médios de % nitrogênio que os demais clones principalmente em sistema de sangria mais freqüente (d/2 (test)). Em d/2 a intensidade do metabolismo é maior para repor a perda de material celular perdido. Para os demais clones não houve grandes variações de % de nitrogênio entre os três sistemas de sangria estudados. Notamos também que o clone no qual os valores de % de nitrogênio foram mais sensíveis às alterações climáticas foi o IAN 873, o qual apresentou maior valor de desvio padrão.

Tabela 5. Variação da % de nitrogênio para os clones PB 252, GT 1, RRIM 600 e IAN 873 para o sistema de sangria d/2 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	PB 252	GT 1	RRIM 600	IAN 873
Jan	0.35	0.46	0.52	0.40
Fev	0.35	0.41	0.37	0.32
Mar	0.35	0.43	0.48	0.33
Abr	0.33	0.45	0.42	0.37
Mai	0.48	0.50	0.52	0.60
Jun	0.51	0.66	0.92	0.69
Média ± DP	0.39± 0.07	0.48±0.08	0.54±0.18	0.45±0.14

Tabela 6. Variação da % de nitrogênio para os clones PB 252, GT 1, RRIM 600 IAN 873 para o sistema de sangria d/4 em seis coletas realizadas em 1998 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	PB 252	GT 1	RRIM 600	IAN 873
Jan	0.48	0.46	0.47	0.37
Fev	0.37	0.36	0.35	0.30
Mar	0.29	0.45	0.37	0.31
Abr	0.31	0.41	0.47	0.36
Mai	0.49	0.73	0.49	0.68
Jun	0.42	0.57	0.82	0.76
Média ± DP	0.39±0.07	0.49±0.12	0.49±0.15	0.46±0.18

Tabela 7. Variação da % de nitrogênio para os clones PB 252, GT 1, RRIM 600 e IAN 873 para o sistema de sangria d/7 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	PB 252	GT 1	RRIM 600	IAN 873
Jan	0.37	0.49	0.38	0.38
Fev	0.49	0.41	0.40	0.35
Mar	0.31	0.39	0.44	0.34
Abr	0.30	0.47	0.43	0.37
Mai	0.41	0.4	0.51	0.66
Jun	0.39	0.58	0.56	0.52
Média ± DP	0.38±0.06	0.45±0.06	0.45±0.06	0.43±0.11

IV.1.c Variação da Porcentagem de Cinzas

As cinzas correspondem à fração mineral não volátil da borracha constituída de substâncias minerais que naturalmente entram na composição da borracha como Ca, Mg. Estes micronutrientes estão presentes no látex porque o solo é rico em matéria mineral devido à decomposição de folhas e animais. Estes elementos minerais são importantes para o solo, pois melhoram suas características físicas, aumentam a retenção de água melhoram o solo para o manejo e principalmente porque são nutrientes para as plantas.

Othman et al [22] estudou o comportamento de absorção de água pela borracha natural. Ele descobriu que a fração soro C existente no látex, principalmente os elementos metálicos presentes nesta fração do soro são os principais responsáveis pela absorção de água nas borrachas.

As Figuras 15, 16, 17 mostram a variação da % de cinzas para os quatro clones estudados em três diferentes sistemas de sangria. Observamos que a tendência geral do valor da % de cinzas é cair nos meses de fevereiro, março e abril voltando a aumentar nos meses de maio e junho, principalmente para sistema de sangria d/4 e d/7. Este aumento da % de cinzas nos meses de maio e junho é similar ao comportamento observado para a % de nitrogênio e inversamente ao observado para % de DRC.

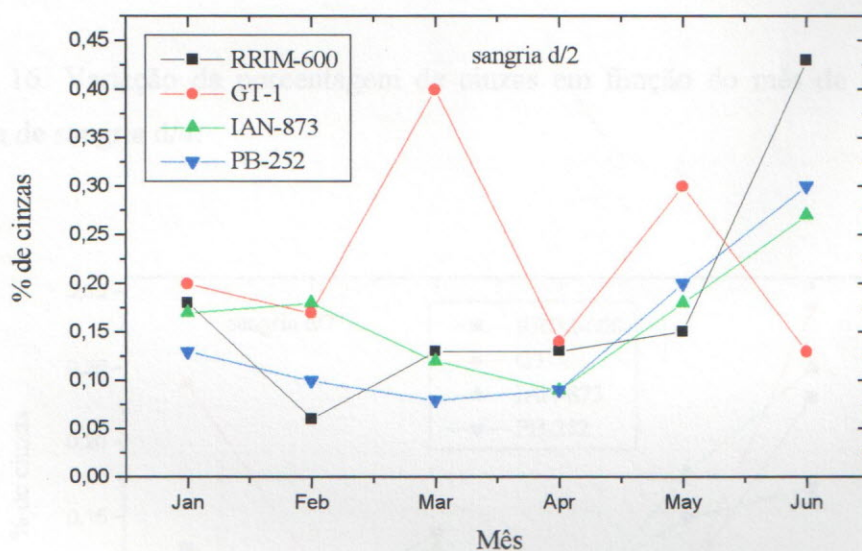


Figura 15. Variação da porcentagem de cinzas em função do mês de coleta para sistema de sangria d/2 (test).

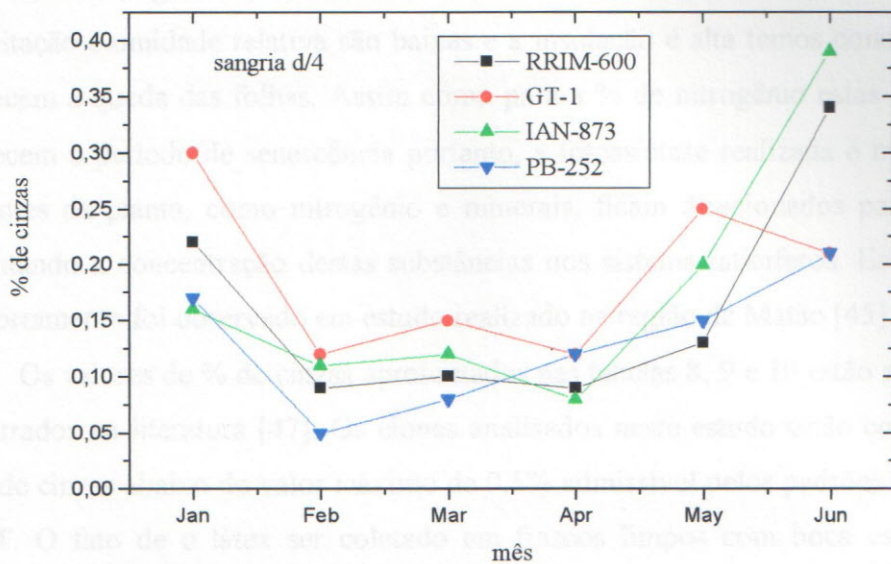


Figura 16. Variação da porcentagem de cinzas em função do mês de coleta para sistema de sangria d/4.

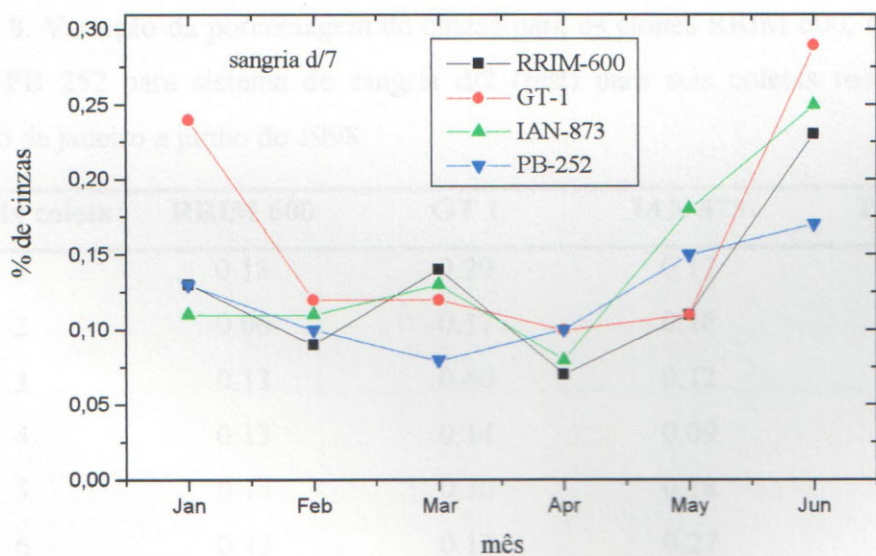


Figura 17. Variação da porcentagem de cinzas em função do mês de coleta para sistema de sangria d/7.

Comparando-se estas figuras com o de precipitação, insolação e umidade relativa do ar, (Figuras 8, 9, 10) nota-se que nos meses de maio e junho em que a precipitação e umidade relativa são baixas e a insolação é alta temos condições que favorecem a queda das folhas. Assim como para a % de nitrogênio estas condições favorecem o período de senescência portanto, a fotossíntese realizada é menor e os nutrientes da planta, como nitrogênio e minerais, ficam direcionados para o látex aumentando a concentração destas substâncias nos sistema laticíferos. Esse mesmo comportamento foi observado em estudo realizado na região de Matão [45].

Os valores de % de cinzas apresentados nas tabelas 8, 9 e 10 estão abaixo dos encontrados na literatura [47]. Os clones analisados neste estudo estão com valores de % de cinzas abaixo do valor máximo de 0,5% admissível pelos padrões da SMR e ABNT. O fato de o látex ser coletado em frascos limpos com boca estreita que impede a queda de folhas, insetos etc no látex pode ter influenciado na obtenção de baixos valores de % de cinzas. O clone GT 1 possui os maiores valores médios de % de cinzas para os três intervalos de sangria estudados e o clone PB 252 possui os menores, comportamentos estes que parecem ser determinados pelas características genéticas de cada clone.

Tabela 8. Variação da porcentagem de cinzas para os clones RRIM 600, GT 1, IAN 873 e PB 252 para sistema de sangria d/2 (test) para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	RRIM 600	GT 1	IAN 873	PB 252
1	0.18	0.20	0.17	0.13
2	0.06	0.17	0.18	0.10
3	0.13	0.40	0.12	0.08
4	0.13	0.14	0.09	0.09
5	0.15	0.30	0.18	0.20
6	0.43	0.13	0.27	0.30
Média ± DP	0.18±0.11	0.22±0.09	0.17±0.06	0.15±0.07

Tabela 9. Variação da porcentagem de cinzas para os clones RRIM 600, GT 1, IAN 873 e PB 252 para sistema de sangria d/4 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	RRIM 600	GT 1	IAN 873	PB 252
1	0.22	0.30	0.16	0.17
2	0.09	0.12	0.11	0.05
3	0.10	0.15	0.12	0.08
4	0.09	0.12	0.08	0.12
5	0.13	0.25	0.20	0.15
6	0.34	0.21	0.39	0.21
Média ± DP	0.16±0.09	0.19±0.06	0.18±0.10	0.13±0.05

Tabela 10. Variação da porcentagem de cinzas para os clones RRIM 600, GT 1, IAN 873 e PB 252 para sistema de sangria d/7 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	RRIM 600	GT 1	IAN 873	PB 252
Jan	0.13	0.24	0.11	0.13
Fev	0.09	0.12	0.11	0.10
Mar	0.14	0.12	0.13	0.08
Abr	0.07	0.10	0.08	0.10
Mai	0.11	0.11	0.18	0.15
Jun	0.23	0.29	0.25	0.17
Média ± DP	0.13±0.05	0.16±0.07	0.14±0.05	0.12±0.03

IV.2. Análise Estatística

Neste trabalho foi feito um estudo de correlação linear simples entre as variáveis (média mensal de precipitação, insolação, umidade relativa, temperatura e média de dez dias antes da coleta para cada variável) climáticas e as propriedades do látex investigadas (% DRC, % nitrogênio, % cinzas, tióis, sacarose e fósforo inorgânico) visando estabelecer uma correlação entre as propriedades do látex e as condições climáticas, que através dos resultados obtidos, pareceram estar interligadas. O programa utilizado para estas análises foi *Statistica for Windows*

versão 4,2 e o método estatístico foi o de correlação linear de matrizes. No geral os valores das correlações obtidas significativas ao nível de 0,05 de probabilidade foram bastante pequenos. Nas análises de correlação para a média de dez dias antes da data da coleta o número de correlações encontradas foi um pouco maior do que a do que para a média mensal. Isto sugere que as propriedades de clima para dez dias antes da coleta influenciam mais significativamente nas propriedades do látex do que um mês antes da coleta. Correlações lineares entre as propriedades do látex e as variáveis climáticas são, em geral, bastante complexas e difíceis de serem interpretadas. O fato do tamanho da amostra para cada variável ser pequeno, apenas seis para DRC, % cinzas, % de nitrogênio e quatro para tióis, fósforo inorgânico e sacarose, e de ter sido realizada apenas uma coleta por mês deve ter contribuído para que o número de correlações, a 0,05 de probabilidade, encontradas fosse pequeno. A tabela 11 abaixo resume os valores de correlação encontrados significativos a 0,05 de probabilidade.

Tabela 11. Valores de correlação significativos a 0,05 de probabilidade para as propriedades DRC, % de nitrogênio e % de cinzas do látex e as variáveis climáticas.

Clone/Sangria	Insolação	Precipitação	Umidade Relativa do ar	Temperatura
% DRC (Dry Rubber Content)				
GT 1 / d/2	r = -0.2666	r=0.5912	r = 0.2876	r = 0.7814
GT 1 / d/4	r = -0.2398	r = 0.3743	r = 0.4985	r = 0.6298
GT 1 / d/7	r = 0.5853	r = -0.027	r = -0.1227	r = 0.5738
IAN 873 / d/2	r = -0.5528	r = 0.7039	r = 0.7153	r = 0.6161
IAN 873 / d/4	r = -0.4306	r = 0.6203	r = 0.6072	r = 0.7384
IAN 873 / d/7	r = -0.6331	r = 0.6187	r = 0.5567	r = 0.5211
PB 252 /d/2	r = 0,6939	r = -0.2441	r = 0.4113	r = 0,8516
PB 252 /d/4	r = -0.252	r = 0.2439	r = -0.382	r = 0,8571
PB 252 /d/7	r = -0.1458	r = 0.036	r = 0.1615	r = 0.5770
RRIM 600 / d/2	r = -0.5331	r = 0.6818	r = 0.3235	r = 0.6273
RRIM 600 / d/4	r = -0.4113	r = 0.5636	r = 0.0732	r = 0.6062
RRIM 600 / d/7	r = 0.2637	r = 0.0839	r = -0.7031	r = 0.3422

% de Nitrogênio				
GT 1/ d/2	r = 0.2783	r = -0.6019	r = -0.3632	r = -0,8269
GT 1 / d/4	r = 0.2807	r = -0.3644	r = -0.8042	r = -0.4804
GT 1/ d/7	r = 0.000	r = -0.2355	r = -0.3089	r = 0,9268
IAN 873 / d/2	r = 0.3738	r = -0.5859	r = -0.6087	r = -0.7675
IAN 873 / d/4	r = 0.3391	r = -0.5278	r = -0.5988	r = -0.7781
IAN 873 / d/7	r = 0.3457	r = -0.3657	r = -0.7402	r = -0.5328
PB 252 /d/2	r = 0.3644	r = -0.5073	r = -0.5475	r = -0.7451
PB 252 /d/4	r = 0,8886	r = -0,8186	r = 0,8856	0.0537
PB 252 /d/7	r = 0.6651	r = -0.2900	r = -0.0433	r = -0.1510
RRIM 600 / d/2	r = 0.3837	r = -0.8700	r = -0.6019	R = -0,9221
RRIM 600 / d/4	r = 0.2650	r = -0.2910	r = -0.3265	0.8056
RRIM 600 / d/7	r = 0.3150	r = -0.6587	r = -0.1631	r = -0.5319
% de Cinzas				
GT 1/ d/2	r = 0.4532	r = - 0.3698	r = -0.2589	r = 0.3698
GT 1 / d/4	r = 0.7379	r = -0,8408	r = -0,9281	r = 0.1331
GT1 / d/7	r = 0.5871	r = -0,8776	r = -0.3446	r = -0.2815
IAN 873 / d/2	r = 0.6235	r = - 0.3589	r = -0.5698	r = 0.3568
IAN 873 / d/4	r = 0.4208	r = -0.6868	r = -0.3986	r = -0.7201
IAN 873 / d/7	r = 0.3168	r = -0.5287	r = -0.3960	r = -0.7568
PB 252 /d/2	r = 0.4589	r = 0.6532	r = 0.4896	r = 0.3369
PB 252 /d/4	r = 0.4429	r = -0.7858	r = -0.6999	r = -0.5152
PB 252 /d/7	r = 0.6427	r = -0.7937	r = -0.7061	r = -0.5879
RRIM 600 / d/2	r = 0.2589	r = -0.4596	r = 0.2897	r = 0.6547
RRIM 600 / d/4	r = 0.5292	r = -0,8469	r = -0.4144	r = -0.4973
RRIM 600 / d/7	r = 0.2770	r = -0.6143	r = 0.2310	r = -0.5879

Para as correlações entre DRC e propriedades do clima para os clones IAN 873, GT 1, PB 252 e RRIM 600 nos três sistemas de sangria estudados foram obtidos altos valores para as correlações de temperatura (dez dias antes da coleta) com DRC do clone PB 252 em sangria d/2 e d/4.

Apesar do número de correlações significativas a 0,05 de probabilidade entre DRC e variações do clima encontradas nesse estudo ter sido pequeno (Tabela 11) uma simples análise comparativa dos gráficos de precipitação, insolação, umidade relativa do ar e temperatura com os de variação de DRC, no período de janeiro a junho 1998, nos mostra que o conhecimento do comportamento das condições climáticas de uma região é importante para o entendimento do comportamento das propriedades do látex e suas correlações. Para ilustrar este fato, observa-se que quando o nível de precipitação de chuvas é baixo (meses de maio e junho), a insolação é maior e a umidade relativa do ar é menor, ocorre queda nos valores de DRC para todos os clones e tipos de sangria estudados. Podemos observar que neste período de início da seca a árvore tem seu metabolismo alterado o que influencia o processo de regeneração e o fluxo do látex. Uma discussão deste aspecto já foi apresentada anteriormente nesta dissertação.

Na análise de correlação estatística realizada para a % de nitrogênio dos clones RRIM 600, IAN 873, GT 1 e PB 252 em três diferentes tipos de sangria, com as condições climáticas (insolação, precipitação, umidade relativa do ar e temperatura) observamos correlações significativas a 0,05 de probabilidade para os clones RRIM 600 e GT 1 em sistema de sangria d/2 (testemunha) com a temperatura. Para o clone PB 252 em sistema de sangria d/4 foram encontradas correlações significativas a 0,05 de probabilidade entre % de nitrogênio com as variáveis de insolação, precipitação e umidade relativa do ar. Já no sistema de sangria d/7 a única correlação significativa a 0,05 de probabilidade encontrada foi para % de nitrogênio do clone GT 1 com temperatura.

Nas análises de correlação linear simples realizadas para a variação da % de cinzas, para os quatro clones estudados em três diferentes sistemas de sangria, e as variáveis do clima as principais correlações foram: sistema de sangria d/4, onde os valores de % de cinzas dos clones RRIM 600 e GT 1 apresentaram correlações significativas a 0,05 de probabilidade com a precipitação. Ainda para o sistema de sangria d/4 a umidade relativa do ar apresentou correlação significativa a 0,05 de probabilidade com a % de cinzas do clone GT 1 e para o sistema de sangria d/7 a única correlação significativa a 0,05 de probabilidade obtida foi para a variável de precipitação com a % de cinzas do clone GT 1. correlação significativa a 0,05 de probabilidade

Estes resultados indicam que para se estabelecer uma correlação estatística entre as propriedades do látex e as variáveis do clima parece ser necessário um número maior de amostragem, devido a complexidade e interdependência das variáveis estudadas.

IV.3. Variação da Viscosidade Mooney e Plasticidade Wallace.

A viscosidade Mooney é um parâmetro usado universalmente pelos países consumidores de borracha. Uma borracha com alta viscosidade Mooney requer longos tempos de premastigação ou a adição de agentes caros para tornar o produto processável. Por outro lado, borrachas muito moles com baixa viscosidade Mooney praticamente não requerem mastigação, mas não podem ser submetidas a certos tipos de processamento. O valor da viscosidade Mooney muda com o tempo de estocagem, condições de temperatura e umidade fazendo com que a borracha possa tornar-se mais dura sob certas condições. O processo de endurecimento da borracha é acelerado em temperaturas elevadas e ambiente seco. Alguns autores [53,54] têm postulado que este endurecimento se dá devido a reações de ligação cruzada entre moléculas de borracha envolvendo aldeídos que favorecem a condensação, como por exemplo, os aminoácidos presentes na fase não borracha do látex. A adição de reagentes, como a hidroxilamina, ao látex, antes da coagulação, inibe estas reações dando origem ao látex com viscosidade estabilizada conhecido como {CV (constant viscosity) rubbers} [47].

Os gráficos 18, 19 e 20 abaixo mostram a variação dos valores de viscosidade Mooney para os quatro clones estudados em intervalos de sangria d/2 (test), d/4 ET 5,0 % e d/7 ET 5,0% no período de janeiro a junho 1998. Observa-se que no geral a viscosidade Mooney não apresentou uma tendência clara de comportamento em função dos meses de coleta.

Figura 19. Variação da viscosidade Mooney para os quatro clones estudados em intervalos de sangria d/4.

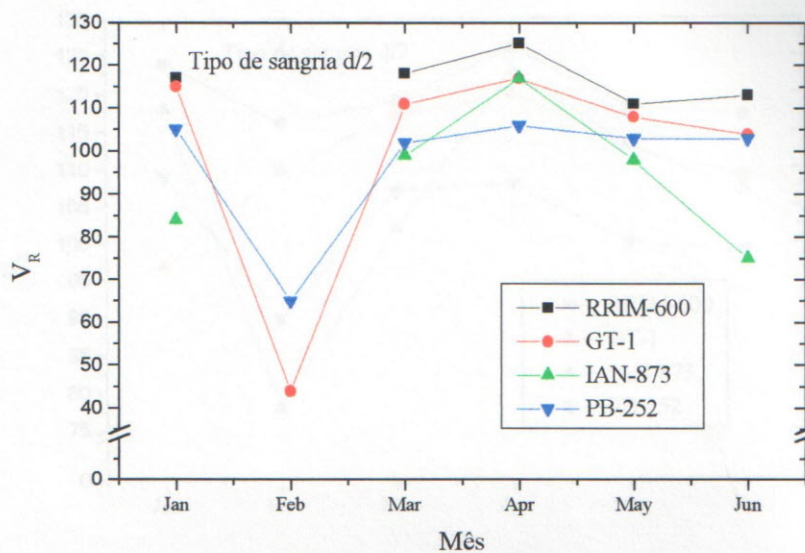


Figura 18. Variação da viscosidade Mooney para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/2 (test).

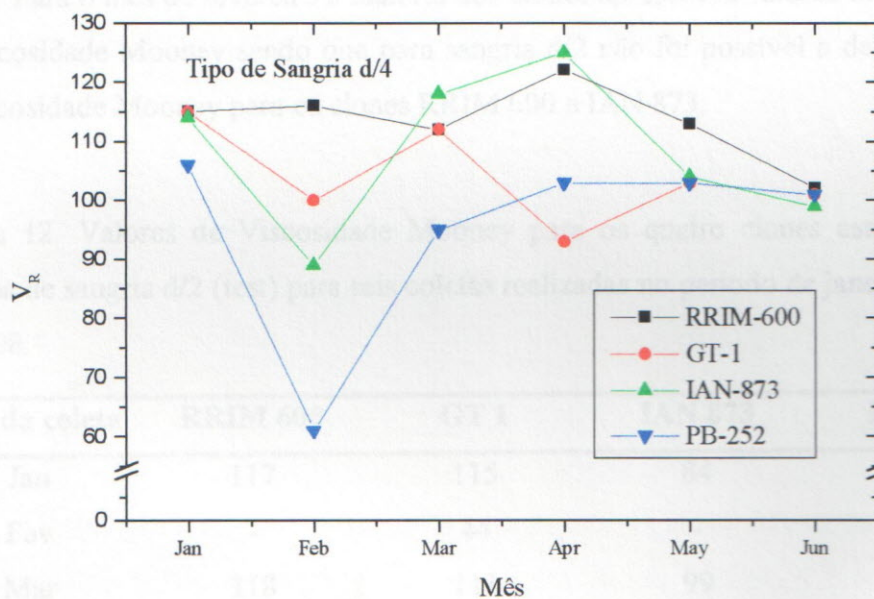


Figura 19. Variação da viscosidade Mooney para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/4.

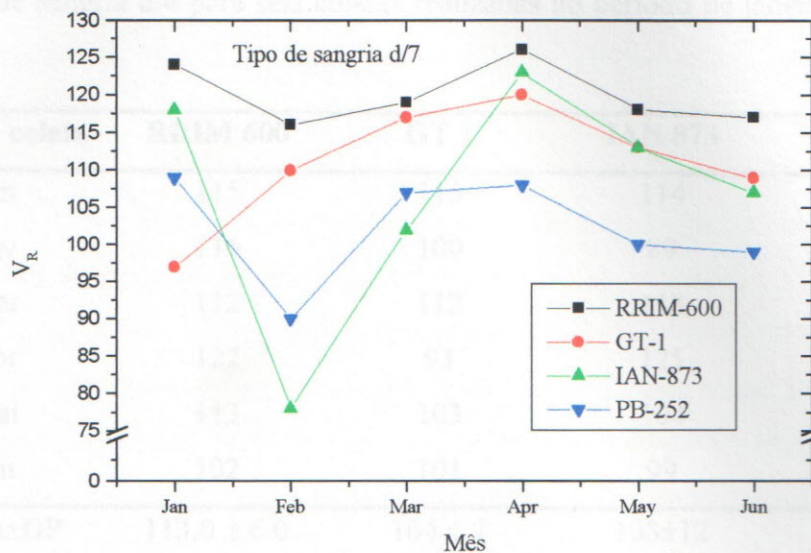


Figura 20. Variação da viscosidade Mooney para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/7.

Para o mês de fevereiro a maioria dos clones apresentou valores muito baixos de viscosidade Mooney sendo que para sangria d/2 não foi possível a determinação da viscosidade Mooney para os clones RRIM 600 e IAN 873.

Tabela 12. Valores de Viscosidade Mooney para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/2 (test) para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	RRIM 600	GT 1	IAN 873	PB 252
Jan	117	115	84	105
Fev	-	44	-	65
Mar	118	111	99	102
Abr	125	117	117	106
Mai	111	108	98	103
Jun	113	104	75	103
Média ± DP	117 ± 5	100 ± 25	95 ± 14	97 ± 14

Tabela 13. Valores de Viscosidade Mooney para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/4 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	RRIM 600	GT 1	IAN 873	PB 252
Jan	115	115	114	106
Fev	116	100	89	61
Mar	112	112	118	95
Abr	122	93	125	103
Mai	113	103	104	103
Jun	102	101	99	101
Média±DP	113.0 ± 6.0	104 ± 7	108±12	95±15

Tabela 14. Valores de Viscosidade Mooney para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/7 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	RRIM 600	GT 1	IAN 873	PB 252
Jan	124	97	118	109
Fev	116	110	78	90
Mar	119	117	102	107
Abr	126	120	123	108
Mai	118	113	113	100
Jun	117	109	107	99
Média±DP	120 ± 4	111 ± 7	107±15	102±7

Yip [47] estudou a viscosidade Mooney para 43 clones e encontrou valores de viscosidade média entre 55-83 unidades para clones da Classe I como GT 1, RRIM 600, e entre 46 e 78 unidades para clones da Classe II (significado em anexo) como IAN 873 e PB 235.

No estudo da variação da % de Viscosidade Mooney nos meses de janeiro a julho de 1998 para os tipos de sangria d/2 (test), d/4 ET 5,0% e d/7 ET 5,0% observou-se que o clone RRIM 600 apresentou os maiores valores médios e menor

desvio padrão para todos os tipos de sangria, o que indica que este necessitará de maior trabalho e energia no seu processamento comparado com o clone PB 252 que possui os menores valores. Este clone apresentou os menores valores médios de % de Viscosidade Mooney para sangria d/7 e d/4 e o clone IAN 873 apresentou menor valor médio de % de viscosidade Mooney em sangria d/2. Os valores de % de viscosidade Mooney para os clones estudados estão acima dos valores encontrados na literatura, sendo estas amostras de borracha podem ser classificadas como duras.

A plasticidade Wallace assim como a viscosidade Mooney são propriedades que estão relacionadas com a viscosidade da borracha nos testes de controle de qualidade. A determinação da plasticidade Wallace e da viscosidade Mooney baseiam-se em princípios diferentes, embora, exista uma correlação entre as mesmas. O plastímetro Wallace de pratos paralelos mede a plasticidade com base no achatamento de um corpo de prova submetido a uma compressão constante em condições padrão de temperatura, tempo de ação da força de compressão, forma e peso do corpo de prova. A leitura é feita em unidades na escala Wallace. A viscosidade Mooney é medida pelo torque requerido para girar um disco no interior de uma câmara cilíndrica cheia de borracha. A leitura direta é feita em unidades Mooney que são, em cada caso, uma função do valor do torque tomado como índice de viscosidade [15]. A plasticidade Wallace (P_0) está ligada com o comprimento da cadeia do poli (cis - 1,4 - isopreno), sendo uma medida do estado de degradação da borracha enquanto que a viscosidade Mooney é usada para medir o grau de estabilização da viscosidade em borrachas estabilizadas (CV rubbers).

As figuras 21, 22 e 23 abaixo mostram a variação de P_0 para os quatro clones estudados em três diferentes sistemas de sangria. Observa-se que o comportamento desta propriedade varia de forma bastante heterogênea em função dos meses de coleta e em função da sangria.

Figura 22: Variação da Plasticidade (P_0) para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/4.

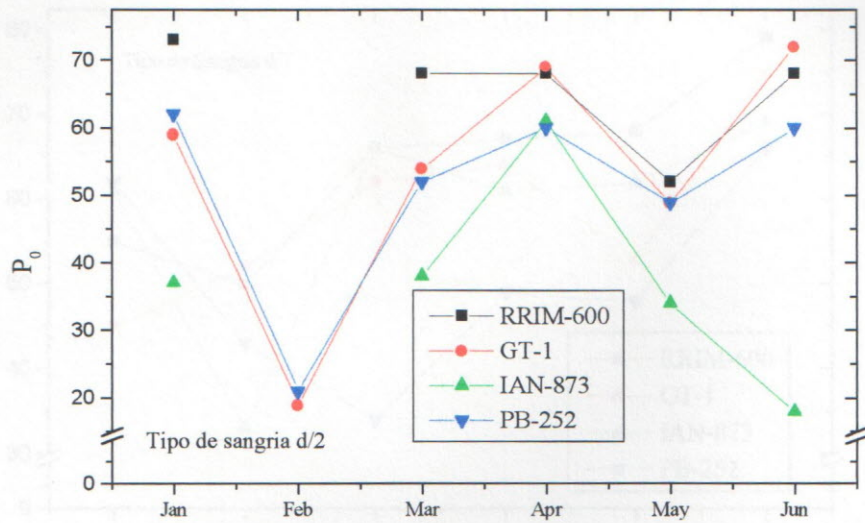


Figura 21. Variação da Plasticidade (P_0) para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/2 (test).

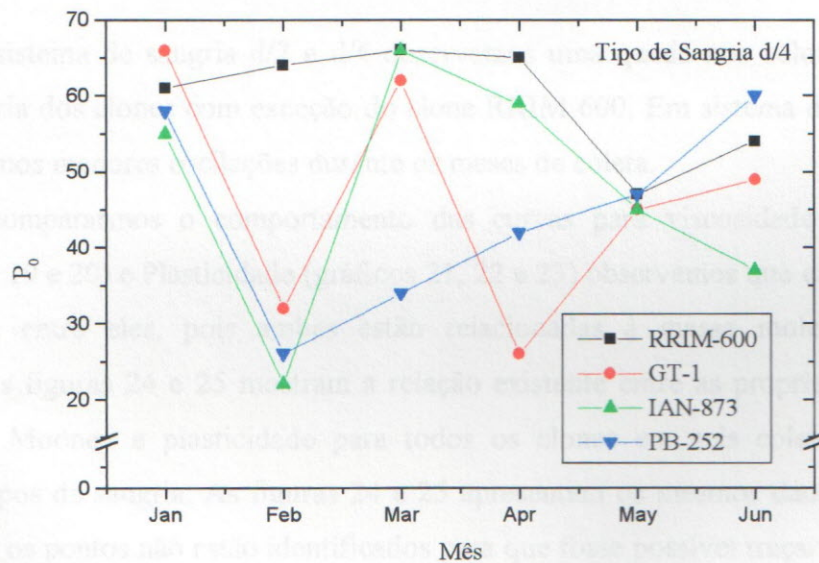


Figura 22. Variação da Plasticidade (P_0) para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/4.

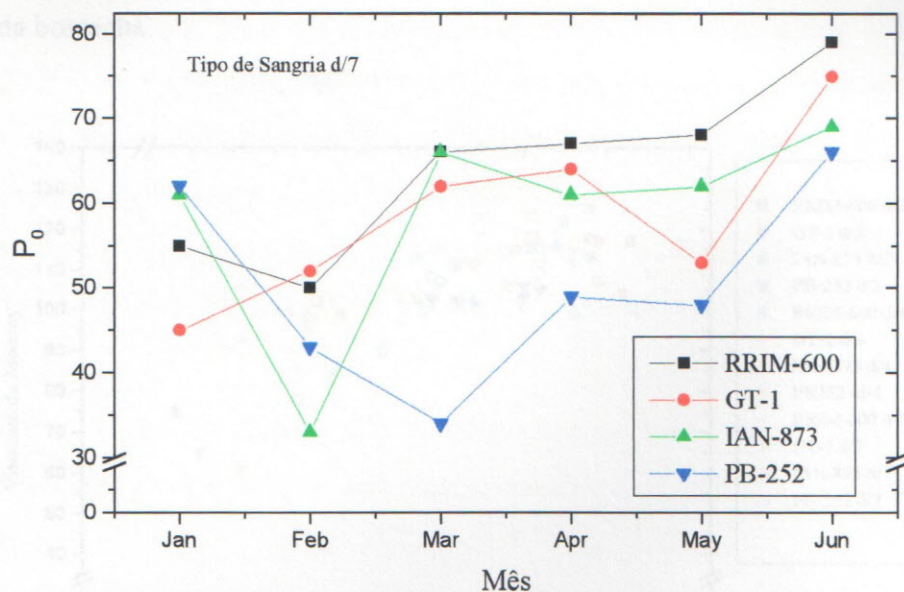


Figura 23. Variação da Plasticidade (P_0) para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/7.

Em sistema de sangria d/2 e d/4 observamos uma queda nos valores de P_0 para a maioria dos clones com exceção do clone RRIM 600. Em sistema de sangria d/7 observamos menores oscilações durante os meses de coleta.

Se compararmos o comportamento das curvas para viscosidade Mooney (Figuras 18, 19 e 20) e Plasticidade (gráficos 21, 22 e 23) observamos que existe uma similaridade entre eles, pois ambas estão relacionadas à massa molecular do polímero. As figuras 24 e 25 mostram a relação existente entre as propriedades de viscosidade Mooney e plasticidade para todos os clones em seis coletas e três diferentes tipos de sangria. As figuras 24 e 25 apresentam os mesmos dados porém na figura 25 os pontos não estão identificados para que fosse possível traçar uma reta e apresentar a relação linear existente entre estas propriedades. A relação obtida para todos os valores medidos ao longo de seis meses (70 pontos) foi $V_R = 0,81P_0 + 63$ com $r = 0,80$. Podemos deduzir que ao longo de seis meses de estudo de quatro clones em três diferentes tipos de sangria as borrachas utilizadas neste estudo seguem o comportamento da literatura [47], ou seja, uma boa correlação entre V_R e P_0 que se

deve ao fato destas duas propriedades estarem diretamente relacionadas à massa molar da borracha.

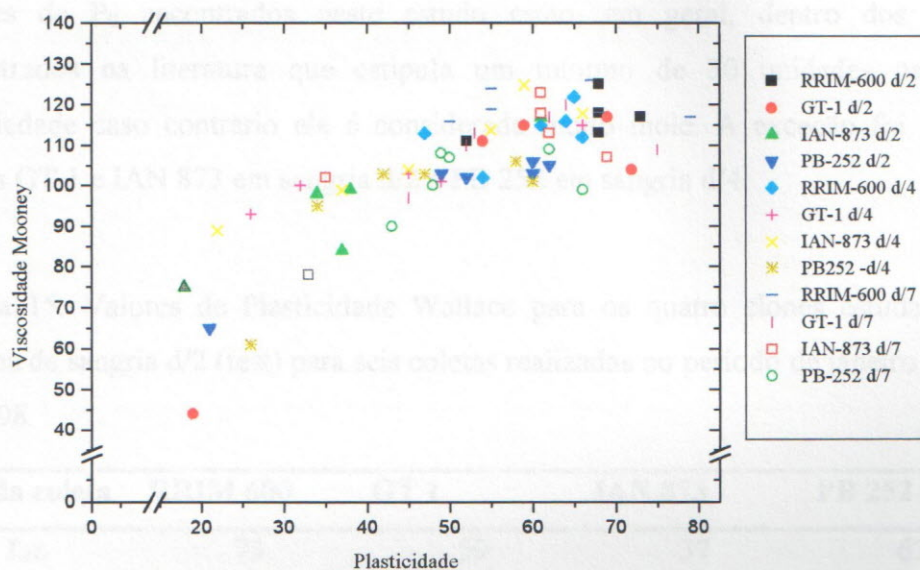


Figura 24. Valores de Viscosidade Mooney e Plasticidade para todos os clones em três diferentes sistemas de sangria para as seis coletas realizadas.

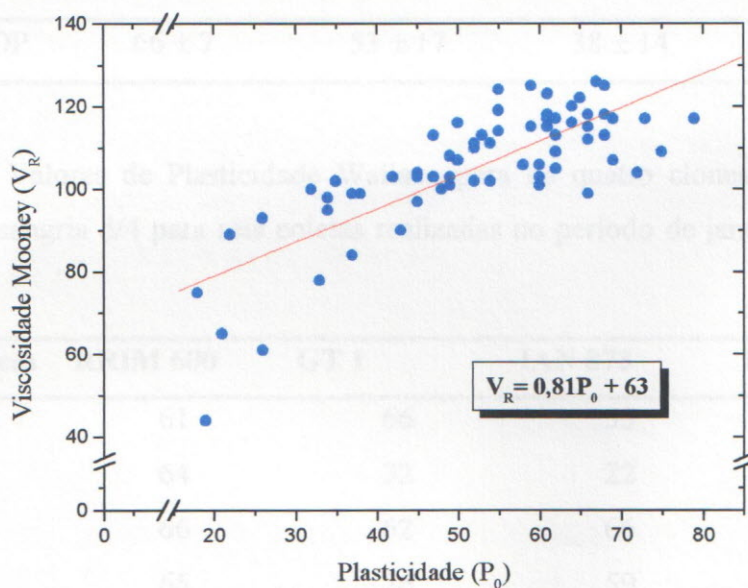


Figura 25. Relação Linear entre valores de Viscosidade Mooney e Plasticidade para todos os clones em três diferentes sistemas de sangria para as seis coletas realizadas.

As tabelas 15, 16 e 17 apresentam os valores de P_0 para seis coletas dos clones RRIM 600, IAN 873, PB 252 e GT 1 em três diferentes tipos de sangria. Os valores de P_0 encontrados neste estudo estão, em geral, dentro dos valores encontrados na literatura que estipula um mínimo de 30 unidades para esta propriedade caso contrário ela é considerada muito mole. A exceção foi para os clones GT 1 e IAN 873 em sangria d/2 e PB 252 em sangria d/4.

Tabela 15. Valores de Plasticidade Wallace para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/2 (test) para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	RRIM 600	GT 1	IAN 873	PB 252
Jan	73	59	37	62
Fev	--	19	--	21
Mar	68	54	38	52
Abr	68	69	61	60
Mai	52	49	34	49
Jun	68	72	18	60
Média ± DP	66 ± 7	53 ± 17	38 ± 14	50 ± 14

Tabela 16. Valores de Plasticidade Wallace para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/4 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	RRIM 600	GT 1	IAN 873	PB 252
Jan	61	66	55	58
Fev	64	32	22	26
Mar	66	62	66	34
Abr	65	26	59	42
Mai	47	45	45	47
Jun	54	49	37	60
Média ± DP	59 ± 7	47 ± 14	47 ± 15	44 ± 12

Tabela 17. Valores de Plasticidade Wallace para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/7 para seis coletas realizadas no período de janeiro a junho de 1998.

Mês da coleta	RRIM 600	GT 1	IAN 873	PB 252
Jan	55	45	61	62
Fev	50	52	33	43
Mar	55	67	35	50
Abr	67	64	61	49
Mai	68	53	62	48
Jun	79	75	69	66
Média ± DP	62 ± 11	59 ± 10	53 ± 14	53 ± 8

O clone RRIM 600 apresentou maiores valores médios de plasticidade que os demais clones o que indica que este clone deve produzir borracha de maior massa molar. Este mesmo resultado foi obtido para o clone RRIM 600 estudado na região de Matão. O clone RRIM 600 apresentou no geral menos oscilações em relação ao do número de coletas para os três tipos de sangria estudados.

IV.4. Variação dos Parâmetros Fisiológicos

Em estudo da variação dos parâmetros fisiológicos em função dos meses de coleta do látex (Figuras 26, 27 e 28) observamos que para todos os sistemas de sangria utilizados neste estudo a concentração de fósforo inorgânico (Pi), que indica atividade metabólica, é máxima no mês maio.

Figura 27. Variação da Concentração de Fósforo Inorgânico (em mM) em função dos meses de coleta, para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/7.

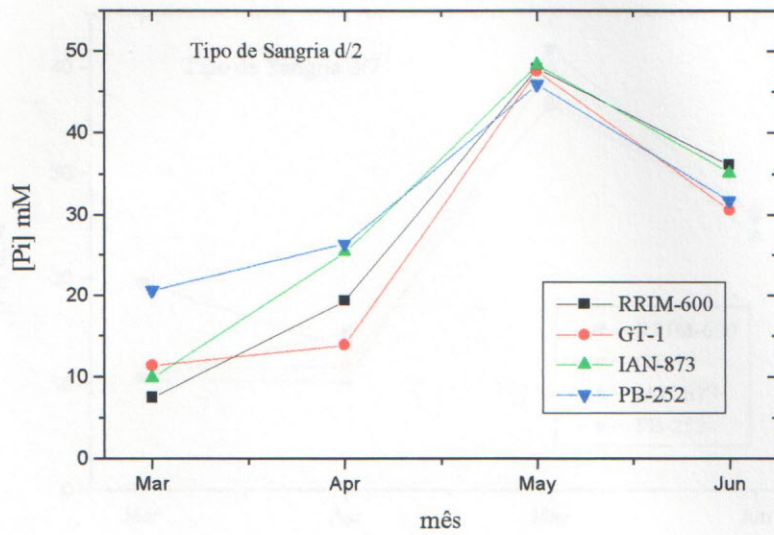


Figura 26. Variação do Conteúdo de Fósforo Inorgânico (em mM) em função dos meses de coleta, para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/2 (test).

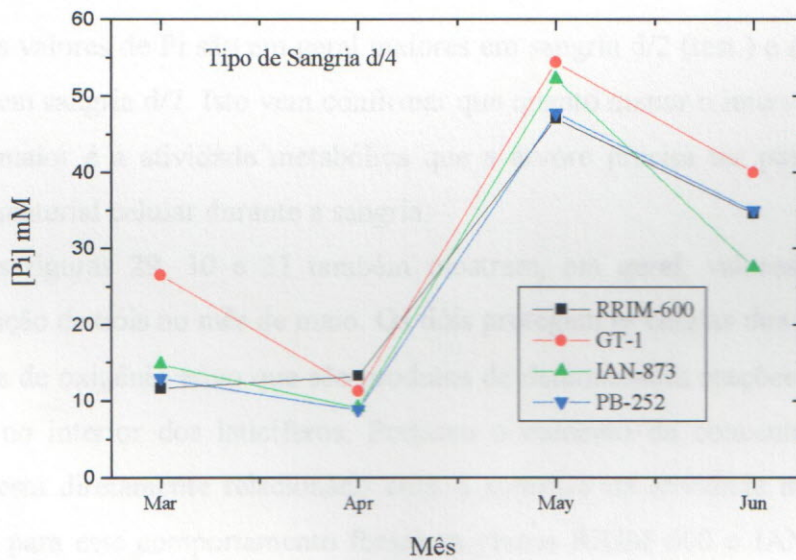


Figura 27. Variação do Conteúdo de Fósforo Inorgânico (em mM) em função dos meses de coleta, para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/4.

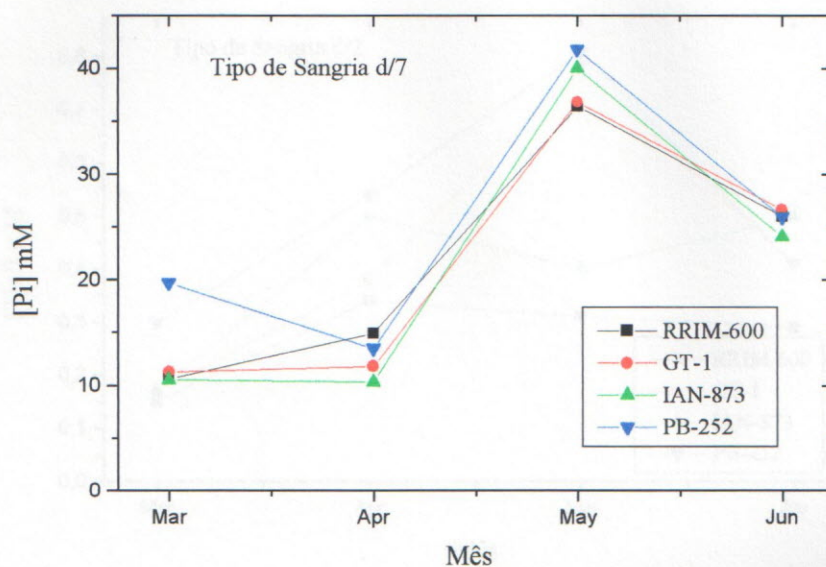


Figura 28. Variação do Conteúdo de Fósforo Inorgânico (em mM) em função dos meses de coleta, para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/7.

Os valores de Pi são em geral maiores em sangria d/2 (test.) e d/4 ET 5,0% e menores em sangria d/7. Isto vem confirmar que quanto menor o intervalo entre duas sangrias maior é a atividade metabólica que a árvore precisa ter para recuperar a perda de material celular durante a sangria.

As figuras 29, 30 e 31 também mostram, em geral, valores máximos de concentração de tióis no mês de maio. Os tióis protegem as células dos laticíferos das moléculas de oxigênio ativo que são produtos de determinadas reações químicas que ocorrem no interior dos laticíferos. Portanto o aumento da concentração de tióis também está diretamente relacionado com o aumento da atividade metabólica. As exceções para este comportamento foram os clones RRIM 600 e IAN 873 (Figura 29) que apresentaram valores menores de concentração de tióis em sistema de sangria d/2 (testemunha). Uma hipótese é que estes dois clones podem não estar regenerando tióis (RSH) suficiente para suprir a quantidade perdida devido à intensa atividade metabólica.

Variação do Conteúdo de Tióis (em mM) em função dos meses de coleta, para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/4.

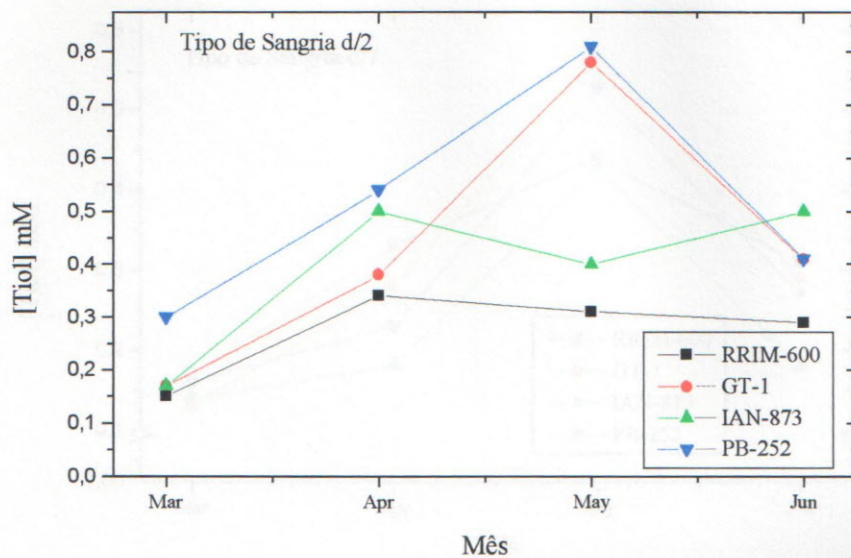


Figura 29. Variação do Conteúdo de Tióis (em mM) em função dos meses de coleta, para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/2 (test).

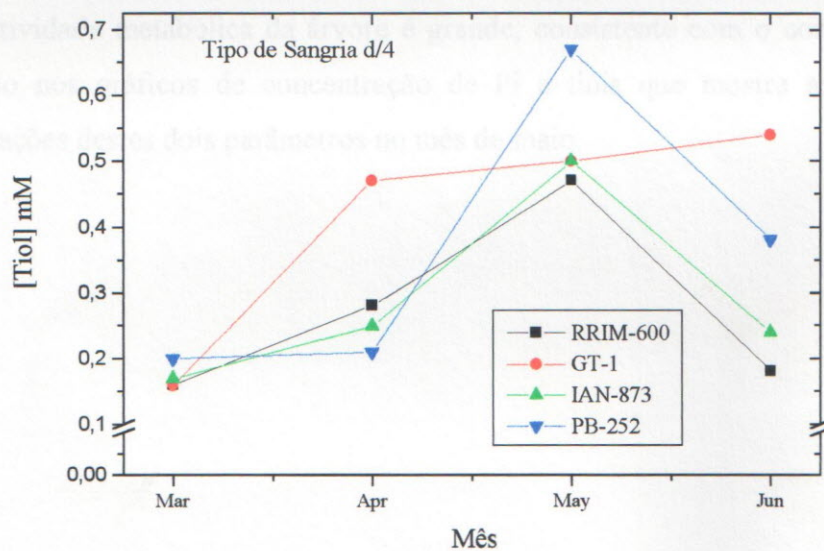


Figura 30. Variação do Conteúdo de Tióis (em mM) em função dos meses de coleta, para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/4.

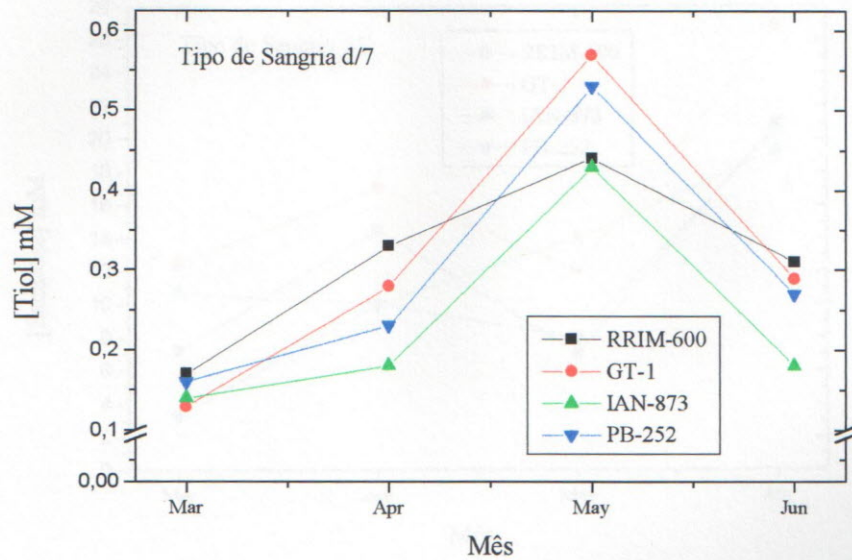


Figura 31. Variação do Conteúdo de Tióis (em mM) em função dos meses de coleta para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/7.

As figuras 32, 33, e 34 mostra a variação de concentração de sacarose em função do mês de coleta apresentam valores mínimos de sacarose no mês de maio, onde a atividade metabólica da árvore é grande, consistente com o comportamento observado nos gráficos de concentração de Pi e tióis que mostra as mais altas concentrações destes dois parâmetros no mês de maio.

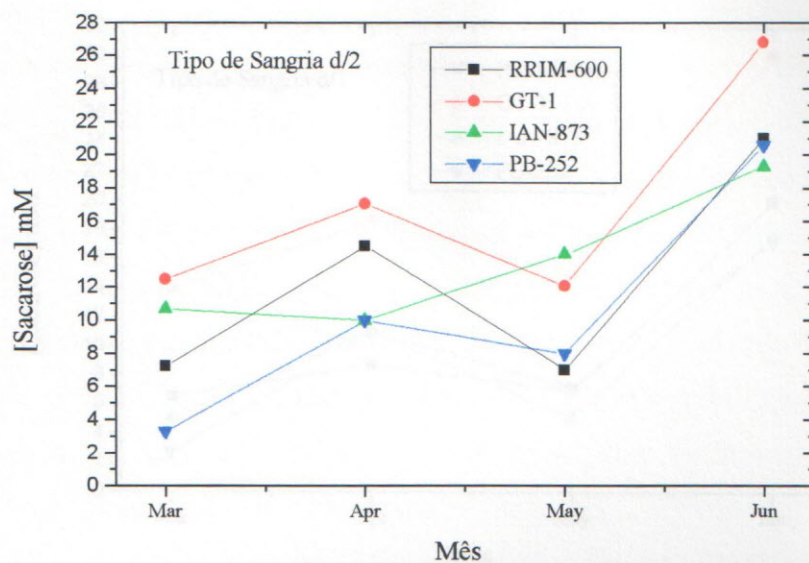


Figura 32. Variação do Conteúdo de Sacarose em mM em função dos meses de coleta para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/2 (test).

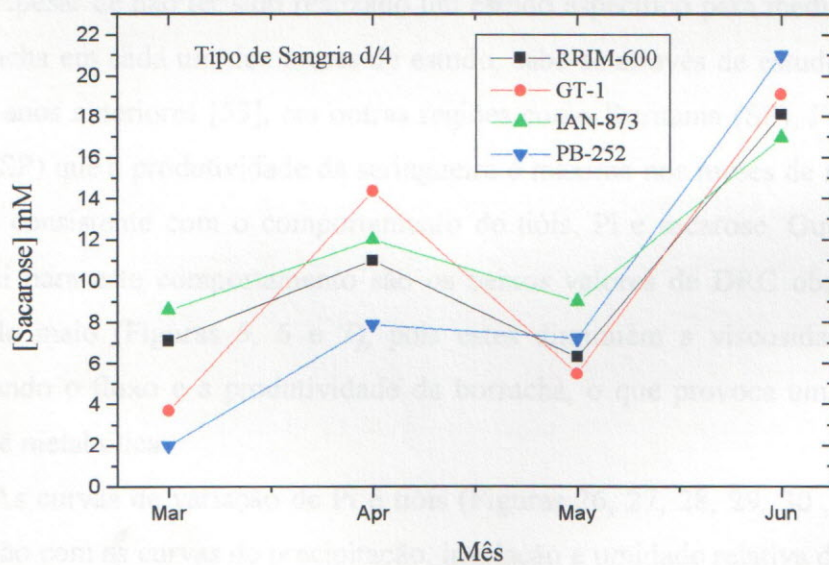


Figura 33. Variação do Conteúdo de Sacarose em mM em função dos meses de coleta para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/4.

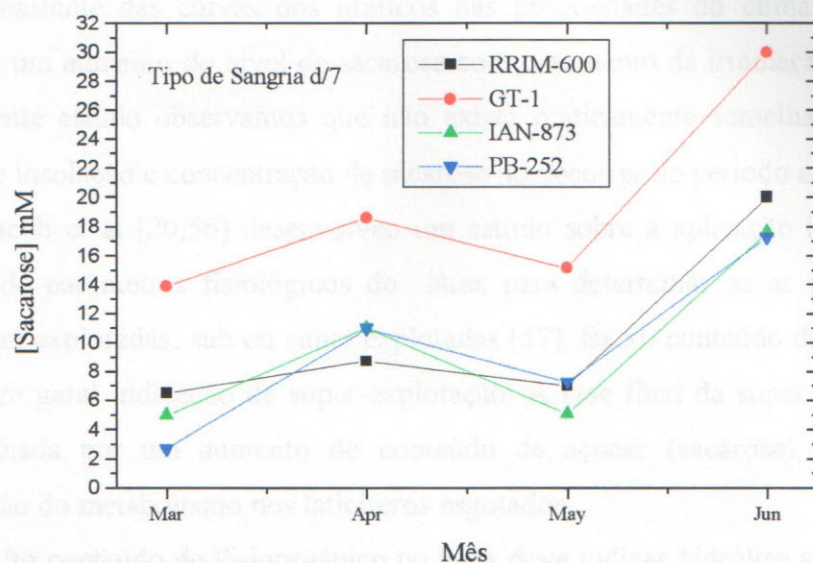


Figura 34. Variação do Conteúdo de Sacarose em mM em função dos meses de coleta para os quatro clones estudados em sistema de sangria d/7.

Apesar de não ter sido realizado um estudo específico para medir a produção de borracha em cada um dos meses de estudo, sabe-se através de estudos realizados durante anos anteriores [55], em outras regiões como Buritama (SP), Frutal (MG) e Matão (SP) que a produtividade da seringueira é máxima nos meses de maio e junho o que é consistente com o comportamento de tióis, Pi e sacarose. Outro fator que contribui para este comportamento são os baixos valores de DRC observados nos meses de maio (Figuras 5, 6 e 7), pois estes diminuem a viscosidade do látex, aumentando o fluxo e a produtividade da borracha, o que provoca um aumento da atividade metabólica.

As curvas de variação de Pi e tióis (Figuras 26, 27, 28, 29, 30, 31) parecem ter relação com as curvas de precipitação, insolação e umidade relativa do ar (figuras 8, 9, 10). Embora não tenha sido encontrado na literatura dados sobre a relação destas características do clima com esses dois parâmetros fisiológicos do látex, os resultados obtidos neste trabalho indicam que o aumento da insolação, queda da precipitação e da umidade relativa do ar no mês de maio, parecem ter influência no aumento de Pi e tióis do látex.

As curvas de variação da concentração da sacarose (Figuras 32, 33, 34) diferem bastante das curvas dos gráficos das propriedades do clima. Tupy et al observou um aumento do nível de sacarose com o aumento da irradiação solar [20]. No presente estudo observamos que não existe praticamente semelhança entre as curvas de insolação e concentração de sacarose no decorrer do período em estudo.

Jacob et al [20,56] desenvolveu um estudo sobre a aplicação industrial das análises de parâmetros fisiológicos do látex para determinar se as plantas estão sendo bem exploradas, sub ou super exploradas [57]. Baixo conteúdo de sacarose no látex é em geral indicação de super-exploração. A fase final da super-exploração é acompanhada por um aumento do conteúdo de açúcar (sacarose), indicando a paralisação do metabolismo nos laticíferos esgotados.

Alto conteúdo de Pi-inorgânico no látex deve indicar hidrólise ativa do PPI e éster fosforilases e/ou a pobre ou ineficiente utilização desse ânion no metabolismo na fase final da super-exploração. Assim como o Pi, valores excessivamente baixos de tióis indicam metabolismo lento.

A tabela 18 abaixo resume os parâmetros fisiológicos do látex correlacionados com as condições de exploração da *Hevea brasiliensis*. Comparando-se estes resultados com a literatura observa-se que em geral altos valores de TSC e sacarose e baixos valores de fósforo inorgânico e tióis estão relacionados à sub-exploração. Por outro lado baixos valores de TSC e sacarose e altos valores de fósforo inorgânico e tióis estão relacionados à super-exploração o que no nosso caso ocorreu no mês de maio, quando a maior produtividade é obtida. As condições climáticas de baixa precipitação, baixas temperaturas e umidade relativa do ar e aumento da insolação, características do início do período de seca podem diminuir o metabolismo da árvore fazendo com que nesta época do ano ela trabalhe sob condições de super-exploração.

Tabela 18. Parâmetros fisiológicos do látex correlacionados com as condições de exploração da *Hevea brasiliensis*.

Parâmetros	Sub-exploração	Super-Exploração
TSC	Alto	Baixo
Sacarose (mM)	Alto	Baixo
Pi (mM)	Baixo	Alto
R-SH	Baixo	Alto

IV.5. Análise Estatística para os Parâmetros Fisiológicos do Látex

Na análise estatística para os parâmetros fisiológicos do látex a metodologia utilizada foi a mesma citada no item IV.2. A tabela 19 abaixo resume os valores de correlação encontrados significativos a 0,05 de probabilidade.

Tabela 19. Valores de correlação significativos a 0,05 de probabilidade para os parâmetros fisiológicos do látex e as variáveis do clima.

Clone/Sangria	Insolação	Precipitação	Umidade Relativa do ar	Temperatura
<i>Sacarose</i>				
GT 1 / d/2	r = -0.3935	r = 0.6973	r = 0.1122	r = -0.9427
GT 1 / d/4	r = -0.2678	r = -0.5328	r = 0.1636	r = -0.8619
GT 1 / d/7	r = 0.5006	r = -0.7806	r = -0.005	r = -0.9744
IAN 873 / d/2	r = 0.8785	r = -0.9956	r = 0.5036	r = -0.9211
IAN 873 / d/4	r = 0.4286	r = -0.7046	r = -0.524	r = -0.9529
IAN 873 / d/7	r = -0.6331	r = 0.6186	r = 0.5567	r = 0.5211
PB 252 /d/2	r = 0,6068	r = -0.8202	r = -0.1631	r = -0.9895
PB 252 /d/4	r = 0.6705	r = -0.8867	r = -0.2113	r = -0.9996
PB 252 /d/7	r = 0.5005	r = -0.7016	r = -0.0945	r = -0.9369
RRIM 600 / d/2	r = 0,9272	r = -0.7449	r = -0.9241	r = 0.5300
RRIM 600 / d/4	r = 0.3180	r = -0.6415	r = 0.1942	r = 0.6062
RRIM 600 / d/7	r = 0.5348	r = -0.8178	r = -0.025	r = -0.9700

Clone/Sangria	Insolação	Precipitação	Umidade Relativa do ar	Temperatura
<i>Fósforo Inorgânico</i>				
GT 1/ d/2	r = 0.9096	r = -0.6705	r = -0.9918	-0.3468
GT 1 / d/4	r = 0.8912	r = -0.7028	r = -0.9226	r = -0.3008
GT 1/ d/7	r = 0.9427	r = -0.7330	r = -0.9789	r = -0.4146
IAN 873 / d/2	r = 0.8594	r = -0.6524	r = -0.9021	r = -0.4697
IAN 873 / d/4	r = 0.8408	r = -0.5639	r = -0.9942	r = -0.1771
IAN 873 / d/7	r = 0.8893	r = -0.6352	r = -0.9976	r = -0.2892
PB 252 /d/2	r = 0.8123	r = -0.5283	r = -0.9725	r = -0.2461
PB 252 /d/4	r = 0.9608	r = -0.7798	r = 0.9580	r = 0.4464
PB 252 /d/7	r = 0.8374	r = -0.5721	r = -0.9792	r = -0.1642
RRIM 600 / d/2	r = 0.9272	r = -0.7449	r = -0.9241	r = -0.5300
RRIM 600 / d/4	r = 0.9507	r = -0.7502	r = -0.9719	r = -0.4466
RRIM 600 / d/7	r = 0.9182	r = -0.6946	r = -0.9750	r = -0.4126
<i>Tiol</i>				
GT 1/ d/2	r = 0.7286	r = -0.4255	r = -0.9318	r = 0.1783
GT 1 / d/4	r = 0.6800	r = -0.6454	r = 0.5329	r = -0.7232
GT1 / d/7	r = 0.7077	r = -0.3957	r = -0.9280	r = -0.1444
IAN 873 / d/2	r = 0.4266	r = -0.4764	r = -0.2289	r = -0.7047
IAN 873 / d/4	r = 0.6395	r = -0.2910	r = -0.9277	r = 0.0077
IAN 873 / d/7	r = 0.6294	r = -0.2712	r = -0.9360	r = 0.0650
PB 252 /d/2	r = 0.4991	r = -0.1541	r = -0.8120	r = 0.0483
PB 252 /d/4	r = 0.8418	r = -0.5587	r = -0.9995	r = -0.2060
PB 252 /d/7	r = 0.7327	r = -0.4085	r = -0.9672	r = -0.0950
RRIM 600 / d/2	r = 0.3771	r = -0.2825	r = -0.3727	r = -0.4408
RRIM 600 / d/4	r = 0.4277	r = -0.0542	r = -0.7987	r = -0.1870
RRIM 600 / d/7	r = 0.6509	r = -0.3950	r = 0.8048	r = -0.2744

Dos dados contidos na tabela 19 podemos observar que o conteúdo de fósforo inorgânico é influenciado pela de umidade relativa do ar. Não foi encontrado na literatura dados que expliquem a relação entre o conteúdo de fósforo inorgânico e a umidade relativa do ar, mas neste estudo estas duas propriedades apresentaram correlações a 0,05 de probabilidade para a maioria dos clones nos três diferentes tipos de sangria. Estudos de correlação linear entre os parâmetros fisiológicos do látex e as variáveis de clima, mostraram poucas correlações a 0,05 de probabilidade. O fato do número de dados coletados não ser grande contribuiu para este comportamento.

IV.6. Estudo da Variação das Características Fisiológicas do Látex em Função da sangria.

O estudo das características do látex e da produtividade em diferentes intervalos de sangria são importantes para compreender a cinética da regeneração *in situ* e o estado fisiológico dos sistemas laticíferos.

Os gráficos apresentados abaixo para as análises de conteúdo de borracha seca, (DRC), produção (grama/árvore/sangria), fósforo inorgânico (Pi), sacarose e tióis representam a média das coletas realizadas nos meses de janeiro até junho de 1998 para os clones RRIM 600, GT 1, PB 252 e IAN 873. As sangrias utilizadas nos experimentos foram S/2, d/2, testemunha; S/2, d/4 ET 5,0%; S/2, d/7, ET5, 0%.

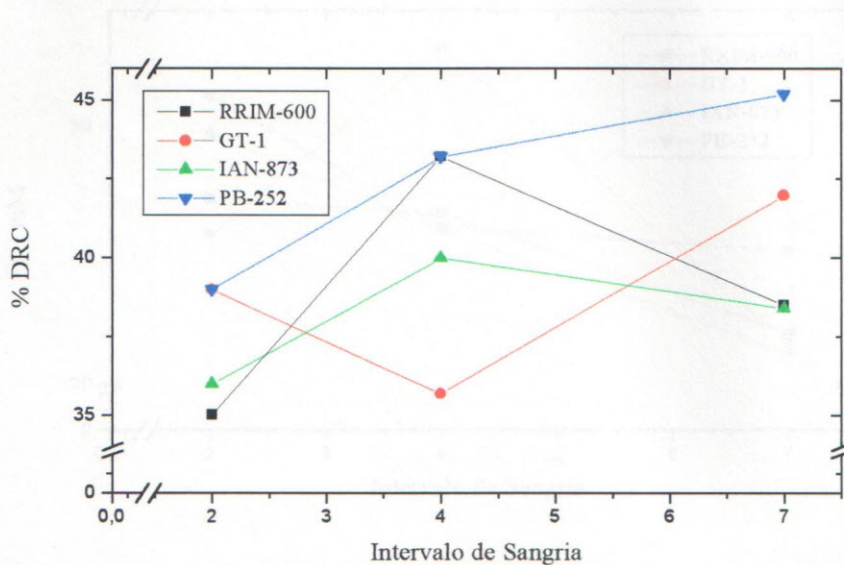


Figura 35. Variação do conteúdo de DRC em função do intervalo de sangria para os clones RRIM 600, GT 1, IAN 873 e PB 252.

O DRC (conteúdo de borracha seca) reflete a regeneração do látex nos laticíferos. Na figura 35 observamos um comportamento geral de maiores valores de DRC em sangrias menos freqüentes como d/4 e d/7, indicando que os clones precisam de um certo intervalo de tempo para que ocorra a regeneração e reposição do material celular perdido durante a sangria [4,26,32]. A exceção foi o clone GT 1 que apresentou menor valor de DRC em sangria d/4 comparado com a sangria d/2. O clone RRIM 600 apresentou menor valor para a sangria d/2, 35%, aumentando rapidamente para 43% em sangria d/4. O clone PB 252 apresentou os maiores valores de DRC sendo um dos mais altos em sangria mais freqüente d/2 e também em sangria d/7 (45%). Este clone apresentou rápida regeneração, mudando rapidamente o valor de DRC de 38 % em sangria d/2 para 45% em sangria d/7. Os clones RRIM 600 e IAN 873 apresentaram maiores valores de DRC em sangria d/4 onde também observamos os menores valores de sacarose o que indica maior regeneração do látex em sangria d/4.

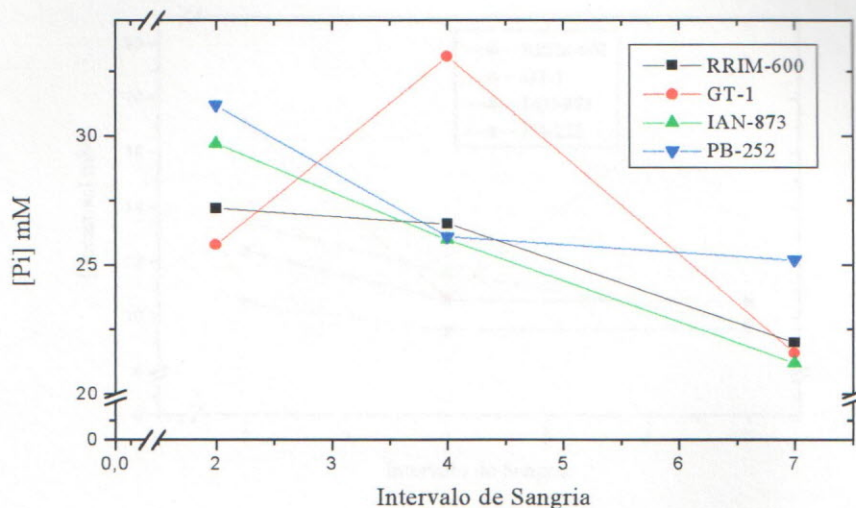


Figura 36. Variação da quantidade de fósforo inorgânico em função do intervalo de sangria para os clones RRIM 600, GT 1, IAN 873 e PB 252.

O conteúdo de fósforo inorgânico reflete a atividade metabólica dos sistemas laticíferos [4]. Pi está envolvido em processos de anabolismo celular, síntese de isopreno e processos de transferência de energia. Altos valores de Pi indicam que os sistemas laticíferos estão muito ativos.

Os valores de Pi apresentam um comportamento contrário ao obtido para o DRC, tendendo a diminuir com o aumento do intervalo entre duas sangrias, devido à queda da atividade metabólica [4,26,56]. No gráfico da figura 36 observamos uma queda acentuada nos valores de Pi para os clones RRIM 600, IAN 873 e PB 252, sendo exceção novamente o clone GT 1 que apresenta maior valor de Pi, aproximadamente 35mM, em sangria d/4 caindo rapidamente para aproximadamente 20mM em sangria d/7. Estes resultados são consistentes com os resultados de DRC apresentado anteriormente. Para sangrias mais frequentes o clone PB 252 possui maior valor de Pi seguido do IAN 873, RRIM 600 e GT 1.

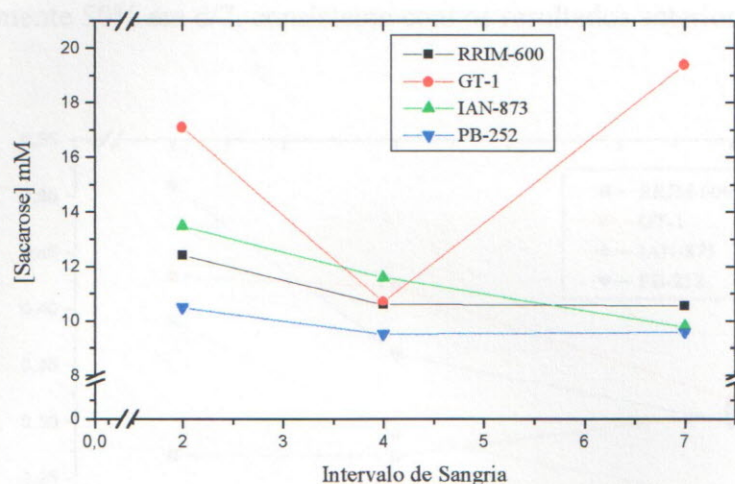


Figura 37. Variação do conteúdo de sacarose em função do intervalo de sangria para os clones RRIM 600, GT 1, IAN 873 e PB 252.

A sacarose é a molécula básica para a síntese de isopreno e também está presente em processos capazes de produzir energia bioquímica utilizada na regeneração *in situ*, como, por exemplo a glicólise. Portanto, a atividade dos laticíferos está diretamente ligada com a disponibilidade de sacarose no látex. De acordo com a literatura a cinética de variação do conteúdo de sacarose varia de modo diferente de clone para clone [4,26,32,56]. O clone IAN 873 apresentou queda nos valores de sacarose com o aumento de intervalo entre as sangrias refletindo uma queda de regeneração, quando os intervalos de sangria são mais longos. Os clones RRIM 600 e PB 252 apresentaram cinética de variação de sacarose parecida entre si, sendo maior em sangrias realizadas a cada dois dias e permanecendo praticamente constante com o aumento do intervalo entre sangrias. O clone PB 252 apresentou os menores valores de sacarose comparados com os demais clones indicando um rápido consumo de sacarose. Os altos valores de DRC, Pi e tióis (Figuras 35, 36 e 38, respectivamente), e a indicação de alto consumo de sacarose (figura 37) mostram que o clone PB 252 possui um alto metabolismo. A cinética de variação do conteúdo de sacarose para o clone GT 1 foi uma das mais diferentes quando comparado com os demais clones. Este apresentou os maiores valores em sangria d/2, caindo bastante

com a mudança no intervalo de sangria de $d/2$ para $d/4$ e aumentando aproximadamente 50% em $d/7$, consistente com os resultados anteriores.

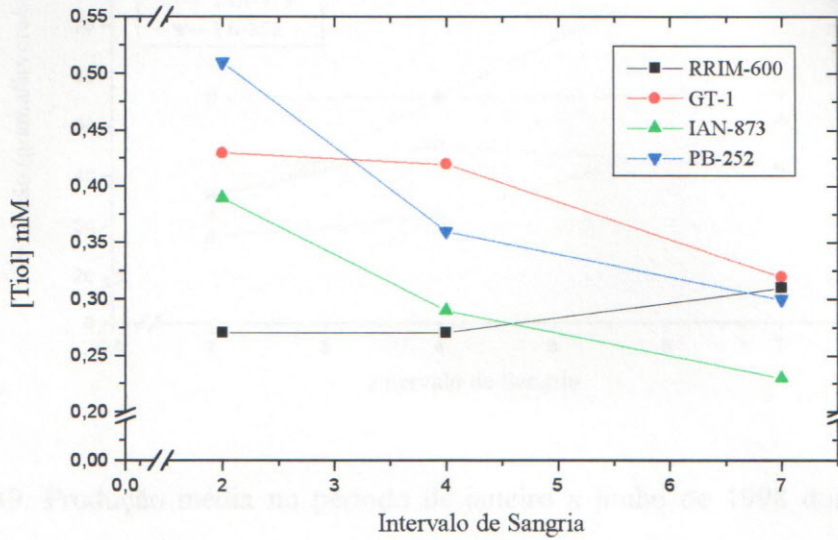


Figura 38. Variação do conteúdo de tióis em função do intervalo de sangria para os clones RRIM 600, GT 1, IAN 873 e PB 252.

Os tióis apresentam um importante papel na proteção das células laticíferas contra a oxidação por radicais livres. As moléculas do tipo R-SH neutralizam formas tóxicas de oxigênio resultantes do metabolismo celular, as quais podem prejudicar genes, destruir organelas e degradar membranas, prejudicando o funcionamento das células. Em geral, a concentração de tióis foi maior para a sangria mais freqüente como mostra a Figura 38. Para os três clones GT 1, PB 252 e IAN 873 o valor de tióis foi maior para sangria mais freqüente, como mostra a Figura 38. O comportamento do clone RRIM 600 fugiu a esta regra, pois este apresentou um pequeno aumento do conteúdo de tióis na sangria $d/7$ embora a variação tenha sido pequena entre os intervalos de sangria, quando comparado com a variação dos demais clones.

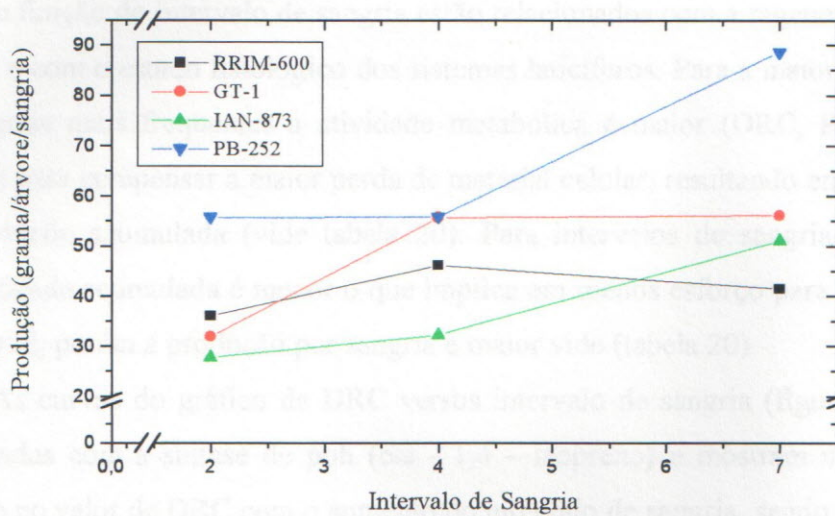


Figura 39. Produção média no período de janeiro a junho de 1998 dos clones em função do intervalo de sangria.

Observando-se a figura 39 notamos uma analogia nas curvas de produção média dos clones PB 252 e IAN 873. Esses dois clones apresentam máximo valor de produção em intervalo de sangria d/7 e para estes dois clones a tendência geral é de aumento da produtividade em função do aumento de intervalo entre as sangrias. O clone PB 252 possui também o maior valor de produtividade em menor intervalo de sangria (d/2) (56g) comparado com os demais clones RRIM 600, GT 1 e IAN 873 (36g, 32g e 28g respectivamente). Para os clones GT 1 e RRIM 600 o máximo da produção é atingido em sangria d/4. A menor produtividade observada para todos os clones foi em intervalo de sangria d/2 (tabela 14). Apesar de haver uma maior produtividade acumulada para d/2 em razão do maior número de sangrias no ano, o esforço pelo qual a árvore é submetida para compensar a perda de material celular nesta alta frequência de sangria acaba provocando um stress na árvore, o que pode prejudicar os seus sistemas laticíferos [4,26,32,56]. Segundo Jacob, Serres et al [4,56] se o tempo entre duas sangrias for muito curto os conteúdos dos vasos laticíferos não podem se regenerar completamente. Para os clones PB 252 e IAN 873 o valor ótimo para a produtividade é em sangria d/7. Já os clones RRIM 600 e IAN 873 apresentam maior valor de produtividade em sangria d/4.

Os estudos descritos acima das propriedades do látex (DRC, Pi, sacarose e tióis) em função do intervalo de sangria estão relacionados com a regeneração *in situ* do látex e com o estado fisiológico dos sistemas laticíferos. Para a maioria dos casos em sangrias mais freqüentes a atividade metabólica é maior (DRC, Pi, Tióis são maiores) para compensar a maior perda de material celular, resultando em uma maior produtividade acumulada (vide tabela 20). Para intervalos de sangrias maiores a produtividade acumulada é menor o que implica em menos esforço para regeneração de material, porém a produção por sangria é maior vide (tabela 20).

As curvas do gráfico de DRC versus intervalo de sangria (figura 35), estão relacionadas com a síntese de poli (cis - 1,4 - isopreno) e mostram no geral, um aumento no valor de DRC com o aumento do intervalo de sangria, sendo os máximos valores obtidos para o clone PB 252. A queda observada nos valores de tióis (R-SH) e fósforo inorgânico) Pi figuras 38 e 36 para intervalos da sangria maiores, indica que a atividade metabólica diminui, sendo que em sangrias mais freqüentes a atividade metabólica deve ser maior para compensar a perda de material celular. Para conteúdo de tióis a exceção foi para o clone RRIM 600 que apresentou um pequeno aumento com o aumento no intervalo de sangria.

Como foi visto anteriormente nos resultados apresentados, o clone PB 252 apresenta alta produtividade, DRC, Pi, e regeneração entre duas sangrias, o que mostra uma atividade biossintética intensa implicando em rápida utilização de sacarose, como pode ser observado através dos baixos índices de sacarose encontrados na figura 37. Este fato pode parecer vantajoso, mas o grande consumo de sacarose pode ser prejudicial se a reposição de carboidratos pela árvore não estiver sendo rápida o suficiente para repor a sacarose utilizada na síntese de cis-1,4 poliisopreno. Este problema pode ocasionar um mau funcionamento celular gerando nas árvores uma doença chamada de ressecamento do painel provocada pela exaustão dos sistemas laticíferos. Na tabela 20 os valores de produção por clone para sangria d/2 não estimulada e d/4 estimulada são aproximadamente iguais (55,9 g/a/sangria) o que indica que não houve resposta à estimulação para este clone. Este fato pôde ser observado na prática, pois 50% das árvores destes clones apresentaram o problema de "brown bast" (ressecamento de painel) para o tipo de sangria d/4, não podendo, portanto serem sangradas. Este clone apresentou melhor resposta à estimulação

(aumento de 37% na produtividade) para o tipo de sangria d/7 aonde o tempo para a regeneração entre duas sangrias foi maior.

O clone GT 1 apresenta o maior valor de sacarose para a sangria d/2. Observamos na figura 37 que o valor de DRC para o clone GT 1 também é alto. O fato de DRC e sacarose serem altos para o clone GT 1 aparentemente indica que ele repõe mais rapidamente o conteúdo de sacarose perdida durante o processo de sangria. Para este clone o valor de sacarose cai em sangria d/4 voltando a aumentar em sangria d/7. Já o clone IAN 873 apresenta uma queda constante com o aumento de intervalo entre as sangrias estando, portanto de acordo com o comportamento esperado de diminuição do metabolismo com o aumento do intervalo de sangria. Os clones GT 1 e IAN 873 apesar de apresentarem baixa produtividade para sistemas não estimulados estão entre os que melhor respondem a estimulação por ethrel e que apresentam maior resistência ao "brown bast" (ressecamento de painel) que seria causado pela exaustão dos sistemas laticíferos.

Através dos dados obtidos de produtividade podemos observar que os clones apresentaram maior produtividade para o sistema de sangria d/7 ET 5,0% com exceção do clone RRIM 600 que apresentou maior produtividade em sistema de sangria d/4 ET 5,0%. No geral, em maiores intervalos de sangria como o d/7, a árvore tem um tempo maior para regeneração do material perdido na sangria anterior o que se traduz em uma maior produtividade.

Tabela 20. Médias da produção de borracha seca referente a quatro anos de sangria, dos 4 clones de seringueira no estudo de avaliação de diferentes sistemas de sangria no Município de Indiana SP.

Clones	Produção Anual em Kg/ha/ano e (gramas/árvore/corte de borracha seca)																		
	S/2 d/2 (test) ⁽¹⁾						S/2 d/4 ET 5% ⁽²⁾						S/2 d/7 ET 5% ⁽³⁾						
	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	X ⁽⁴⁾	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	X	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	X	
GT 1	536	1010	1425	1673	1692	1267	585	942	1218	1311	1608	1132	368	522	765	858	1081	719	
	16.92	22.50	28.42	31.68	32.05	26.30	33.88	38.50	44.52	45.52	55.82	43.65	31.93	31.99	41.95	44.67	56.30	41.37	
RRIM 600	775	1108	1966	2248	1905	1600	554	873	1313	1362	1328	1086	369	481	782	729	795	631	
	24.46	24.70	39.20	42.57	36.07	33.40	32.04	35.66	47.99	47.29	46.10	41.82	32.02	29.49	42.90	37.94	41.40	36.75	
IAN 873	612	1100	1546	1562	1468	1256	463	804	1118	1030	930	869	375	638	879	885	982	752	
	19.31	24.50	30.82	29.59	27.80	26.40	26.77	32.83	40.87	35.77	32.28	33.70	32.54	39.08	48.21	46.07	51.15	43.41	
PB 252	915	1620	2195	27.58	2950	2088	526	801	1106	1630	1610	1134	430	514	681	982	1702	862	
	28.89	36.10	43.76	52.23	55.87	43.37	30.43	32.72	40.41	56.61	55.92	43.22	37.42	31.49	37.36	51.16	88.62	49.19	

(1) Sistema S/2 d/2 (test) - 132 sangrias/ano

(2) Sistema S/2 d/4 + Et 5% - 78 sangrias/ano

(3) Sistema S2 d/7 + ET 5% - 48 sangrias/ano

(4) Média do 1º, 2º 3º e 4º ano de sangria em Kg/ha/ano e gramas/árvore/sangria

Considerou-se no primeiro ano 240 árvores/ha, segundo ano 340 árvores/ha, terceiro ano 380 árvores/ha, e quarto e quinto ano 400 árvores/ha

V. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho mostraram que as propriedades do látex variam consideravelmente em função do tipo de clone, frequência de sangria e ao longo do período da coleta. Isto mostra a importância de se realizar um estudo sistemático para o melhor entendimento do comportamento das propriedades do látex em função destas variáveis. Os valores de DRC foram maiores nos meses de janeiro a abril, quando existe maior favorabilidade de energia solar, água e de folhas na árvore, características estas que favorecem a fotossíntese, e proporcionam um aumento da atividade biossintética da seringueira [46], e portanto um aumento de DRC. Os valores de DRC tendem a diminuir no início da estação seca e fria (meses de maio e junho) consistente com estudos anteriores realizados na região de Matão [45]. Tal comportamento difere do de outras regiões, onde o inverno vem acompanhado de altos níveis de precipitação, sugerindo que o nível precipitação de chuvas exerce grande influência no DRC. Os maiores valores de DRC foram obtidos para a sangria d/7 e para o clone PB 252. A média dos valores de DRC está acima da média dos valores encontrados na literatura e são maiores que os encontrados em estudos realizados na região de Matão [45].

Para a % de nitrogênio e de cinzas observou-se que houve um aumento da concentração destes elementos no início da estação seca e fria (meses de maio e junho). Uma hipótese que pode explicar estes comportamentos é o fato das condições do clima, no período acima citado, favorecerem a queda das folhas das árvores, período de senescência. Portanto, com a diminuição da fotossíntese os nutrientes da planta, tais como o nitrogênio, ficam direcionados para o látex, aumentando a concentração de nitrogênio nos sistemas laticíferos. No geral, os valores de % de nitrogênio estão dentro dos valores encontrados na literatura e dentro dos requisitos para as borrachas brasileiras segundo norma da ABNT. Para os clones analisados neste trabalho os valores de % de cinzas estão abaixo dos encontrados na literatura e também estão abaixo do valor máximo de 0,5% de cinzas recomendado pela SMR e ABNT. O clone GT 1 apresentou os maiores valores médios de % de cinzas e o clone PB 252 os menores valores.

Para os valores de viscosidade Mooney - V_R e plasticidade Wallace - P_0 as curvas não mostraram uma tendência clara de comportamento no decorrer dos meses

de coleta. O clone RRIM 600 apresentou os maiores valores médios de V_R e P_0 , o que indica que a borracha deste clone é mais dura do que a borracha dos demais clones. Este resultado também foi observado em estudos realizados na região de Matão. Nos ensaios de P_0 e V_R foi observado uma correlação linear ($V_R = 0,81 P_0 + 63$) entre os valores destas propriedades para os quatro tipos de clones estudados em três diferentes métodos de sangria e ao longo das seis coletas realizadas no ano.

A análise estatística realizada neste trabalho mostrou que as propriedades do látex são mais influenciadas pela média das condições climáticas para dez dias antes da coleta do que para um mês antes da coleta. Os resultados mostraram poucas correlações das condições climáticas com DRC e % de cinzas. O fato do número de dados para cada variável ser pequeno, apenas seis para DRC, % de cinzas, % de nitrogênio e quatro para tióis, fósforo inorgânico e sacarose e de ter sido realizada apenas uma coleta por mês contribuiu para que o número de correlações encontradas fosse pequeno. O maior número de correlações foi obtido para % de nitrogênio para o clone PB 252 em sistema de sangria d/4, com variáveis de insolação, precipitação e umidade relativa do ar. Esta análise justifica a complexidade de correlação entre estas variáveis e a falta de literatura nesta área.

Como podemos observar os clones demonstraram maior ou menor susceptibilidade as variações ambientais como conseqüência da característica genética de cada clone. O clone IAN 873 apresentou maior variação de DRC e % de nitrogênio no decorrer dos meses estudados. No estudo dos parâmetros fisiológicos do látex observamos que cada tipo de clone responde de uma forma diferente ao tipo de sangria e estimulação como conseqüência da sua característica genética. Nestes estudos observamos também a importância de se estudar a variação destes parâmetros em função do intervalo de sangria para avaliar se o clone está sendo explorado de forma adequada de acordo com suas características. O clone PB 252 apresenta altos valores de DRC, P_i , tióis e baixa sacarose, o que indica que sua atividade metabólica é intensa. No entanto, a baixa resposta à estimulação observada para este clone e o fato de apresentar problemas com o ressecamento do painel é um indicativo de super-exploração, já que este clone não consegue repor o nível de sacarose exigido por este alto metabolismo. O clone GT 1 apresentou uma baixa regeneração, em sangria d/4, acompanhada de baixa disponibilidade de sacarose e altos valores de P_i (acima de 30mM) indicativo da ineficiente utilização desse ânion

no metabolismo do látex. Estas características indicam que este clone pode não estar respondendo bem a este tipo de sangria (d/4).

Na análise dos parâmetros fisiológicos do látex em função dos meses de coleta observamos um aumento no conteúdo de Pi, tióis e queda do conteúdo de sacarose e DRC nos meses de maio e junho. Este comportamento é devido ao aumento da produtividade da seringueira que, segundo estudos realizados, é máxima nestes meses. Os baixos valores de sacarose e DRC e altos valores de Pi e tióis indicam que nestes meses os clones estudados neste trabalho produzem sob condições de super-exploração.

VI. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- ⇨ Estudo da variação intra e inter clonal dos clones para diferentes locais de uma mesma região em função das propriedades das borrachas estudadas neste trabalho para avaliar o efeito da variabilidade do solo no comportamento dos clones.
- ⇨ Avaliação das propriedades do látex e da borracha natural dos clones de seringueira em outras regiões do estado de São Paulo visando a investigação da influencia do tipo de solo e clima nas propriedades da borracha.
- ⇨ Efeito de tratamentos de estabilização, coagulação e estocagem da borracha nos valores de PRI e viscosidade Mooney para os clones utilizados neste estudo.
- ⇨ Avaliação das propriedades do látex e da borracha natural durante um período maior de tempo e um maior número de coletas.

VII. ANEXO A

De acordo com a classificação do RRIM (Rubber research Institute of Malasya):

Classe I: Material de alta performance recomendado para o plantio em larga escala.

Classe II: Materiais promissores recomendado para plantio em escala moderada.

- [1] ...
- [2] ...
- [3] GONÇALVES, E.F. Cadeia Produtiva da Borracha Nativas para o Estado de São Paulo, p.50 1997 (artigo a ser publicado).
- [4] JACOB F. L., BRÉVOT J. C., LACROIXE B., CLIMENT A., SERRIS E., GOMET E. Typologie des modes de fonctionnement des latexifères chez *Hevea brasiliensis*, Plantation, recherche développement, p.41-49, septembre-octobre, 1993.
- [5] ESCHBACH, J.M., BANCHY, Y.; Interest of Ethrel Simulation Associated with Low Frequency of Tapping on *Hevea* in the Ivory Coast, *Planta*, n.61, p.55, 1983.
- [6] ESCHBACH, J.M., TONGELIER, M.; Influence of the Method of Simulation, the Concentration of the Stimulant and the Frequency of its Application on the Yield of GT-1 in the Ivory Coast, in CR. Coll. Exp. Physiol. Amel. Hévea, IRCA-CIRAD, Montpellier 29^e, 1983.
- [7] FRANTA, J. *Elastomers and Rubber Compounding Materials*. New York: Elsevier, p.239, 1989.
- [8] *ENCYCLOPEDIA OF POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING*, Wiley Interscience Publication, vol.8, EUA, 1987.
- [9] DAVIS W., O Estado de São Paulo, agosto, 1977.
- [10] FURTADO R., *Revista Globo Rural*, p.86, maio, 1996.
- [11] BURGER, K & SMIT, J.H. *The Natural rubber Market. Review, analysis, policies and outlook*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 276p, 1997.

VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SEMEGEN, S.T., Natural Rubber In: MORTON, M. Rubber Technology, 2 ed. R.E. Krieger Publ.,Florida, 198, p.152-177.
- [2] SCHUH, T., GAYER, U., Automotive applications of Natural Fiber Composites. Benefits for the Environment and Competitiveness with Man-Made Materials, in LEÃO, A.L., CARVALHO, F.X., FROLLINI, E. Lignocellulosic-Plastics Composites São Paulo: UNESP/USP 1997, p 181-195. Papers de First International Lignocellulosies-Plastics Composites, march, 13-15 1996.
- [3] GONÇALVES, S.P.Cadeia Produtiva da Borracha Natural para o Estado de São Paulo, p.50 1997 (artigo a ser publicado).
- [4] JACOB J. L., PRÉVÔT J. C., LACROTTE R., CLÉMENT A., SERRES E., GOHET E.,Typologie clonale du fonctionnement des laticifères chez *Hevea brasiliensis*, **Plantations, recherche développement**, p.43-49, septembre-octobre, 1995.
- [5] ESCHBACH, J.M. BANCHY, Y., Interest of Ethrel Stimulation Associated with Low Frequency of Tapping on *Hevea* in the Ivory Coast, *Planter's*, n.61, p.55, 1985.
- [6] ESCHBACH, J.M. TONNELIER, M., Influence of the Method of Stimulation, the Concentration of the Stimulant and the Frequency of its Application on the Yield of GT-1 in the Ivory Coast, in CR. Coll. Exp. Phisiol. Amel. Hevea, IRCA-CIRAD, Montpellier 295, 1984.
- [7] FRANTA. I. Elastomers and Rubber Compounding Materials. New York: Elsevier, p250, 1989
- [8] ENCYCLOPEDIA OF POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING, Willy Interscience Publication, vol 8, EUA, 1987.
- [9] DAVIS W.,O Estado de São Paulo, agosto,1997.
- [10] FURTADO R., Revista Globo Rural, p 86, março, 1998.
- [11] BURGER, K & SMIT,H.P. The Natural rubber Market. Review, analysis, policies and outlook. Woodhead Publishing Limited, Cambridge,. 279p1997.

- [12] GONÇALVES, P.S. Desenvolvimento de Tecnologias para a Cultura da Seringueira no Estado de São Paulo Projeto 07.0.95.001, SEP, 1994.
- [13] AGNELLI, J.A.M.; CANEVAROLO, S.V. Físico Química de Polímeros: notas de aula, São Carlos UFSCar Dema, p. 30, 1997.
- [14] SHULTES, R.E. The Odyssey of the cultivated rubber tree, Endeavour, 1 (3/4) p 133-138, 1977.
- [15] WISNIEWSKI, A., Látex e borracha. Belém Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, p. 180, 1983.
- [16] ARCHER B.L., AUDLEY B. G., McSWEENEY G. P., and HONG T. C., J. **Rubber Res. Inst. Malays.** 21 (4), 560, 1969.
- [17] SOLI N. T., Proc. Int. Rubber Con., Vol. 4, Kuala Lumpur, Malaysia, p. 809 1960.
- [18] MOIR G. F. and TATA S. J., **J. Rubber Res. Inst.** 16, 155, 1960.
- [19] COMPAGNON P., Techniques Agricoles et Productions Tropicales, Le Caoutchouc Naturel- Biologie-Culture-Production, XXXV, Paris, 1986.
- [20] JEAN D'AUZAC, JEAN LOUIS JACOB, HERVÉ CHRESTIN, Physiology of Rubber Tree Latex, Boca Raton, Fla. CRC Press, 1989.
- [21] HASMA, H. Lipids Associated with rubber particles and their possible role in Mechanical stability of latex concentrates. Journal of Natural Rubber Research, v.6, n.2, p105-104, 1991.
- [22] OTHMAN. A.B., HEPBURN.C., HASMA.H., Influence of Non-Rubber Constituents on Elastic Properties of Natural Rubber Vulcanizates, Plastics, Rubber and Composites Processing and Applications, 19, 185-194 1993.
- [23] BIEN, H.N. and ROBERTS, C.F., Specifications, Testing and Property Changes During Storage. Proc. National Workshop on Latex and Latex Products 28, 1993.
- [24] SOUTHORN, S., Latex flow Studies II. Influence of luteins on the stability and flow of *Hevea* latex, Journal Rubber Research *Inst. Malaya*, 20, 187, 1968.
- [25] CHENg, S.F., and NG, C.S. The Natural Higher Fatty Acid Soaps in Natural Rubber Latex and their Effects on the Mechanical Stability of the Latex. *Rubb. Chem. Technol.*, 57, 243, 1984.

- [26] JACOB J. L., PRÉVÔT J. C., LACROTTE R., ESCHBACH J. M., Le diagnostic latex, Plantations , recherche développement, p.35-38, mars-avril 1995.
- [27] GOHET E., PRÉVÔT J. C., ESCHBACH J. M., CLÉMENT A., JACOB J. L., Clone croissance et stimulation, facteurs de la production de latex, Plantations, recherche développement, p.30-35, janvier- février 1996.
- [28] FRIDOVICH, I., The biology of Oxygen Radicals, Science, 201, 75, 1978.
- [29] TARBELL, D. S., The Mecanism of Oxidation of Thiols to disulfides, Organic Sulfur Compounds (Klorash, N., Ed.), New York, Pergamon Press , 97p, 1961.
- [30] MÜLLEM, Mc, A. I., Thiols of Low Molecular Weight in Hevea Brasiliensis latex, Biochim. Biophys. Acta, 41, 341, 1960.
- [31] CRETIN, H., BANGRATZ, J., Une Activité Enzymatique Endogène NAD(P)H Dépendante, Responsable de la Degradation peroxydative des Organites Membranaires et de la Coagulation Précoce, ou in situ du Latex d'Hevea brasiliensis, C. R. Acad. Sci., Paris (série III), 296, 101, 1983.
- [32] ESCHBACH. J.M., ROUSSEL.D. VAN DE SYPE. H., JACOB.J.L., d'AUZAC.J. Relationships Between Yield and Clonal Physiological Characteristics of Latex from *Hevea brasiliensis*., Phisiology Végétale, 22, (3),295-304, 1984.
- [33] FARDAH.Y., SITI ARIJA.M .A., GHANDIMATHI. H. HAMZAH. Z., SIVAKUMARAM. S. YEANG.H.Y., Changes in Some Physiological Latex Parameters in Relation to Over-exploration and the Onset of Induced Tapping Panel Dryness., Journal Natural Rubber Research., 10, (3),182-198, 1995.
- [34] KEUCHENIUS. P.Econsideration on Brown Bast Disease of Rubber, Arch. Rubbercult., 8, 810, 1924.
- [35] Brown Bast Disease of Plantation Rubber; its cause and prevention, , Arch. Rubbercult., 5, 223,1921.
- [36] LIM. W.L., Changes in bacteria-free filtrate of *Hevea latex* C serum from partially dry trees, Journal Rubber Research Institute of Malaysia., 23, 351, 1973.

- [37] ZHENG. G., MURONG.C., ZUOYIL.C.,JUYING.S., A Preliminary report on the Estudy of Causative Agents of Brown Bast, Chinese J Trop. Crops., 3,62, 1982.
- [38] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 11597/1993 - Natural Rubber. Rio de Janeiro, 1993.
- [39] CIRAD-IRCA, Stand Methods, Montpellier, France, 1996.
- [40].TAUSSKY, H.H., SHORR, E., A microcolorimetric method for the determination of inorganic phosphorus. J. Biol. Chem., 202, 675-685, 1953.
- [41] ASHWELL. G. , Colorimetric analysis of sugars, Methods in Enzimology, 3, 73-105, 1957.
- [42] BOYNE. ELLMAN. G. L. , A methodology for analysis of tissue sulfhydryl components, Analytical Biochem., 46, 639-653, 1982.
- [43] GONÇALVES, P. Avaliação do sistema de sangria em clones produtivos de *Hevea*, Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral, Campinas, SP, 1993.
- [44] VIRGENS, F., Informação Pessoal [1994].
- [45] MORENO,R.B. **Caracterização do Látex de Borracha natural de Presidente Prudente**, São Carlos, 1997, Dissertação de Mestrado, Dema-Ufscar.
- [46] SÁ, T. D. DE .A. **Avaliação Ecofisiológica de seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) submetida a diferentes intensidades de sangrias, em ambientes contrastantes do estado de São Paulo**. Campinas, 1991. 114p. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas.
- [47] ESAH YIP Clonal Characterization of latex and rubber properties, Journal of Natural Rubber Research, 5, 1, p 52-80, 1990.
- [48] VAN DE SYPE, H., Variation Saisonnière des paramètres physiologiques du latex chez le GT 1., Caoutchoucs et Plastiques, 87, 665, 91-95, 1985.
- [49] VAN GILS, G.E., STUDIES OF THE VISCOSITY OF LATEX. I. Influence of the Dry rubber Content, Arch. Rubbercult., 28, 61.1951.
- [50] NINANE, F., Les aspects écofisiologiques de la productivité chez *Hevea brasiliensis*-Müll. Arg. Au Cambodge, Thèse (Doctorat Sciencess Agronomiques), Louvain, 1970.

- [51] CASTRO, P.R.C., FERREIRA, S.O., YAMADA, T. E.D. Ecofisiologia da produção agrícola, Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987.
- [52] LONG, O. E. AND LIM, C.L. As qualidades Essenciais Da Borracha Natural e a Ampliação do seu Uso., Seminário Sobre Acordo Internacional da Borracha natural, 1995.
- [53] SUBRAMANIAN, A. Molecular Weigh and others Properties of Natural Rubber. A study of Clonal Variations. Proc. Int. Rubb. Conf., 4, 3, Kuala Lumpur, 1975.
- [54] SEKAR, B. C. Inhibition of Hardenig in Natural Rubber. Proc. Nat. Rubb. Conf. Kuala Lumpur, 1960.
- [55] INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS., Relatórios de Produtividade., 1997.
- [56] SERRES, E., JACOB, J.L., PRÉVOT, J.C., LACROTTE, R., VIDAL, A., ESCHBASCH, J. M., AND D'AUZAC, J., Development of the *Hevea* Latex Diagnosis.
- [57] FALCÃO, N.P.S., **Adubação NPK afetando o desenvolvimento do Caule da Seringueira e Parâmetros Fisiológicos do Látex**, Piracicaba, 1996, Tese de Doutorado EM Agronomia-Esalq.