



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



ANA CAROLINA MURBACK JORGE

**AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS FÍSICOS E
TECNOLÓGICOS DA BORRACHA NATURAL DO CLONE RRIM 600
EM DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE SANGRIA**

ARARAS - 2022



Universidade Federal de São Carlos
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Curso de Engenharia Agrônoma



ANA CAROLINA MURBACK JORGE

**AVALIAÇÃO DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS FÍSICOS E
TECNOLÓGICOS DA BORRACHA NATURAL DO CLONE RRIM 600
EM DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE SANGRIA**

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia Agrônoma – CCA – UFSCar para
a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Seiiti Urashima

ARARAS – 2022

Dedico este trabalho à minha família, pelo amor imensurável, apoio incondicional e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Lucimara, minha fonte de inspiração e meu maior exemplo, por todo amor, cuidado e por não medir esforços para me proporcionar o melhor. Ao meu pai Jeferson (*in memoriam*), pelo exemplo e ensinamentos, sua lembrança me inspira e me traz força.

Aos meus irmãos, Diego, Ana Luísa e Rafael pelo companheirismo, paciência e apoio, a vocês todo meu amor e gratidão.

Ao meu tio Dr. Marcos Murbach, por todos os ensinamentos e por ser minha maior inspiração profissional.

Ao Prof. Dr. Alfredo Seiiti Urashima, por aceitar me orientar, pela disposição e principalmente, por todo o conhecimento a mim transmitido.

À Usina São Manoel, pela estrutura cedida para o desenvolvimento do trabalho. Aos sangradores, Wagner e Vinicius, pela dedicação e por aceitarem participar deste projeto.

Ao Diego e Natália Rossi, pela atenção, dedicação e ajuda com as análises.

À minha segunda família, minhas irmãs de alma, República Lactá, pela convivência, companheirismo, incentivo, apoio, carinho e por todos os momentos compartilhados. Vocês foram fundamentais na minha formação como ser humano.

À todas as pessoas que fizeram parte dessa trajetória e contribuíram para esta realização.

RESUMO

O látex da *Hevea brasiliensis* é a principal matéria-prima para obtenção da borracha natural. A extração do látex é totalmente manual e é a atividade de maior participação percentual no custo de produção da cultura da seringueira. Existem diferentes sistemas e intensidades de sangria, porém é preciso destacar aqueles que apresentem melhor produtividade, menor custo e proporcionem melhor qualidade e uniformidade do látex. Pelo exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar parâmetros da borracha natural do clone RRIM 600 sob cinco diferentes frequências de sangria. Foi realizada a instalação de dois experimentos idênticos, diferindo somente o realizador da sangria. O estudo foi feito na região noroeste do estado de São Paulo, no município de Jaci, sob tratamento das seguintes frequências de sangria: $\frac{1}{2}S$ d/1 7d/7 10m/y; $\frac{1}{2}S$ d/2 7d/7 10m/y; $\frac{1}{2}S$ d/3 7d/7 10m/y; $\frac{1}{2}S$ d/4 7d/7 10m/y e $\frac{1}{2}S$ d/5 7d/7 10m/y. A partir de quatro coletas de látex coagulado, analisou-se o teor de borracha seca (DRC) e o índice de retenção de plasticidade (PRI). O teor de borracha seca não apresentou diferença estatística entre os diferentes tratamentos. Observou-se menores médias na última coleta no tratamento $\frac{1}{2}S$ d/3 7d/7 10m/y do experimento 1 e nos tratamentos $\frac{1}{2}S$ d/1 7d/7 10m/y e $\frac{1}{2}S$ d/4 7d/7 10m/y do experimento 2. Todas as médias de índice de retenção de plasticidade ficaram abaixo do valor mínimo especificado pela norma nacional e pelo padrão internacional. Neste parâmetro, notou-se menores médias de PRI nas frequências de sangria mais intensas. No experimento 1, o tratamento $\frac{1}{2}S$ d/1 7d/7 10m/y apresentou menor média na coleta 2. No experimento 2, na coleta 3, os tratamentos $\frac{1}{2}S$ d/1 7d/7 10m/y, $\frac{1}{2}S$ d/2 7d/7 10m/y e $\frac{1}{2}S$ d/3 7d/7 10m/y apresentaram menores médias. E também no experimento 2, na coleta 4, os tratamentos $\frac{1}{2}S$ d/1 7d/7 10m/y, $\frac{1}{2}S$ d/2 7d/7 10m/y e $\frac{1}{2}S$ d/4 7d/7 10m/y apresentaram menores médias.

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*; látex; ensaios padrões; qualidade.

ABSTRACT

The latex of *Hevea brasiliensis* is the main feedstock raw material for obtaining natural rubber. Latex extraction is completely manual and is the activity with the highest percentage cost participation in the rubber tree production. There are different systems and intensities of tapping, but it is necessary to highlight those that present better productivity, lower cost and provide better latex quality and uniformity. The present work aimed to evaluate natural rubber parameters of the RRIM 600 clone under five different tapping frequencies. Two identical experiments were installed, differing only from the tapping agent. The study was held in the northwest region of the state of Sao Paulo, in the county of Jaci, under treatment of the following tapping frequencies: $\frac{1}{2}$ S d/1 7d/7 10m/y; $\frac{1}{2}$ S d/2 7d/7 10m/y; $\frac{1}{2}$ S d/3 7d/7 10m/y; $\frac{1}{2}$ S d/4 7d/7 10m/y and $\frac{1}{2}$ S d/5 7d/7 10m/y. From four coagulated latex collections, in which the dry rubber content (DRC) and the plasticity retention index (PRI) were analyzed. The dry rubber content showed no statistical difference between the different treatments. Lower means were observed in the last collection in the treatment $\frac{1}{2}$ S d/3 7d/7 10m/y of experiment 1 and in treatments $\frac{1}{2}$ S d/1 7d/7 10m/y and $\frac{1}{2}$ S d/4 7d/7 10m/y of experiment 2. All averages of plasticity retention index were below the minimum value specified by the national and international standard. In this parameter, lower means of PRI were noted in the most intense tapping frequencies. In experiment 1, the $\frac{1}{2}$ S d/1 7d/7 10m/y treatment presented lower mean in collection 2. In experiment 2, in collection 3, treatments $\frac{1}{2}$ S d/1 7d/7 10m/y, $\frac{1}{2}$ S d/2 7d/7 10m/y and $\frac{1}{2}$ S d/3 7d/7 10m/y presented lower means. Also in experiment 2, in collection 4, treatments $\frac{1}{2}$ S d/1 7d/7 10m/y, $\frac{1}{2}$ S d/2 7d/7 10m/y and $\frac{1}{2}$ S d/4 7d/7 10m/y presented lower means.

Keywords: *Hevea brasiliensis*; latex; standard methods; quality.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Figura esquemática do delineamento experimental do estudo.19
- Figura 2.** A. Identificação das árvores de seringueira com cores e números de acordo com o tratamento; B. Identificação dos blocos com as respectivas parcelas; C. Caixas identificadas para coleta do látex; D. Amostras lacradas e identificadas encaminhadas a usina.....20
- Figura 3.** A. Coleta do látex de árvore identificada do experimento; B. Látex coletado sendo coagulado naturalmente no campo.....21
- Figura 4.** A. Pesagem dos coágulos; B. Calandra utilizada para formar manta uniforme; C. Registro do peso calandrado da manta de borracha; D. Amostras na estufa de secagem.23
- Figura 5.** A. Borracha crua; B. Preparação dos corpos-de-prova; C. Calandra utilizada para homogeneização da amostra; D. Folhas lisas de borracha...24
- Figura 6.** A. Plastímetro Wallace; B. Avaliação do P_0 e P_{30} ; C. Amostras sendo colocadas na estufa para envelhecimento; D. Corpos-de-prova envelhecidos.25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados médios do teor de borracha seca (%) em quatro coletas do experimento 1.....	27
Tabela 2. Dados médios do teor de borracha seca (%) em quatro coletas do experimento 2.....	28
Tabela 3. Trabalhos que avaliaram o teor de borracha seca (%) do clone RRIM 600 no Estado de São Paulo.	30
Tabela 4. Dados médios do índice de retenção de plasticidade (%) em quatro coletas do experimento 1.....	30
Tabela 5. Dados médios do índice de retenção de plasticidade (%) em quatro coletas do experimento 2.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. A seringueira	12
2.2. Sangria da seringueira	13
2.3. Borracha natural (BN)	14
2.4. Parâmetros físicos e tecnológicos da BN	15
3. OBJETIVOS	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.2. Delineamento experimental	18
4.2.1. Instalação e condução do experimento	20
4.3. Coleta do látex	21
4.4. Descrição das técnicas	21
4.4.1. Análises de rotina da borracha	22
4.4.1.1. Determinação do DRC (Teor de borracha seca)	22
4.4.1.2. Plasticidade Wallace (P_0) e Índice de retenção de plasticidade (PRI)	23
4.5. Análise estatística	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1. Teor de borracha seca (DRC)	27
5.2. Índice de retenção de plasticidade (PRI)	30
6. CONCLUSÃO	34
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUÇÃO

Originária do Brasil, pertencente a família das Euphorbiaceae, a *Hevea brasiliensis* é a principal espécie comercial de borracha, sendo responsável por quase toda a produção mundial de borracha natural. O látex extraído da seringueira fornece matéria prima para fabricação de diversos produtos, como materiais cirúrgicos, preservativos, pneus de automóveis, calçados, dentre tantos outros. Além do importante papel econômico, a heveicultura apresenta significativa importância no âmbito social, uma vez que a extração do látex é totalmente manual, possibilitando a geração de empregos.

Também conhecida como sangria, a extração do látex consiste na incisão da casca do caule da seringueira para abertura dos vasos laticíferos. Segundo Oliveira e Gonçalves (2022), a mão-de-obra da sangria é o item de maior participação percentual no custo de produção da cultura da seringueira. A exploração do látex é uma das operações de maior importância para o cultivo, e além de ser o motivo de maior custo de produção, a sangria é responsável pela produtividade e longevidade do seringal (BERNARDES et al., 1990; SILVA, 2010).

Estudos de Gonçalves et al. (2000) e Silva et al. (2007) apontaram a utilização de estimulantes vinculados à baixa frequência de sangria como vantajosos do ponto de vista econômico e fisiológico. A adoção do sistema de sangria ideal é aquela que oferece maior rendimento produtivo, melhor regeneração da casca, menor seca do painel e menor utilização de mão-de-obra.

Conjuntamente, é imprescindível que seja considerado também a qualidade do látex empregado na produção. A cadeia produtiva da borracha natural no Brasil envolve três segmentos: produtivo, beneficiador e industrial. Atualmente, a indústria beneficiadora recebe coágulos de diferentes localidades, clones, sistemas de sangria e períodos de coagulação. Esta falta de padronização do látex afeta a homogeneidade e qualidade da matéria-prima beneficiada. Concomitantemente, o setor industrial, principalmente o pneumático, é extremamente exigente com padronização e qualidade do material beneficiado.

Embora existam trabalhos no qual investigaram a influência de diversos fatores sobre os parâmetros físicos e tecnológicos, pouco se sabe sobre a influência do campo (aspectos agrônômicos). Neste sentido, é de suma importância que sejam feitas pesquisas que busquem explicações para os parâmetros da BN, bem como que

ocorra a integração entre toda a cadeia produtiva da borracha natural (heveicultor, beneficiador e indústria). O produtor rural não deve se preocupar somente com a produtividade e o beneficiador não deve somente visar à aprovação de lotes. É necessário a constância na produtividade e na qualidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A seringueira

A seringueira é uma espécie do gênero *Hevea*, no qual possui 11 espécies conhecidas (GOMES; ALBUQUERQUE, 2000). Dentre as espécies, a *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Muell.-Arg. é a principal, pois é responsável pela produção de látex no qual é utilizado como matéria-prima para pneus e artefatos como luvas cirúrgicas e calçados (SALOMEZ et al., 2014). A espécie é uma árvore perene, dicotiledônea monoica e ereta de crescimento rápido (GONÇALVES, 2005).

A extração do látex ocorre pelo processo chamado sangria. A seringueira está apta a ser sangrada a partir do 6º e 7º ano após o plantio, quando 50% das árvores do seringal atingirem circunferência do caule igual ou superior a 50 cm a 1,20 m de altura do solo. Segundo Ferreira (1999), a seringueira atinge o máximo potencial de produção do quarto ano de sangria em diante. A qualidade e a produtividade do látex dependem do fluxo e da capacidade de regeneração do material celular entre duas explorações consecutivas.

A cultura da seringueira além do seu importante papel econômico, tem grandes vantagens do ponto de vista social. A heveicultura gera uma grande quantidade de empregos, visto que a extração do látex é estritamente manual. Por ser uma atividade em ambiente agradável, acaba fixando o homem ao campo (CORREDATO et al., 2014). Conjuntamente, o setor possibilita a geração de empregos nas usinas de beneficiamento e na indústria.

A seringueira também apresenta grande importância ambiental. O seu cultivo é considerado altamente benéfico, pois é uma cultura reflorestadora, assemelhando-se ao comportamento de uma mata nativa. Neste sentido, contribui para a conservação do solo e da água, pois há menos perda de solo por hectare e há uma menor retirada de nutrientes da superfície, quando comparado a outras grandes culturas (JACOVINE et al., 2006). Além de contribuir para a conservação dos recursos naturais, pode gerar crédito de carbono (MAGGIOTTO et al., 2014). Atrelado a esses fatos, o cultivo da seringueira exige uma menor mecanização, tem baixa exigência de agrotóxicos e fertilizantes. Outro ponto positivo, segundo Gonçalves et al. (2013), é possibilidade de consorciação com outras culturas como café, pupunheira, milho, dentre outras.

2.2. Sangria da seringueira

A exploração da seringueira, atividade popularmente conhecida como sangria consiste em um corte de uma fina lâmina (1,0 a 1,5 mm de espessura) da casca do caule utilizando uma faca em forma de “U” (faca *jebong*). A sangria é realizada, como mencionado anteriormente, quando 50% das árvores do seringal atingirem circunferência do caule igual ou superior a 50 cm a 1,20 m de altura do solo. O corte é feito, geralmente, a meia espiral ($1/2S$), descendente, da esquerda para a direita, num ângulo de 35° em relação ao plano horizontal, com frequência variável (PEREIRA, A.; PEREIRA, E., 2001).

Após o corte da casca, o látex é expulso dos vasos laticíferos por meio da pressão de turgor no tecido da casca. A pressão de turgescência perde o seu equilíbrio quando a casca sofre o “ferimento”, ocasionando a queda brusca de pressão na superfície no qual expelle o látex por contração elástica (CAVALCANTE, 2003). A sangria consiste no ferimento da árvore no qual gera funções fisiológicas anormais. Neste sentido, quando é feito o corte a casca é parcialmente removida, permanecendo no painel de sangria o câmbio e o floema jovem (RAMOS et al., 2018).

A variação na frequência de sangria depende de diversos fatores, como o custo da mão-de-obra utilizada para esta atividade, segundo os autores Oliveira e Gonçalves (2022), este é o processo que mais gera custos na produção de látex. Devido ao maior consumo de casca e maior demanda de mão-de-obra, frequências intensas de sangria não são comumente aplicadas. Conseqüentemente, os sistemas, normalmente, mais utilizados são os de baixa frequência de sangria. No entanto, segundo Silva (2008), esses sistemas podem não apresentar a melhor produtividade. Desta forma, Gonçalves et al. (2000) em seu estudo indica, do ponto de vista econômico e fisiológico, a utilização de estimulantes atrelados a baixa frequência de sangria.

O estimulante mais empregado na cultura da seringueira é o Ethrel® (ácido 2-cloroetilfosfônico). Ao ser aplicado no painel de sangria libera gás etileno aumentando o tempo de fluxo do látex, pois atrasa a obstrução dos vasos laticíferos, aumentando a produção de látex (CRUZ; PEREIRA; MENDONÇA, 2017).

O sangrador tem grande importância na coleta do látex e na longevidade do seringal. A sangria da seringueira necessita de mão-de-obra especializada, pois a regeneração da casca e reconstituição dos tecidos removidos pela sangria dependem

do trabalho realizado pelo sangrador (VIRGENS FILHO, 2007). O corte da casca não pode atingir o câmbio, pois impossibilita a regeneração da casca, causando consequentemente um dano irreversível ao seringal, gerando prejuízos financeiros.

2.3. Borracha natural (BN)

O látex pode ser beneficiado de diferentes formas até se tornar borracha natural (FERREIRA et al., 1999). Neste contexto, o látex e a BN são considerados produtos distintos. O látex é um sistema coloidal polifásico, no qual partículas de borracha estão suspensas (fase dispersa) em um meio constituído de soro aquoso (meio dispersivo). A BN é um produto sólido, obtida após a coagulação do látex e secagem do coágulo (HWEE, 2014; GALIANI et al., 2008).

O látex é composto por 25 a 50% de material seco, no qual aproximadamente 94% é cis-1,4-poliisopreno e 6% são substâncias não-borracha (proteínas, açúcares, álcoois, lipídios e substâncias minerais) e o restante é o meio aquoso (soro C) que é composto por diferentes espécies químicas (GALIANI, 2010; DALL'ANTONIA, 2003; OTHMAN et al., 1993).

Segundo Ferreira (2003), a borracha natural é um polímero de alta massa molecular, composta por uma cadeia linear, cis-1,4-poliisopreno, no qual pode se apresentar no látex de diversos tamanhos. Devido estas características, a BN apresenta qualidades que a destacam como boa elasticidade, plasticidade, resistência ao impacto e ao desgaste (fricção) a altas temperaturas, capacidade de dispersar calor, maleabilidade em baixas temperaturas, propriedades de isolamento elétrico e impermeabilidade para líquidos e gases (IAC, 2019; RIPPEL; BRAGANÇA, 2009).

Apesar da borracha sintética (poli(butadieno-estireno), borracha butílica, policloropreno e poli-isopreno) apresentar quase a mesma composição química da borracha natural, as suas propriedades físicas são inviáveis para a fabricação de alguns manufaturados como luvas cirúrgicas, preservativos, pneus, dentre outros (RIPPEL; BRAGANÇA, 2009). Outro ponto que destaca a BN em relação a sintética é por ser advinda de fonte renovável, pois as borrachas sintéticas são derivadas de petróleo.

2.4. Parâmetros físicos e tecnológicos da BN

A qualidade do látex tem importante papel no beneficiamento e posteriormente na produção de artefatos industrializados. Os diferentes parâmetros físicos e tecnológicos da BN podem ser influenciados pelo tipo de clone, solo, época do ano, clima, idade da árvore, sistema e intensidades de sangria, prática de estimulação, pelas diferentes formas de coagulação do látex e tempo de estocagem (SILVA et al., 2021; SILVA et al., 2014; MARTINS; GONÇALVES; MATTOSO, 2009; GALIANI et al., 2008; DALL'ANTONIA; MORENO; MATTOSO, 2007; MORENO et al., 2003; FERREIRA, 2003; KHALIL FILHO et al., 2000; KHALIL FILHO et al., 1996).

Dentre os ensaios considerados padrões do látex e da BN estão: determinação do DRC (teor de borracha seca); determinação do teor de cinzas; determinação da porcentagem de nitrogênio; determinação da porcentagem de extrato acetônico; viscosidade Mooney (V_0); plasticidade Wallace (P_0); índice de retenção de plasticidade (PRI). Neste estudo focou-se nos principais ensaios utilizados pelas usinas beneficiadoras de matéria-prima para pneumáticas, sendo esses o DRC e o PRI.

O DRC, abreviação de *Dry Rubber Content* ou teor de borracha seca, consiste na porcentagem em peso de borracha seca contida no látex (KHALIL FILHO et al., 1996). Segundo Julrat et al. (2012), este parâmetro pode ser estimado de diferentes formas. Para fins de pesquisa e para látex estabilizado este é feito por meio da coagulação por ação de um ácido e em usinas que visam a produção de GEB (granulo escuro brasileiro) o látex é coagulado naturalmente. Além da diferença no método de coagulação, o DRC pode ser estipulado por diferentes cálculos matemáticos, onde é utilizado os pesos das iniciais das amostras, pós coagulação, pós prensagem e pós secagem. O DRC está intimamente ligado aos constituintes borracha, material seco, presente no látex. É um importante parâmetro pois é utilizado como base para o pagamento dos produtores de látex (KHALIL FILHO et al., 1996; SOMWONG; CHONGCHEAWCHAMNAN, 2018).

O PRI, abreviação da expressão *Plasticity Retention Index* traduzido como índice de retenção de plasticidade, é o parâmetro de maior importância para o setor industrial de borracha natural pois este caracteriza a resistência da borracha a degradação termo oxidativa (GALIANI et al., 2008). Borrachas com altos valores de

PRI apresentam uma boa resistência ao aquecimento e ao envelhecimento, gerando um produto manufaturado com melhores propriedades tecnológicas.

3. OBJETIVOS

A finalidade deste trabalho foi avaliar as propriedades da borracha natural sob diferentes frequências de sangria da seringueira. Para tanto, foram avaliados os seguintes parâmetros:

1. Teor de borracha seca (DRC)
2. Índice de retenção de plasticidade (PRI)

Dentre as várias possibilidades de análises utilizadas pelas beneficiadoras e indústrias pneumáticas, o parâmetro DRC foi escolhido por ser um dos fatores utilizados pelas beneficiadoras para o cálculo do preço do coágulo, e o parâmetro PRI foi utilizado por ser o ensaio mais importante para a indústria pneumática.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado na Fazenda Mangue, no Município de Jaci, região noroeste do Estado de São Paulo. O local do experimento localiza-se na latitude 20°53'25"S e longitude 49°35'06"W, sob altitude de 517 m em um relevo que varia de plano a levemente ondulado.

Seu solo é do tipo argissolo vermelho-amarelo, com textura arenosa média, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw – tropical úmido com inverno seco – com precipitação média anual de 1493 mm e temperatura média anual de 23,6°C.

As amostras de látex foram obtidas do clone de seringueira RRIM 600, clone secundário desenvolvido pelo *Rubber Research Institute of Malaysia*, cujos parentais são clones primários TJIR 1 e PB 86. As árvores foram plantadas em janeiro de 2005 em espaçamento de 7,0 m entre linhas e de 3,0 m entre plantas. As sangrias foram efetuadas no período matutino em 500 árvores que possuíam circunferência do caule igual ou superior a 40 cm a 1,20 m de altura do solo. O experimento foi montado e conduzido no período de maio de 2021 a julho de 2021.

4.2. Delineamento experimental

O presente estudo envolveu a instalação e condução de dois experimentos separados, ambos com o mesmo número de repetições e tratamentos na mesma fazenda, diferindo somente o realizador da sangria da seringueira.

O delineamento experimental em campo dos dois experimentos obedeceu ao delineamento casualizado em blocos, sob esquema fatorial 5x4, sendo cinco diferentes frequências de sangria e quatro coletas, com cinco repetições. Cada parcela desse delineamento foi constituída por uma fileira, contendo dez plantas úteis cada.

Foram utilizados os seguintes sistemas de exploração: Sangria realizada no período matutino, em corte a meia espiral ($1/2S$), realizada todos os dias (d/1), com a atividade de sangria sendo realizada em sete dias na semana (7d/7) durante dez

meses por ano (10m/y). A notação completa deste sistema é: ($1/2S$ d/1 7d/7 10m/y); Sangria realizada no período matutino, em corte a meia espiral ($1/2S$), realizada em intervalos de dois dias (d/2), com a atividade de sangria sendo realizada em sete dias na semana (7d/7) durante dez meses por ano (10m/y). A notação completa deste sistema é: ($1/2S$ d/2 7d/7 10m/y); Sangria realizada no período matutino, em corte a meia espiral ($1/2S$), realizada em intervalos de três dias (d/3), com a atividade de sangria sendo realizada em sete dias na semana (7d/7) durante dez meses por ano (10m/y). A notação completa deste sistema é: ($1/2S$ d/3 7d/7 10m/y); Sangria realizada no período matutino, em corte a meia espiral ($1/2S$), realizada em intervalos de quatro dias (d/4), com a atividade de sangria sendo realizada em sete dias na semana (7d/7) durante dez meses por ano (10m/y). A notação completa deste sistema é: ($1/2S$ d/4 7d/7 10m/y); Sangria realizada no período matutino, em corte a meia espiral ($1/2S$), realizada em intervalos de cinco dias (d/5), com a atividade de sangria sendo realizada em sete dias na semana (7d/7) durante dez meses por ano (10m/y). A notação completa deste sistema é: ($1/2S$ d/5 7d/7 10m/y).

Para o segundo fator, 4 épocas de coletas de látex: coleta 1 (07 de junho de 2021); coleta 2 (21 de junho de 2021); coleta 3 (12 de julho de 2021) e coleta 4 (30 de julho de 2021).

As árvores dos experimentos não tiveram nenhum tipo de estimulação durante o período do estudo. A Figura 1 mostra o esquema do delineamento experimental dos experimentos utilizados.

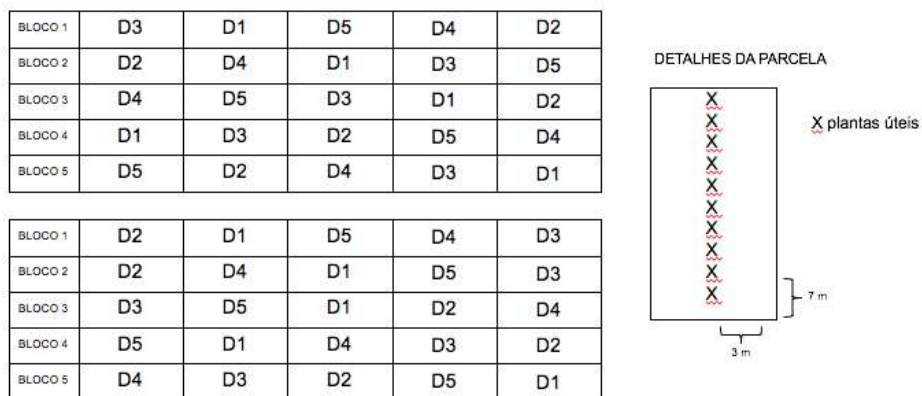


Figura 1. Figura esquemática do delineamento experimental do estudo.

4.2.1. Instalação e condução do experimento

Primeiramente, foi efetuada a seleção de plantas adultas e produtivas no qual atendessem a uma circunferência do caule igual ou superior a 50 cm a 1,20 m de altura do solo. Para cada experimento, foram selecionadas 250 plantas.

Todas as árvores dos experimentos foram identificadas com cores e números diferentes, utilizando tinta aplicada sobre o tronco a 2,00 m de altura do solo. Essas classificações ajudaram a identificar os sistemas de sangria adotados, facilitando o trabalho diário de exploração e coleta de dados. Conjuntamente, foi identificada em cada bloco a sequência de tratamentos da fileira em questão.

Para as coletas dos coágulos no seringal, foram utilizadas caixas plásticas com identificação do experimento, tratamento e fileira do seringal. Posteriormente, para encaminhamento das amostras à usina, estas foram separadas em sacos plásticos lacrados com número de identificação. A Figura 2 mostra fotos identificando cada um dos processos do experimento.



Figura 2. A. Identificação das árvores de seringueira com cores e números de acordo com o tratamento; B. Identificação dos blocos com as respectivas parcelas; C. Caixas identificadas para coleta do látex; D. Amostras lacradas e identificadas encaminhadas a usina.

4.3. Coleta do látex

Foram coletadas amostras de látex de dez árvores em cada parcela. O látex dessas dez árvores foi misturado para se ter uma amostra representativa daquela repetição.

A sangria consistiu em realizar o corte de uma fina lâmina (1,0 a 1,5 mm de espessura) da casca do caule utilizando uma faca em forma de “U” (faca *jebong*). A sangria foi realizada no período matutino a meia espiral, seguindo os cortes do painel já demarcado.

O látex foi coletado em recipiente de plástico limpo e os coágulos foram obtidos por coagulação natural do látex. Os coágulos foram então recolhidos após sete dias de maturação no campo. A Figura 3 mostra a foto da coleta do látex e do látex sendo coagulado no campo.

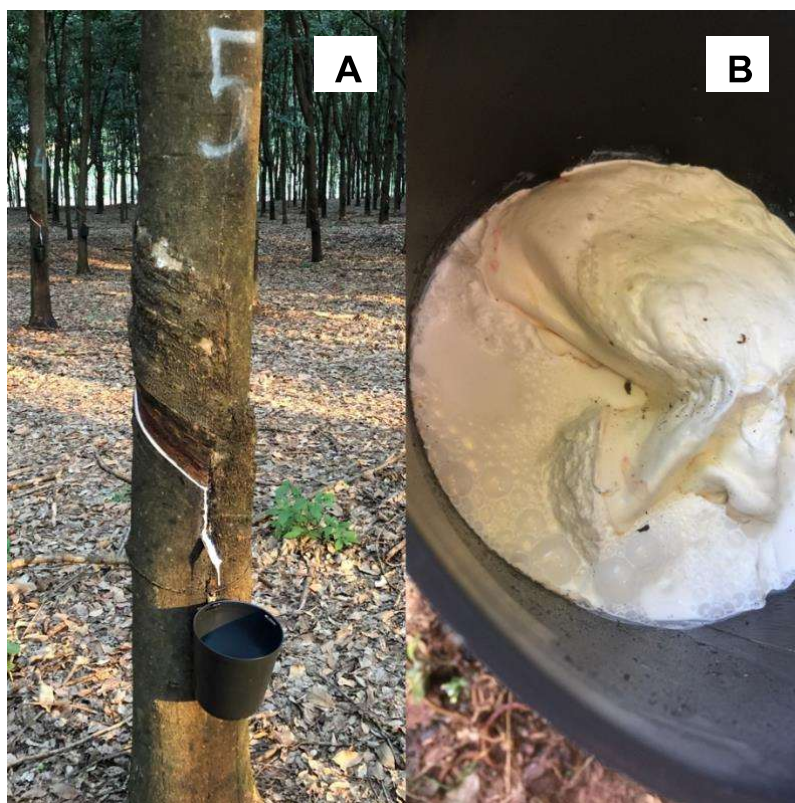


Figura 3. A. Coleta do látex de árvore identificada do experimento; B. Látex coletado sendo coagulado naturalmente no campo.

4.4. Descrição das técnicas

4.4.1. Análises de rotina da borracha

Os ensaios padrões referentes ao teor de borracha seca (DRC), assim como as avaliações da Plasticidade Wallace (P0) e índice de retenção de plasticidade (PRI), foram realizados nos recintos de produção e no laboratório de qualidade da Usina São Manoel, Neves Paulista, SP. A amostragem e preparação foram realizadas conforme as normas ABNT NBR ISO 126, NBR ISO 1795 e NBR ISO 2930.

4.4.1.1. Determinação do DRC (Teor de borracha seca)

O DRC (*Dry Rubber Content*), em português conhecido como teor de borracha seca, é a porcentagem de massa de borracha seca de uma amostra de látex. Para determinação deste parâmetro, foi feita a medida da massa de cada amostra de campo. Em seguida, os coágulos foram passados na calandra aproximadamente por cinco vezes, até que fosse formada uma manta uniforme. Cada manta foi pesada, obtendo-se assim o peso calandrado de cada parcela.

Posteriormente, foi selecionada uma parte desta manta, cerca de 10%, para ser colocada na estufa de secagem. Na estufa, por aproximadamente duas horas, as mantas foram colocadas abertas e secadas a 120 °C. Após esse processo, as mantas foram pesadas, obtendo-se o peso seco da amostra.

O DRC foi calculado de acordo com a equação abaixo.

$$\text{DRC} = \left[\frac{\left(\frac{\text{peso seco da amostra} \times \text{peso da amostra calandrada}}{\text{peso da amostra inicial}} \right)}{\text{peso da amostra antes de entrar na estufa (10\%)}} \right] \times 100$$

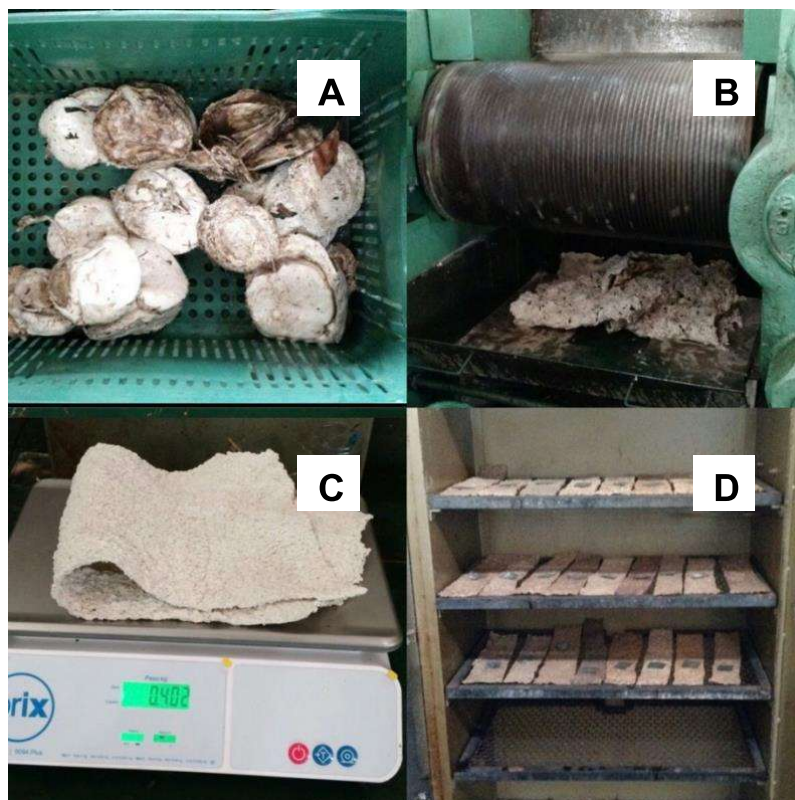


Figura 4. A. Pesagem dos coágulos; B. Calandra utilizada para formar manta uniforme; C. Registro do peso calandrado da manta de borracha; D. Amostras na estufa de secagem.

4.4.1.2. Plasticidade Wallace (P_0) e Índice de retenção de plasticidade (PRI)

O PRI, índice de retenção de plasticidade, é uma medida para se conhecer a resistência da borracha natural à oxidação térmica.

As preparações dos corpos-de-prova para medição desse índice foram realizadas segundo a norma da ABNT NBR ISO 1795. A borracha crua utilizada para a preparação dos corpos-de-prova é a amostra de forno do DRC. A Figura 5 mostra como foi feita a preparação dos corpos-de-prova e como estes foram homogeneizados.



Figura 5. A. Borracha crua; B. Preparação dos corpos-de-prova; C. Calandra utilizada para homogeneização da amostra; D. Folhas lisas de borracha.

A Plasticidade Wallace (P_0), também conhecida como plasticidade rápida dos corpos-de-prova não envelhecidos, é obtida por meio do plastímetro de Wallace. Consiste na compressão constante em condições padrão de temperatura, tempo de ação da força de compressão, forma e peso do corpo-de-prova.

O P_{30} , também conhecido como plasticidade rápida dos corpos-de-prova envelhecidos, é a plasticidade após a degradação térmica. No processo para se chegar a esse índice, os corpos-de-prova são envelhecidos em estufa a 140 °C por 30 minutos. Neste experimento, foi realizada em triplicata a determinação do P_0 e P_{30} usando o plastímetro de Wallace, primeiro nos corpos-de-prova não envelhecidos e posteriormente nos corpos-de-prova envelhecidos.

O índice de retenção de plasticidade (PRI) é o quociente entre as plasticidades, obtido antes e após o aquecimento, multiplicado por 100. Foi utilizada a média dos valores de plasticidade rápida medida nos três corpos-de-prova não

envelhecidos e nos três corpos-de-prova envelhecidos para se calcular o PRI, de acordo com a equação abaixo.

$$\text{PRI} = \frac{\text{valor da plasticidade envelhecida}}{\text{valor da plasticidade não envelhecida}} \times 100$$

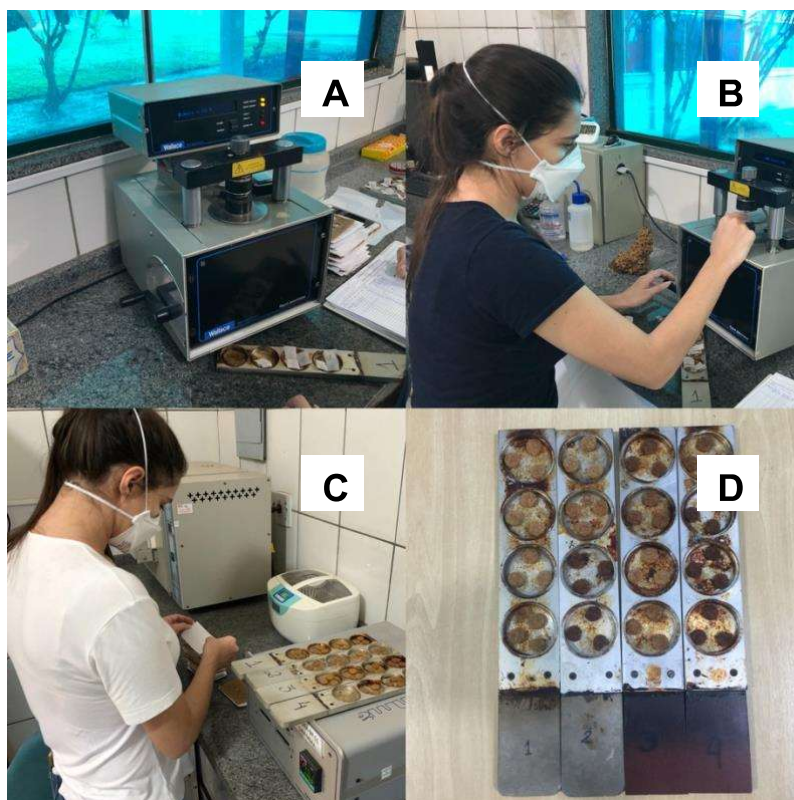


Figura 6. A. Plastímetro Wallace; B. Avaliação do P₀ e P₃₀; C. Amostras sendo colocadas na estufa para envelhecimento; D. Corpos-de-prova envelhecidos.

4.5. Análise estatística

A partir dos resultados obtidos, realizou-se um estudo comparativo entre as diferentes frequências de sangria e as coletas de látex. O experimento seguiu um delineamento casualizado em blocos a partir de um fatorial com dois fatores do tipo 5 x 4 com cinco repetições, sendo que o primeiro fator foi composto por cinco frequências de sangria e o segundo fator por quatro coletas.

Após o cálculo do PRI e DRC os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de comparação de médias Scott-Knott a 5% de significância. Aqueles dados que não apresentaram normalidade em sua distribuição foram ajustados pela equação $\text{arc sen } \sqrt{X/100}$ (LITTLE; HILLS, 1975). A realização da

ANOVA e seus desdobramentos foram realizadas através do *software* estatístico AgroEstat – sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Teor de borracha seca (DRC)

O DRC está relacionado com a quantidade de borracha produzida pelas árvores, sendo este valor uma representação da quantidade de borracha seca contida no látex (FERREIRA et al., 1999). Segundo os trabalhos de Yip (1990), Moreno et al. (2003) e Le Roux et al. (2000), o DRC é uma propriedade que apresenta grandes variações. Este parâmetro pode ser influenciado pelo clone, idade da árvore, época do ano, clima, prática de estimulação, características do solo, tipo de coagulação e pelos sistemas e intensidades de sangria.

Explorações diárias tendem também a reduzir o valor do DRC quando comparadas a frequências menos intensas de sangria (YIP,1990). Em relação aos experimentos da presente pesquisa, as Tabelas 1 e 2 trazem os dados médios de DRC (%) das quatro coletas dos experimentos 1 e 2.

Tabela 1. Dados médios do teor de borracha seca (%) em quatro coletas do experimento 1.

Sistema de Sangria	DRC			
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4
1/2S d/1 7d/7 10m/y	53,20 aA	55,38 aA	51,29 aA	51,68 aA
1/2S d/2 7d/7 10m/y	60,73 aA	55,04 aA	57,22 aA	54,22 aA
1/2S d/3 7d/7 10m/y	65,07 aA	56,37 aB	58,97 aA	49,95 aB
1/2S d/4 7d/7 10m/y	62,23 aA	52,43 aA	61,14 aA	57,81 aA
1/2S d/5 7d/7 10m/y	62,66 aA	55,27 aA	62,67 aA	62,39 aA
CV (%)	8,46			
F	Fator A=3,26* Fator B=3,74* AxB=1,13 ^{ns}			

CV (%): coeficiente de variação. Fator A: frequência de sangria; Fator B: coleta. * significativo e ^{NS} não significativo ao nível de 1%** ou 5%* de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 5% de significância.

Tabela 2. Dados médios do teor de borracha seca (%) em quatro coletas do experimento 2.

Sistema de Sangria	DRC			
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4
1/2S d/1 7d/7 10m/y	59,06 aA	53,62 aB	58,35 aA	49,55 aB
1/2S d/2 7d/7 10m/y	60,57 aA	61,08 aA	58,38 aA	53,54 aA
1/2S d/3 7d/7 10m/y	56,85 aA	57,87 aA	62,83 aA	55,56 aA
1/2S d/4 7d/7 10m/y	62,48 aA	60,91 aA	62,61 aA	51,00 aB
1/2S d/5 7d/7 10m/y	59,73 aA	58,84 aA	63,79 aA	58,09 aA
CV (%)	7,14			
F	Fator A=1,90ns Fator B=7,42** AxB=0,80ns			

CV (%): coeficiente de variação. Fator A: frequência de sangria; Fator B: coleta. * significativo e ^{NS} não significativo ao nível de 1%** ou 5%* de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 5% de significância.

Analisando as Tabelas 1 e 2, as médias do DRC revelaram comportamento semelhante para os cinco tratamentos estudados. Estatisticamente, a partir da realização do teste de comparação múltipla – o teste Scott-Knott – a 5% de significância, não houve diferença entre as diferentes intensidades de sangria devido às médias apresentarem a mesma letra “a”. Apesar da literatura afirmar quais as diversas fontes de variações do DRC, os dados obtidos contestam a teoria na qual os sistemas e intensidades de sangria afetam o teor de borracha seca.

Como mencionado anteriormente, o DRC é influenciado pelas alterações climáticas. Devido á queda na temperatura, decréscimo de chuvas e perda das folhas (período de senescência), os meses de maio e junho tendem a diminuir o DRC (KALIL FILHO et al., 2000). Este fato está relacionado com a redução fotossintética da planta, na qual há influência direta sobre a atividade biossintética, reduzindo a regeneração do látex no interior dos vasos laticíferos (JACOB et al., 1988; MORENO; GONÇALVES; MATTOSO, 2006).

O seringal utilizado para o estudo apresentou início da senescência das folhas no meio do mês de julho. As Tabelas 1 e 2 ilustram a variação do DRC em função das coletas, sendo este representado pela segunda letra maiúscula depois das médias. A primeira coleta foi realizada em 07 de junho de 2021, a segunda em 21 de junho de 2021, a terceira em 12 de julho de 2021 e a última coleta feita em 30 de julho de 2021. De acordo com o exposto, observando as análises estatísticas, notou-se variações significativas entre as coletas nos tratamentos. O experimento 1 apresentou

menores valores para o DRC na coleta 2 e 4 no tratamento 3, com médias em torno de 56% e 50%, respectivamente.

Diferentemente, no experimento 2 foram observadas médias menores de DRC na coleta 2 e 4 no tratamento 1, de 54% e 50%. Ainda no experimento 2, observou-se menor média na última coleta do tratamento 4, com DRC de 51%. Desta forma, pode-se notar a interferência da sazonalidade quando observadas as variações entre as coletas. Tal fato justifica-se principalmente por causa das menores médias na coleta 4, pois possivelmente o DRC foi afetado pela queda das folhas no mês de julho.

Entretanto, apesar das variações, nem todos os tratamentos apresentaram este comportamento. Estudos de Noinart et al. (2022), Zenatti et al. (2014) e Moreno et al. (2005) constataram que o clone RRIM 600, quando comparado a outros clones, é menos suscetível às interferências climáticas sazonais.

Segundo Moreno, Gonçalves e Mattoso (2006), o valor do DRC de látex de campo (látex conservado na forma líquida) estabilizado e coagulado com solução ácida será sempre menor do que o valor real. Portanto, ao comparar os valores de DRC de cernambi (borracha bruta que é coagulada no campo) com o DRC do látex de campo, haverá discrepância entre estas, sendo o valor de látex de campo sempre menor.

Diante do exposto, comparando os resultados obtidos neste estudo com outros trabalhos realizados em diversas regiões do estado de São Paulo (Tabela 3), pode-se notar que a média encontrada em todos os tratamentos e coletas dos dois experimentos ficou acima das médias da literatura citada. Todos os experimentos tiveram sua análise de teor de borracha seca feita a partir de látex de campo estabilizado, com exceção do estudo realizado por Moreno et al. (2005), que seguiu a mesma metodologia deste presente estudo.

Tabela 3. Trabalhos que avaliaram o teor de borracha seca (%) do clone RRIM 600 no Estado de São Paulo.

Autor	Ano da publicação	Região	Sistema de sangria	Média DRC (%)
Moreno et al.	1998	Matão	1/2S d/7 ET 5,0%	28
			1/2S d/2	32
Ferreira et al.	1999	Presidente Prudente	1/2S d/4 ET 5,0%	33
			1/2S d/7 ET 5,0%	39
Moreno et al.	2003	Matão	1/2S d/3 6d/7 11m/y ET 5,0%	31
Moreno et al.	2005	Votuporanga	1/2S d/4 5d/7 11m/y ET 2,5%	33
Martins et al.	2012	Pindorama	1/2S d/4 6d/7	29

*Cernambi (látex coagulado naturalmente).

5.2. Índice de retenção de plasticidade (PRI)

O índice de retenção de plasticidade fornece uma estimativa da resistência da borracha à degradação termo oxidativa. Este parâmetro analisa o comportamento da borracha no seu processamento. Segundo este índice, altos valores de PRI indicam uma boa resistência do látex ao aquecimento e envelhecimento, gerando uma menor degradação termo oxidativa, conferindo assim melhores propriedades para o produto manufaturado (MORENO et al., 2003; GALIANI et al., 2008; MARTINS, GONÇALVES; MATTOSO, 2009). As Tabelas 4 e 5 trazem os dados médios de PRI das quatro coletas dos experimentos 1 e 2.

Tabela 4. Dados médios do índice de retenção de plasticidade (%) em quatro coletas do experimento 1.

Sistema de Sangria	PRI			
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4
1/2S d/1 7d/7 10m/y	16,52 aA	14,27 bA	11,77 aA	19,21 aA
1/2S d/2 7d/7 10m/y	17,49 aA	22,85 aA	25,18 aA	21,25 aA
1/2S d/3 7d/7 10m/y	25,19 aA	25,57 aA	22,55 aA	27,62 aA
1/2S d/4 7d/7 10m/y	27,32 aA	28,67 aA	19,96 aA	27,85 aA
1/2S d/5 7d/7 10m/y	20,65 aA	26,23 aA	20,26 aA	26,90 aA
CV (%)	19,60			
F	Fator A=5,80** Fator B=2,06 ^{ns} AxB=0,68 ^{ns}			

CV (%): coeficiente de variação. Fator A: frequência de sangria; Fator B: coleta. * significativo e ^{NS} não significativo ao nível de 1%** ou 5%* de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 5% de significância.

Tabela 5. Dados médios do índice de retenção de plasticidade (%) em quatro coletas do experimento 2.

Sistema de Sangria	PRI			
	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4
1/2S d/1 7d/7 10m/y	18,54 aA	21,67 aA	13,45 bA	21,71 bA
1/2S d/2 7d/7 10m/y	20,92 aA	23,52 aA	18,84 bA	18,55 bA
1/2S d/3 7d/7 10m/y	20,71 aA	27,48 aA	18,89 bA	29,74 aA
1/2S d/4 7d/7 10m/y	21,01 aA	32,04 aA	26,21 aA	23,29 bA
1/2S d/5 7d/7 10m/y	24,46 aB	27,41 aB	27,85 aB	40,69 aA
CV (%)	19,87			
F	Fator A=5,44** Fator B=3,53* AxB=1,12ns			

CV (%): coeficiente de variação. Fator A: frequência de sangria; Fator B: coleta. * significativo e ^{NS} não significativo ao nível de 1%** ou 5%* de probabilidade pelo teste F; Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 5% de significância

O PRI é definido por meio do quociente $P_{30}/P_0 \times 100$. A Plasticidade Wallace (P_0) é influenciada pela massa molar e pelo tamanho das moléculas da cadeia do poliisopreno, sendo esta uma medida do estado de degradação da borracha (SILVA et al., 2021). Conjuntamente, o valor de P_0 pode ser influenciado pelo processamento, armazenamento e tipo de clone (SAMBHI, 1989). Quanto menor a diferença entre P_0 e P_{30} na mesma amostra, menor será o envelhecimento da borracha, ou seja, maior será sua resistência.

As especificações da norma NBR 11597 e do SMR (*Standard Malaysian Rubber*) padronizam o valor de PRI em no mínimo de 60 para todas as classes de borrachas. De acordo com os dados das Tabelas 4 e 5, nota-se que as médias estão em torno de 23, o que está abaixo do valor mínimo especificado. Valores de PRI inferiores a 60 indicam que a borracha se plastifica rapidamente (KALIL FILHO et al., 2000). Por outro lado, segundo Moreno et al. (2003), borrachas excessivamente duras (com altos valores de P_0), não são vantajosas pois consomem mais mão-de-obra, tempo e energia no seu processamento.

Observando os dados da Tabela 4, pode-se concluir que os tratamentos apresentaram comportamento semelhante. Somente na coleta 2, o tratamento 1 com sangria realizada todos os dias apresentou média de PRI estatisticamente menor comparado aos demais tratamentos nesta coleta. Também não foi apresentada diferença estatística significativa entre as coletas nesse sentido.

Por outro lado, os dados do experimento 2 obtiveram comportamento diferente (Tabela 5). Entre os tratamentos, notou-se diferença estatística nas coletas

3 e 4. Na terceira coleta, observaram-se menores médias de PRI nos tratamentos de maior intensidade de sangria (d/1, d/2 e d/3).

Na coleta 4, os dados revelam comportamento semelhante ao da coleta 3. No entanto, o tratamento 4 com frequência de sangria d/4 apresentou média seguida da letra “b” indicando menor média, enquanto o tratamento 3 com frequência de sangria d/3 apresentou média estatisticamente maior. Com relação às coletas que constam na Tabela 5, somente a frequência de sangria d/5 demonstrou diferença entre as médias. A última coleta apresentou maior valor médio de PRI comparado às demais coletas.

O P_0 e PRI, segundo Dall’Antonia et al. (2006), podem, respectivamente, apresentar variações entre as épocas de coletas e são influenciados pelas mudanças climáticas, que agem diretamente na síntese dos constituintes não-borracha no látex, responsáveis pela ação antioxidante. No período em que foi realizado o experimento (maio a julho), as usinas beneficiadoras esperam baixos valores de PRI, devido à redução na temperatura e queda da pluviosidade.

Para correção deste parâmetro, é utilizado ácido fosfórico pelas usinas, assim como é feita a mistura de coágulos de início/meio da safra com os coletados no final da safra. A utilização de ácido fosfórico é mencionada por Watson (1969, apud GALIANI, 2010, p. 143) como medida corretiva para o PRI em GEB (granulo escuro brasileiro) com valor menor que 50.

Sob outro enfoque, o estudo de Galiani et al. (2008) indica o método convencional de coleta do látex (sangria acumulada e tigelas sujas) como uma variável que pode influenciar no valor do PRI. Isto ocorre devido a uma aceleração do processo de degradação pela ação das bactérias presentes no soro no período de coagulação natural. Estes microrganismos utilizam os componentes não-borracha (proteínas, açúcares, álcoois, lipídios e substâncias minerais) presentes no látex como substrato nutritivo para seu crescimento e reprodução (SALOMEZ et al., 2014).

Desta forma, borrachas coaguladas naturalmente e estocadas por grande período de tempo tendem apresentar baixo PRI. De acordo com o estudo de Noinart et al. (2022), o valor de P_0 em amostras de borrachas coaguladas naturalmente foi maior comparado às amostras coaguladas com solução ácida. No entanto, a coagulação natural resultou em baixo valor de P_{30} .

A diferença significativa entre P_0 e P_{30} na mesma amostra resulta em baixo PRI, apresentando características como maior envelhecimento e, conseqüentemente,

menor resistência da borracha. Os dados de P_0 e P_{30} obtidos neste estudo apresentaram grande diferença entre si, com os valores médios de P_0 entre 43-50, enquanto o P_{30} entre 7-15, resultando num baixo valor de índice de retenção de plasticidade.

Por fim, o coeficiente de variação tem como função quantificar a precisão do estudo experimental. Para ensaios agrícolas de campo, normalmente, os coeficientes são classificados como baixos quando inferiores a 10%, médios quando apresentam valores entre 10-20%, altos com valores de 20-30%, e muito altos quando superiores a 30% (FERREIRA, 2003). Observando os coeficientes de variação apresentados neste trabalho, nota-se que as tabelas (1 e 2) das médias de teor de borracha seca (DRC) apresentaram valores de C.V. (%) abaixo de 10%, enquanto as tabelas (4 e 5) das médias do índice de retenção de plasticidade (PRI) apresentaram valores médios de C.V. (%) entre 10-20%.

6. CONCLUSÃO

1. A frequência de sangria não influenciou no teor de borracha seca (DRC) da borracha coagulada naturalmente no clone RRIM 600;

2. Observou-se menores médias de DRC na coleta 4 do experimento 1 no tratamento $1/2S$ d/3 7d/7 10m/y e do experimento 2 nos tratamentos $1/2S$ d/1 7d/7 10m/y e $1/2S$ d/4 7d/7 10m/y;

3. Todas as médias de índice de retenção de plasticidade (PRI) ficaram abaixo do valor mínimo especificado pela norma nacional e pelo padrão internacional;

4. Foram notadas menores médias de PRI nas frequências de sangria mais intensas. No experimento 1, o tratamento $1/2S$ d/1 7d/7 10m/y apresentou menor média na coleta 2. No experimento 2, na coleta 3, os tratamentos $1/2S$ d/1 7d/7 10m/y, $1/2S$ d/2 7d/7 10m/y e $1/2S$ d/3 7d/7 10m/y apresentaram menores médias. E também no experimento 2, na coleta 4, os tratamentos $1/2S$ d/1 7d/7 10m/y, $1/2S$ d/2 7d/7 10m/y e $1/2S$ d/4 7d/7 10m/y apresentaram menores médias.

5. Somente o tratamento $1/2S$ d/5 7d/7 10m/y do experimento 2 apresentou diferença no PRI entre as coletas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11597: Borracha natural. Rio de Janeiro, 22 p., 1997.

_____. NBR ISO 1795: Borracha natural e borracha sintética crua – Procedimentos para amostragem e preparação. Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR ISO 2930: Borracha natural, crua – Determinação do índice de retenção de plasticidade (PRI). Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR ISO 126: Látex concentrado de borracha natural – Determinação do teor de borracha seca. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES E BENEFICIADORES DE BORRACHA NATURAL (ABRABOR). **Estatísticas e Tendências da Borracha Natural (2017)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/borracha-natural/2017/38a-ro/app-abrabor-38ro-borracha.pdf>>. Acesso em: abr. 2022.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO, J. W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat: Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal, FCAV/UNESP, 2015.

BERNARDES, M. S.; CASTRO, P. R. C.; MARTINS, A. M. Fatores ligados a escolha do sistema de exploração. In: BERNARDES, M.S. (Ed.). **Sangria da seringueira**. Piracicaba : ESALQ, 1990. p.45-88.

CAVALCANTE, J. R. **Fotossíntese, relações hídricas, estado nutricional e avaliação de caracteres secundários da produção em dois cultivares jovens de seringueira em São José do Rio Preto, SP**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2003.

CORREDATO, R. A.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito da Frequência da Sangria em Diferentes Clones na Produtividade de Seringueira. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 4, p. 318–322, 2014.

CRUZ, A. T.; PEREIRA, J. C. S.; MENDONÇA, S. R. Stimulation of latex production in seringueira (*Hevea brasiliensis* L.) with ethrel doses. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 41, n. 5, p. 1-6, 2017.

DALL'ANTONIA, A.C. **Estudo do desempenho mecânico e geométrico de borracha natural (NR) de diferentes clones**. Tese (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2003.

DALL'ANTONIA, A. C.; MARTINS, M. A.; MORENO, R. M. B.; MATTOSO, L. H. C.; JOB, A. E.; FERREIRA, F. C.; GONÇALVES, P. S. Avaliação de clones de borracha

natural crua por ensaios padrão e análise dinâmico-mecânica. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.16, p.239-245, 2006.

DALL'ANTONIA, A. C.; MORENO, R. M. B.; MATTOSO, L. H. C. Avaliação da qualidade da borracha natural beneficiada brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 9., 2007, Campina Grande. **Anais...[São Carlos: ABPol, 2007.]**. não paginado. 1 CD-ROM., 2007.

FERREIRA, M.; MORENO, R. M. B.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L. H. C. Avaliação dos parâmetros fisiológicos do látex de clones de seringueiras de região de Presidente Prudente/SP. **Boletim de Pesquisa**, 1999.

FERREIRA, M. **Caracterização do látex e da borracha natural de seringais de Presidente Prudente/ SP**. Tese (Mestrado em Físico-Química) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

FERREIRA, M. **Efeito das Variações Intra e Interclonais e do Efeito do Tipo de Coagulação e do Porta-Enxerto nas Propriedades da Borracha Natural de Clones Recomendados para o Plantio no Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2003.

GALIANI, P. D. et al. Estudo da influência da sangria acumulada e das condições das tigelas utilizadas para coleta do látex, nas propriedades da borracha natural - *Hevea brasiliensis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS-CBECiMat, 18., 2008, Porto de Galinhas, PE. **Anais...[S. l.: sn]**, 2008. 1 CD-ROM.

GALIANI, P. D. **Avaliação e caracterização da borracha natural de diferentes clones da seringueira cultivados nos estados do Mato Grosso e da Bahia**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Físico-Química). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

GOMES, J.; ALBUQUERQUE, J. Características botânicas do gênero *Hevea*. In: VIÉGAS, I. de J. M.; DE CARVALHO, J. G. (Eds.), **Seringueira: Nutrição e Adubação no Brasil**. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília, DF pp. 17-34. 2000.

GONÇALVES, P. S.; SOUZA, S. R.; BRIOSCHI, A. P.; VIRGENS FILHO, A. C.; MAY, A.; ALARCON, R. S. C. Efeito da frequência de sangria e estimulação no desempenho produtivo e econômico de clones de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1081-1091, 2000.

GONÇALVES, P. S. Botânica do gênero *Hevea*. **Embrapa Amazônia Ocidental - Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2005.

GONÇALVES, R. C.; SÁ, C. P.; DUARTE, A. D. F., BAYMA, M. M. A. Manual de Heveicultura para a Região Sudeste do Estado do Acre. Embrapa Acre. Documentos 128, Rio Branco - Acre. 2013.

HWEE, E. A. Non-rubbers and abnormal groups in natural rubber. In: THOMAS, S., CHAN, C.H., POTHEN, L., R. K. R, MARIA, H.J. **Natural Rubber Materials: Blends and IPNs**. The Royal Society of Chemistry, Cambridg, 2014. p. 53–72.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Centro de seringueira e sistemas agroflorestais**: a importância da borracha natural. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/seringueira/importancia.php>>. Acesso em: abr. 2022.

JACOVINE, L. A. G.; NISHI, M. H.; SILVA, M. L.; VALVERDE, S. R. & ALVARENGA, A. P. A seringueira no contexto das negociações sobre mudanças climáticas globais. In: ALVARENGA, A. P. & CARMO, C. A. F. S. **Sequestro de carbono: Quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural**. Viçosa, MG, EPAMIG, 2006. p.1-41.

JULRAT, S.; CHONGCHEAWCHAMNAN, M.; KHAORAPAPONG, T.; PATARAPIBOOLCHAI, O.; KRIRIKSH M.; ROBERTSON, I. D. Single-Frequency-Based Dry Rubber Content Determination Technique for In-Field Measurement Application. **IEEE Sensors Journal**, vol. 12, n. 10, p. 3019-3030, out. 2012.

KALIL FILHO, A. N. et al. Qualidade da borracha e teor de borracha seca (DRC) do látex de clones amazônicos de seringueira. **Rev. UA. Série: Ciências Agrárias**, v.4/5, n.1/2, p.47-56, dez. 1996.

KALIL FILHO, A. N.; KALIL, G. P. da C.; GRAÇA, M. E. C.; MEDEIROS, A. C. de S. Análise da plasticidade e do teor de borracha seca (DCR) do látex clones de seringueira (*Hevea* sp). **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.41, p.3-11, 2000.

LE ROUX, Y.; EHABE, E.; SAINTE-BEUVE, J.; NKENGAFAC, J.; NKENG, J.; NGOLEMASANGO, F.; GOBINA, S. Seasonal and clonal variation in the latex and raw rubber of *Hevea brasiliensis*. **Journal of Rubber Research**, Kuala Lumpur, v. 3, n. 3, p. 142-156, 2000.

LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. STATISTICAL METHODS IN AGRICULTURAL RESEARCH, UCD. **Book Store**, 2d. Ed., 1975. 242 p.

MAGGIOTTO, S. R.; OLIVEIRA, D.; MARUR, C. J.; STIVARI, S. M. S.; LECLERC, M.; RIDDLE, C. W. Potential carbon sequestration in rubber tree plantations in the northwestern region of the Paraná State, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.36, n.2, p.239- 245, 2014.

MARTINS, M. A. et al. Avaliação de borracha natural do clone RRIM 600 para aplicação em nanocompósitos. In: **VI Workshop da Rede de Nanotecnologia aplicada ao agronegócio**, Fortaleza, 2012.

MARTINS, M. A.; GONÇALVES, P. S.; MATTOSO, L. H. C. Estudo do efeito do método de coagulação nas propriedades tecnológicas da borracha natural crua de clones da série IAC 400. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 9., 2007, Campina Grande, PB. **Anais do IXº Congresso Brasileiro de Polímeros (CBPol)**. Campina Grande – PB, vol. 1. 2009.

MORENO, R. M. B. et al. Avaliação do látex e da borracha de clones de seringueiras da região de Matão, (SP). **Embrapa Instrumentação Agropecuária**. Pesquisa em Andamento, Nº 21, mai. 1998. p. 1-5.

MORENO, R. M. B.; FERREIRA, M.; GONÇALVES, P. de S.; MATTOSO, L. H. C. Avaliação do látex e da borracha natural de clones de seringueira no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.583-590, 2003.

MORENO, R. M. B. et al. Technological properties of látex and natural rubber of *Hevea brasiliensis* clones. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v.62, n.2, p.122-126, 2005.

MORENO, R. M. B.; GONÇALVES, P. S.; MATTOSO, L. H. C. Desempenho da Borracha Natural Crua de Novos Clones de Seringueira (*Hevea* spp.) da Série IAC para Recomendação ao Plantio no Estado de São Paulo: II – As Propriedades Tecnológicas DRC (%), % de Nitrogênio, % de Cinzas e % de Extrato Acetônico. **Circular Técnica 32**, 2006.

NOINART, J., BONFILS, F., MUSIGAMART, N. et al. Post-harvest maturation of *Hevea brasiliensis* latex coagula: ranking of the key drivers of the mesostructure and physical properties of natural rubber. **Journal of Rubber Research 25**, 5–18, 2022.

OLIVEIRA, M. D. M.; GONÇALVES, E. C. P. Custo operacional de produção e rentabilidade econômica da cultura da seringueira, estado de São Paulo - safra 2021/22. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 17, n. 1, p. 1-7, jan. 2022. Disponível em: <
<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=15998>>. Acesso em: 13 de abril de 2022.

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**, v.19, p.185- 194, 1993.

PEREIRA A. V.; PEREIRA E. B. C. Abertura de painel de sangria em seringueira com raspador de casca. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, n. 44, p. 1-3. 2001

RAMOS, L. M. A.; LATORRACA, J. V. F.; LIMA, H. R. P.; DOS SANTOS, G. C. V. Variação intraespecífica na anatomia do lenho de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex. A. Juss.) Mull. Arg. relacionada à extração de látex. **Floresta**, Curitiba, vol. 48, n. 2, p. 255-264. 2018.

RIPPEL, M. M.; BRAGANÇA, F. C. Borracha natural e nanocompósitos com argila. **Química Nova**, 32, 818. 2009.

SALOMEZ, M. et al. Micro-organisms in latex and natural rubber coagula of *Hevea brasiliensis* and their impact on rubber composition, structure and properties. **Journal Applied Microbiology**, 117, 2014.

SAMBHI, M. S. An analysis of the plasticity retention index of the standard Malaysian rubber scheme. **Journal of the Natural Rubber Research**, Kuala Lumpur, v. 4, n. 2, p. 133-140, 1989.

SANTOS, H. G. et al. 2018. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed., rev. ampl. Brasília, DF: EMBRAPA. 86p.

SILVA, J. Q.; SOUZA, M. I. T.; GONÇALVES, P. S.; PINOTTI, R. N. Sistemas de exploração de seringueira utilizados em clones asiáticos Prang Besar no Oeste paulista. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.949-955, 2007.

SILVA, J. Q. **Sistemas de exploração em clones de seringueira: caracteres agronômicos e viabilidade econômica**. Tese (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2008.

SILVA, J. Q.; GONÇALVES, P. de S.; SCARPARE FILHO, J. A.; COSTA, R. B. da. Agronomical performance and profitability of exploitation systems in four rubber tree clones in São Paulo State. **Bragantia**, v.69, p.843-854, 2010.

SILVA, M. J. et al. Influência da variação sazonal nas propriedades tecnológicas da borracha natural de novos clones. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA. **Anais do SIAGRO: ciência, inovação e mercado 2014**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2014. p. 431-434. 2014.

SILVA, M. J. et al. Evaluation of the physicochemical properties of natural rubber from *Hevea brasiliensis* clones. **Industrial Crops and Products**, v.171, 2021.

SOMWONG, S.; CHONGCHEAWCHAMNAN, M. A Portable system for rapid measurement of Dry Rubber Content with contaminant detection feature. **IEEE Sensors Journal**, vol. 18, n. 20, p. 8329-8337, out., 2018.

VIRGENS FILHO, A. C. Exploração de seringais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 237, p. 105-119, 2007.

ZENATTI, S. et al. Caracterização do látex do e da borracha natural do clone RRIM 600. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA, 1., 2014, São Carlos, SP. **Anais do SIAGRO: ciência, inovação e mercado 2014**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2014. p. 451-454.