

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

CAMPINAS - SÃO PAULO

BRASIL

PARECER

Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por Jansle Vieira Rocha e aprovada pela Comissão julgadora em 16/12/88
Campinas, 16 de Dezembro de 1988



Prof. Dr. Inácio M. Dal Fabbro
Presidente da Banca

COMPORTAMENTO MECÂNICO DE MINIFARDOS DE FENO
DE SOJA PERENE (*Neonotonia wightii* Lackey cv.
Gianova), SUBMETIDOS A ENSAIOS DE RELAXAÇÃO
COM CARGAS UNIAXIAIS

Jansle Vieira Rocha

Orientador: Inácio M. Dal Fabbro

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola, para cumprimento parcial dos requisitos para obtenção do título de MESTRE em Engenharia Agrícola.

DEZEMBRO 1988



Aos meus pais e irmãos,
pelo suporte e por minha
formação.

A Carla Inês Henning,
pelo apoio afetivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Inácio M. Dal Fabbro, pela liberdade e apoio no desenvolvimento deste trabalho;

A Luis Ribeiro Vilela Filho, pelo auxílio e dedicação em todas as fases da parte prática do experimento;

A Regina Prado Zanes, pela disponibilidade e auxílio nos ensaios mecânicos;

Ao Prof. Adibe Jorge Roston, pelo total apoio e incentivo na escolha do tema;

Ao Prof. Dr. João Domingos Biagi e ao Prof. Dr. Cláudio Bianor Sverzut, pelas sugestões e orientação na modelagem matemática dos dados;

Ao Prof. Antônio Carlos de Oliveira Ferraz, pela orientação no manuseio do equipamento de ensaio;

Ao Departamento de Planejamento e Produção Agropecuária, pelo incentivo ao aperfeiçoamento dos seus docentes;

A Faculdade de Engenharia Agrícola, por criar condições e ambiente para o livre pensamento;

Ao Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, através do Dr.

Paulo Bardauil Alcântara e Dr. Edgard Leone Caielli, pelo fornecimento de material e pelos testes de ingestão voluntária com carneiros;

Ao Departamento de Máquinas Agrícolas, pela cessão de sua oficina e Laboratório de Propriedades Mecânicas;

A Sônia Elisabeth Vieira Rocha, pelo esmero nos desenhos e gráficos;

A Lígia Vieira Rocha, pelo auxílio na digitação dos dados;

Aos colegas e amigos, professores da FEAGRI e a todos que direta ou indiretamente contribuíram nas diversas fases do trabalho, pelo carinho e apoio demonstrados;

A Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação - ABIA - pelo auxílio na confecção de exemplares deste trabalho.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	.iii
RESUMO	.vii
ABSTRACT	viii
1 - INTRODUÇÃO	.1
2 - REVISÃO DA LITERATURA	.5
2.1 - Considerações Gerais	.6
2.2 - Teoria Básica	.8
2.3 - Comportamento Mecânico de Minifardos de Feno	.17
3 - MATERIAL E MÉTODOS	.33
3.1 - Introdução	.34
3.2 - Volume Utilizado	.34
3.3 - Montagem do Experimento	.35
3.4 - Modelagem Matemática dos Resultados	.43
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	.47

4.1 - Introdução	48
4.2 - Resultados dos Ensaaios de Relaxação	50
4.3 - Análise dos Modelos Matemáticos	57
5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES	69
5.1 - Conclusões	70
5.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros	71
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
7 - ANEXOS	80
Anexo 1	81
Anexo 2	89
Anexo 3	97

RESUMO

O feno prensado em forma de minifardos é uma opção alimentar para animais, que necessita maiores estudos e máquinas adequadas para sua produção. O conhecimento das propriedades mecânicas de minifardos de feno consiste numa das ferramentas para o desenvolvimento de máquinas para o seu processamento.

O presente trabalho enfoca o comportamento mecânico de minifardos de feno em testes uniaxiais de relaxação, com 8 diferentes velocidades de deformação e 3 composições folha/talo. Investigou-se a influência da velocidade de deformação e da composição das amostras no comportamento mecânico do produto. A partir dos resultados, montaram-se modelos matemáticos, para cada uma das 3 composições folha/talo, relacionando tensão, velocidade de deformação e tempo de relaxação após carga máxima.

Os resultados mostram que a velocidade e a quantidade de talos são, respectivamente, inversa e diretamente proporcionais ao valor da tensão após relaxação. Os modelos com função inversa como solução para os parâmetros velocidade e tempo são válidos e adequados para descrever a variação do valor da tensão.

ABSTRACT

Hay compacted in wafers shapes is a feed option that needs more studies and appropriate machines for its production. The knowledge of mechanical properties of the hay wafers is an important tool for machine design.

This work emphasizes the mechanical behavior of hay wafers in uniaxial relaxation tests, with 8 different strain speeds and 3 leaf/stem compositions. The influence of the strain speed and the composition on the mechanical behavior of the hay wafers was studied. From the results, mathematical models were developed for the 3 leaf/stem compositions, relating stress, strain speed and relaxation time.

The results showed that the strain speed and the stem quantity are, respectively, inverse and directly related to stress value. The mathematical models with inverse functions as solution for strain speed and relaxation time are valid and adequate to describe the stress value variation.

1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

A bovinocultura brasileira se apóia, principalmente, em pastagens. A produção de alimentos no pasto, por sua vez, depende do ciclo de chuvas, ocorrendo, portanto, períodos de escassez (ANDRADE et al., s.d.).

Além disso, o próprio ciclo vegetativo faz com que, em determinadas épocas do ano, no inverno principalmente, haja uma diminuição do valor nutricional das plantas forrageiras, havendo necessidade de se armazenar alimentos para o rebanho.

As opções clássicas utilizadas pelos produtores para uma alimentação suplementar às pastagens são: ensilagem, fenação, utilização de subprodutos industriais e capineiras de cana e capim elefante (ROSTON, 1968).

A ensilagem, apesar de conhecida, não é uma prática comum entre os mini, pequenos e médios produtores. As melhores plantas para ensilagem são o milho e o sorgo, que exigem plantio anual. Ocorre que os preços desses produtos em grãos aparentam ser, para o produtor, mais compensador que a silagem, isso em

função da baixa produtividade dos rebanhos, que pouco respondem a uma alimentação de melhor qualidade. Essa prática implica, ainda, num alto custo de mão de obra e construção de silos, além de apresentar perdas durante o manuseio do produto (ROSTON et al., 1985).

A fenação, por sua vez, exige alto investimento para sua implantação, pois as máquinas utilizadas para esse processo são dispendiosas, além de ocorrerem muitas perdas nas operações de colheita, enfardamento e transporte, devido à não uniformidade de secagem de folhas e talos (MOURA, 1985).

Os subprodutos industriais (tortas e farelos) falham pela dependência da disponibilidade do produto no mercado e pela constante alteração de preços.

As capineiras, apesar de muito utilizadas, apresentam problemas de sazonalidade e irregularidade de produção, além de baixos valores nutricionais (ROSTON, 1988).

O processamento de material forrageiro em forma de minifardos ou "pellets" é uma opção, originária de países de clima temperado, que pouco se tem pesquisado no Brasil devido à dificuldade com máquinas e equipamentos apropriados. Os volumosos são assim processados em seus estádios ótimos de desenvolvimento, para obtenção de altos valores nutricionais.

Os minifardos, por serem compactos, ocupam espaços reduzidos, aumentando o período e a capacidade de armazenamento, facilitando o transporte e a mecanização do sistema de alimentação do rebanho, diminuindo, conseqüentemente, as perdas (BRUHN, 1955).

No desenvolvimento do processo de conformação de volumes em forma de minifardos é de muita importância o estudo do seu comportamento mecânico, principalmente após a prensagem, quando há uma acomodação do material, que influi diretamente na estabilidade e durabilidade do produto (REHKUGLER e BUCHELE, 1967). Desse tipo de estudo resultam dados essenciais para projetos de equipamentos destinados ao processamento e transporte dos minifardos.

Diante dessas considerações, os objetivos deste trabalho podem ser resumidos da seguinte forma:

a) Objetivo Geral

— Contribuir para o desenvolvimento do processo de conformação de feno em minifardos.

b) Objetivos Específicos

— Determinar, através de testes qualitativos de palatabilidade com carneiros, as características (dimensões e densidade) das amostras a serem utilizadas nos experimentos.

— Estudar o comportamento mecânico de minifardos de Soja Perene (*Neonotonia wightii* Lackey cv. Cianova), com 3 diferentes composições folha/talo, submetidos a ensaios de relaxação com cargas uniaxiais, 8 diferentes velocidades de deformação e períodos iguais de relaxação de 3 minutos.

— Desenvolver e testar um modelo matemático que relacione tensão, velocidade de deformação e tempo de relaxação após carga máxima, baseado nos resultados dos ensaios de relaxação, para cada uma das composições folha/talo.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - Considerações Gerais

Alguns pesquisadores, canadenses e americanos principalmente, têm direcionado seus trabalhos no sentido de se estudar o processamento de alimentos produzidos na propriedade rural, de forma a proporcionar boa capacidade e baixo custo de armazenamento, diminuição das perdas e mecanização adequada do sistema de alimentação do rebanho.

BRUHN (1955) relatou que o processamento de feno em minifardos pode eliminar o problema de separação de folhas e talos e a conseqüente perda de folhas na colheita, enfardamento e transporte do feno. Segundo esse autor, o espaço de armazenamento para minifardos é $1/5$ a $1/6$ do necessário para feno a granel ou picado.

Powell (1938,1939,1941), citado por BRUHN (1957) e Jones et al. (1958), citados por BRUHN et al. (1959), realizaram estudos comparativos de alimentação de vacas leiteiras com feno

comum de alfafa, feno de alfafa picado e prensado em forma de minifardos com diâmetros de 1" a 3" e feno de alfafa triturado e peletizado com diâmetros de 1/2" a 3/4". Os resultados mostram que os minifardos de feno são vantajosos em relação ao feno comum e ao feno triturado e peletizado, pois, além de apresentarem vantagens no armazenamento, são mais palatáveis e não provocam a diminuição do teor de gordura do leite, como é o caso do feno triturado e peletizado.

RONNING e DOBIE (1962), em experimentos semelhantes, compararam feno comum e minifardos de feno como alimentação de vacas leiteiras durante 28 dias consecutivos e concluíram, através de observação de sobras no cocho, que os minifardos tiveram maior aceitação que o feno comum.

De acordo com o fabricante de enfardadoras MENEGAS S.A. (1986), um fardo de feno, prensado em máquina enfardadora e com umidade em torno de 15% (b.u.), apresenta uma densidade aproximada de 150 Kg/m³. Segundo BRUHN et al. (1959) os minifardos de feno podem ter densidades superiores a 900 Kg/m³, dependendo da força de compressão utilizada, sendo que o gado consome facilmente minifardos com densidade de até 640 Kg/m³.

Os minifardos de feno, embora tenham um custo de produção (corte e processamento) maior que o feno enfardado comum, apresentam, em contrapartida, redução significativa nos custos de armazenamento, transporte e manuseio, sendo, no balanço geral de custos, mais vantajosos, segundo os estudos de DOBIE et al. (1964,1966) e CURLEY et al. (1973).

2.2 - Teoria Básica

2.2.1 - Introdução

Primeiramente é necessário definir, do ponto de vista mecânico, o que seria o material forrageiro. Esse material não é contínuo, não é uniforme e não é isotrópico. O comportamento mecânico de um material biológico pode ser aproximado, satisfatoriamente, como elástico ou viscoelástico.

Segundo MOHSENIN (1970), muitos materiais biológicos, quando submetidos a uma carga, exibirão, além do comportamento tensão-deformação, uma característica viscosa ou de dependência do tempo de aplicação da carga.

Os materiais elásticos diferem dos viscoelásticos nas suas características de deformação (MASE, 1970). Os materiais elásticos apresentam deformação em função da carga aplicada, independentemente da taxa de aplicação da carga, isto é, da velocidade de aplicação dessa carga. Impõe-se uma carga e mede-se a deformação ou vice-versa. Tem-se, portanto, uma relação linear (TIMOSHENKO, 1971), conforme mostra a Figura 2.1.

Para os materiais elásticos a tensão é dada por:

$$\sigma_{ij} = f(E, \nu, K, G, \epsilon_{ij}) \quad [2.1]$$

Onde:

σ_{ij} - tensor tensão

E - módulo de elasticidade longitudinal (Módulo de Young)

ν - módulo de Poisson

K - módulo de compressão ("Bulk")

G - módulo de elasticidade transversal ou de cisalhamento ("Shear")

ϵ_{ij} - tensor deformação específica

De acordo com MASE (1970), FLÜGGE (1975) e CHRISTENSEN (1982), os materiais viscoelásticos incluem o parâmetro tempo na relação tensão-deformação, dependendo da taxa de aplicação da carga $[\partial\sigma(t)/\partial t]$ e/ou da taxa de deformação $[\partial\epsilon(t)/\partial t]$.

Esses materiais, portanto, não apresentam constantes, mas sim, funções viscoelásticas que podem ou não ser lineares. As funções viscoelásticas são: $E(t)$, $\nu(t)$, $K(t)$, $G(t)$, as quais podem ser combinadas, formando as funções $\psi(t)$ e $\phi(t)$, conhecidas, respectivamente, por função "creep" e função de relaxação, tratadas mais adiante.

Pelo princípio da correspondência elástica-viscoelástica, há formas análogas entre o domínio das equações elásticas e o domínio das equações viscoelásticas.

Há 3 maneiras de se descrever um relacionamento viscoelástico linear: Modelos analógicos (associação de molas e amortecedores), Princípio da correspondência elástica-viscoelástica e Integrais hereditárias.

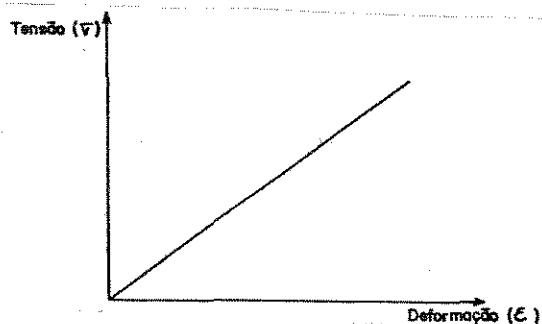


Figura 2.1 - Relação Tensão-Deformação para material elástico

2.2.2 - Ensaios com materiais biológicos

Os materiais viscoelásticos podem ser submetidos a dois tipos básicos de ensaio: o ensaio com aplicação de cargas instantâneas sucessivas ("Creep Test") e o ensaio de relaxação ("Relaxation Test"). Esses ensaios podem ser feitos através de testes de compressão com cargas uniaxiais ou através de testes de cisalhamento (MASE, 1970).

O ensaio do tipo "creep test" consiste em submeter um espécimen a uma tensão instantânea σ_0 que é mantida constante, enquanto se mede a deformação ("resposta creep") em função do tempo.

No ensaio de relaxação, uma deformação instantânea é imposta e mantida sobre o espécimen enquanto é medida a tensão (relaxação) em função do tempo.

Matematicamente, os carregamentos em ensaios do tipo "creep test" e de relaxação são expressos em termos de função de etapas unitárias $[U(t - t_1)]$, mostrada na Figura 2.2, e definida como (MASE, 1970):

$$[U(t - t_1)] = \begin{cases} 0 & t < t_1 \\ 1 & t > t_1 \end{cases} \quad [2.2]$$

Dessa forma temos:

$$\sigma = \sigma_0 \cdot [U(t)] \quad [2.3]$$

para ensaios do tipo "creep test" e,

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot [U(t)] \quad [2.4]$$

para ensaios de relaxação.

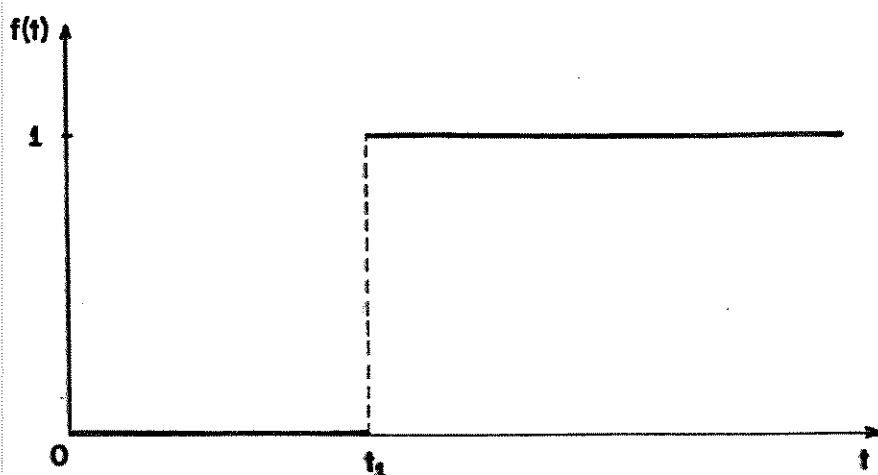


Figura 2.2 - Função de etapas unitárias

A resposta de qualquer material (modelo) submetido a um ensaio tipo "creep test" com carregamento $\sigma = \sigma_0 \cdot [U(t)]$, pode ser expressa por (MASE, 1970; FLÜGGE, 1975; CHRISTENSEN, 1982):

$$\varepsilon(t) = \psi(t) \cdot \sigma_0 \quad [2.5]$$

onde $\psi(t)$ é conhecida por função "creep".

Em se tratando de viscoelasticidade linear, a função "creep" é dada por (MASE, 1970):

$$\psi(t) = \sum_{i=1}^N J_i (1 - e^{-t/\tau_i}) \cdot [U(t)] \quad [2.6]$$

onde J_i é chamado de "compliance".

Se N tender a infinito ($N \rightarrow \infty$), o conjunto de constantes (τ_i, J_i) será substituído pela função "compliance" contínua $J(\tau)$, e a função "creep" será dada pela integral de superposição:

$$\psi(t) = \int_0^{\infty} J(\tau) \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \cdot d\tau \quad [2.7]$$

onde $J(\tau)$ é chamado "distribuição de tempos de retardamento" ou "espectro de retardamento".

Analogamente, a resposta (tensão de relaxação) de um material (modelo) submetido a um ensaio de relaxação com deformação do tipo $\epsilon = \epsilon_0 \cdot [U(t)]$ é expressa por:

$$\sigma = \phi(t) \cdot \epsilon_0 \quad [2.8]$$

onde $\phi(t)$ é chamada de função de relaxação.

No caso de viscoelasticidade linear, a função de relaxação é determinada por:

$$\phi(t) = \sum_{i=1}^N G_i \cdot e^{-t/\tau_i} \cdot [U(t)] \quad [2.9]$$

Se N tender a infinito ($N \rightarrow \infty$), o conjunto de constantes (G_i, τ_i) será substituído pela função $G(\tau)$ e a função de relaxação será definida por:

$$\phi(t) = \int_0^{\infty} G(\tau) \cdot e^{-t/\tau} \cdot d\tau \quad [2.10]$$

onde $G(\tau)$ é chamada "distribuição de tempos de relaxação ou espectro de relaxação".

Em viscoelasticidade linear é válido o princípio de superposição. Portanto, o "efeito" total de uma soma de "causas" é igual à soma de "efeitos" de cada "causa" (MASE, 1970). De acordo com isso, se um conjunto de tensões em etapas, mostrado na Figura 2.3, for aplicado a um material que possui função "creep" $\psi(t)$, a resposta "creep" será (MASE, 1970):

$$\begin{aligned}\varepsilon(t) &= \sigma_0 \cdot \psi(t) + \sigma_1 \cdot \psi(t - t_1) + \sigma_2 \cdot \psi(t - t_2) + \sigma_3 \cdot \psi(t - t_3) = \\ &= \sum_{i=0}^3 \sigma_i \cdot \psi(t - t_i)\end{aligned}\quad [2.11]$$

Entretanto, uma tensão arbitrária $\sigma = \sigma(t)$, mostrada na Figura 2.4, pode ser analisada como uma infinidade de cargas em etapas, cada uma com magnitude $d\sigma$. Neste caso, a resposta "creep" é dada por:

$$\varepsilon(t) = \int_{-\infty}^t \frac{d\sigma(t')}{dt'} \cdot \psi(t - t') \cdot dt' \quad [2.12]$$

Essas integrais são chamadas de "integrais hereditárias" desde que a deformação, em qualquer tempo, mostrar-se dependente de todo o comportamento da tensão (MASE, 1970).

Para um material completamente livre de tensão e deformação no tempo $t=0$, o limite inferior na equação [2.12] pode ser substituído por zero e a resposta "creep" é expressa por:

MASE (1970)

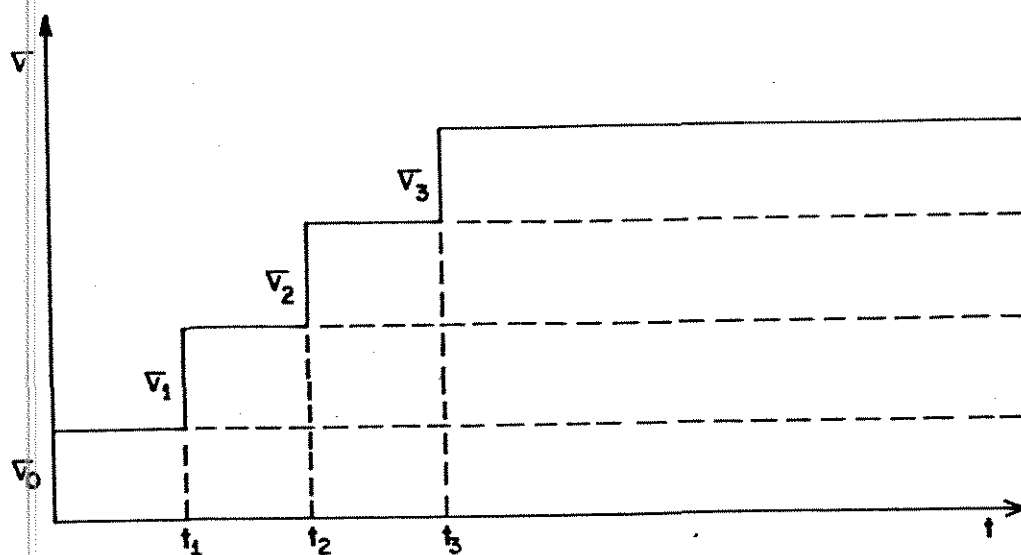


Figura 2.3 - Tensões em etapas

MASE (1970)

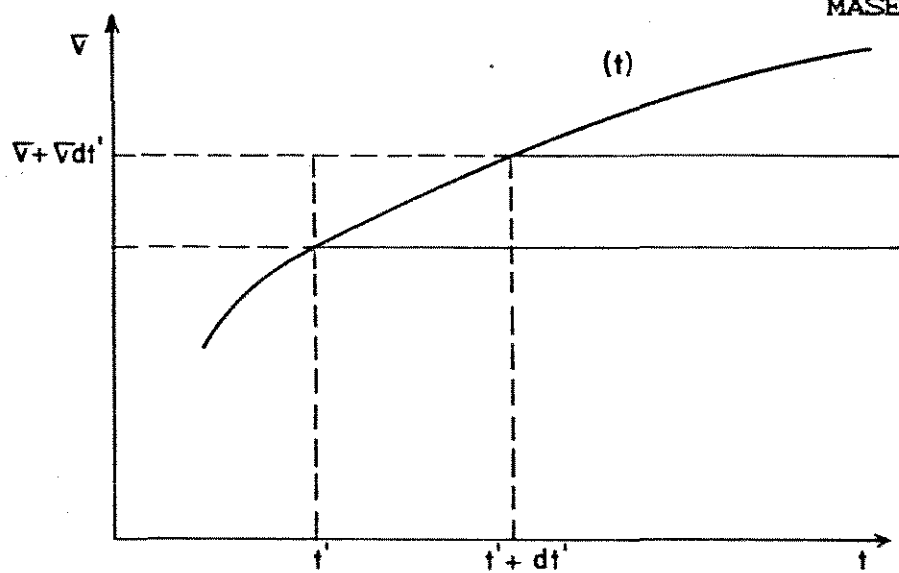


Figura 2.4 - Tensões em etapas infinitesimais

$$\varepsilon(t) = \int_0^t \frac{d\sigma(t')}{dt'} \cdot \psi(t - t') \cdot dt' \quad [2.13]$$

Além disso, se a tensão envolver uma etapa de descontinuidade de magnitude σ_0 no tempo $t=0$, a equação [2.13] pode ser expressa na forma:

$$\varepsilon(t) = \sigma_0 \cdot \psi(t) + \int_0^t \frac{d\sigma(t')}{dt'} \cdot \psi(t - t') \cdot dt' \quad [2.14]$$

Seguindo argumentos similares, a tensão em função do tempo pode ser representada por uma integral de superposição envolvendo as etapas de deformação $\varepsilon(t)$ e a função de relaxação $\phi(t)$ (MASE, 1970). Em analogia com a equação [2.12], a tensão é dada por:

$$\sigma(t) = \int_{-\infty}^t \frac{d\varepsilon(t')}{dt'} \cdot \phi(t - t') \cdot dt' \quad [2.15]$$

Para um material livre de tensão e deformação no tempo $t=0$, similarmente às equações [2.13] e [2.14], tem-se:

$$\sigma(t) = \int_0^t \frac{d\varepsilon(t')}{dt'} \cdot \phi(t - t') \cdot dt' \quad [2.16]$$

e

$$\sigma(t) = \varepsilon_0 \cdot \phi(t) + \int_0^t \frac{d\varepsilon(t')}{dt'} \cdot \phi(t - t') \cdot dt' \quad [2.17]$$

Desde que tanto a equação [2.13] (integral "creep") quanto a equação [2.16] (integral de relaxação) podem ser usa-

das para especificar as características viscoelásticas de um dado material, alguma relação deve existir entre a função "creep" $\psi(t)$ e a função de relaxação $\phi(t)$. Em geral, essa relação não é facilmente determinada, mas usando-se a definição da "Transformada de Laplace" dada por:

$$\bar{f}(s) = \int_0^{\infty} f(t) \cdot e^{-st} \cdot dt \quad [2.18]$$

é possível mostrar que $\bar{\psi}(s)$ e $\bar{\phi}(t)$ estão relacionados pela equação:

$$\bar{\psi}(s) \cdot \bar{\phi}(t) = 1/s^2 \quad [2.19]$$

onde s é o parâmetro de Laplace.

A viscoelasticidade não linear tem muitos aspectos em comum com a teoria linear, sendo que a hipótese de memória é a mais fundamental (CHRISTENSEN, 1982).

Quando se relaciona tensão e deformação, considera-se que o valor atual da tensão é determinado não somente pelo valor atual da deformação, mas também pelo que foi apresentado em termos de deformação até o atual momento, isto é, pela "história" da deformação. Esta hipótese de que o material possui uma memória das deformações já ocorridas é o ponto inicial do desenvolvimento da teoria linear e também da teoria geral não linear (CHRISTENSEN, 1982).

O comportamento viscoelástico não linear de alguns tecidos vegetais tem sido aproximado através de equações viscoelás-

ticas lineares (MOHSENIN, 1970), porém há alguns casos em que essa aproximação não é possível, isto porque existem materiais viscoelásticos que não obedecem à lei das deformações infinitesimais da teoria linear.

Segundo DAL FABBRO (1979) esse comportamento não linear de determinados materiais viscoelásticos ainda não está tão suficientemente estudado quanto os casos lineares.

GRAHAN e BILANSKI (1984), abordados mais adiante, são um dos poucos autores que trabalharam com modelos viscoelásticos não lineares no processo de conformação de minifardos de feno.

2.3 - Comportamento Mecânico de Minifardos de Feno

A partir do momento que experimentos com minifardos de feno como alimentação de animais demonstraram ser viável essa alternativa de processamento de material forrageiro, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de se estudar as características físicas e mecânicas desse tipo de material, visando, principalmente, o projeto de máquinas e o aperfeiçoamento do processo de conformação de minifardos (DOBIE, 1960; LUNDELL e HULL, 1961; DOBIE et al., 1966; POORE et al., 1968; SOTEROPULOS e DEBUHR, 1969).

Dentre esses estudos, alguns autores se concentraram nos fatores que influenciam em duas importantes características do produto: a estabilidade e a durabilidade.

Em seus trabalhos, BRUHN et al. (1959), DOBIE (1959,

1960), GUSTAFSON e KJELGAARD (1963), REHKUGLER e BUCHELE (1967, 1969) e O'DOHERTY e WHEELER (1984), relataram que os minifardos tem tendência a recuperação elástica (expansão) após prensagem. Essa expansão é proporcional à estabilidade do produto e é determinada, principalmente, pelos fatores descritos no item 2.3.1.

2.3.1 - Fatores que afetam a estabilidade e durabilidade de minifardos de feno

a) Teor de umidade do material

Alguns pesquisadores definiram uma faixa ideal de umidade para conformação de minifardos de feno. DOBIE (1959, 1960) relatou como ideal a faixa de 15% a 20% (b.u.), PICKARD et al. (1961) e O'DOHERTY e WHEELER (1984), definiram de 10% a 20% (b.u.) e REECE (1966), definiu de 10% a 23% (b.u.). Todos estes autores, porém, relataram que a melhor umidade é em torno de 15% (b.u.).

GUSTAFSON e KJELGAARD (1963) relataram que a expansão do material após prensagem é diretamente proporcional ao teor de umidade. Segundo BRUHN et al. (1959) ocorre uma diminuição da estabilidade em minifardos de feno conformados a umidades superiores a 20% (b.u.). Para estes autores, altas umidades resultam em minifardos menos densos e também numa grande expansão, que causa uma divergência de densidades num período de tempo, conforme mostra a Figura 2.5.

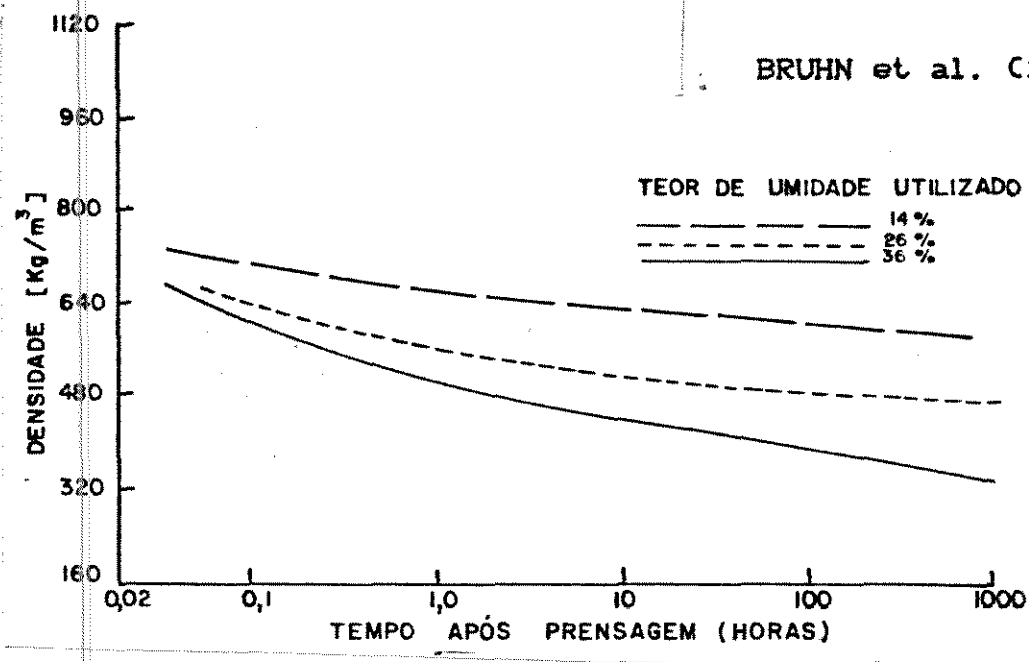


Figura 2.5 - Efeito do teor de umidade na densidade de minifardos de feno

SRIVASTAVA et al. (1981), em experimento semelhante, relataram que a densidade e a durabilidade de minifardos de feno são consideravelmente maiores a um teor de umidade próximo de 11% (b.u.), de acordo com os resultados mostrados na Figura 2.6.

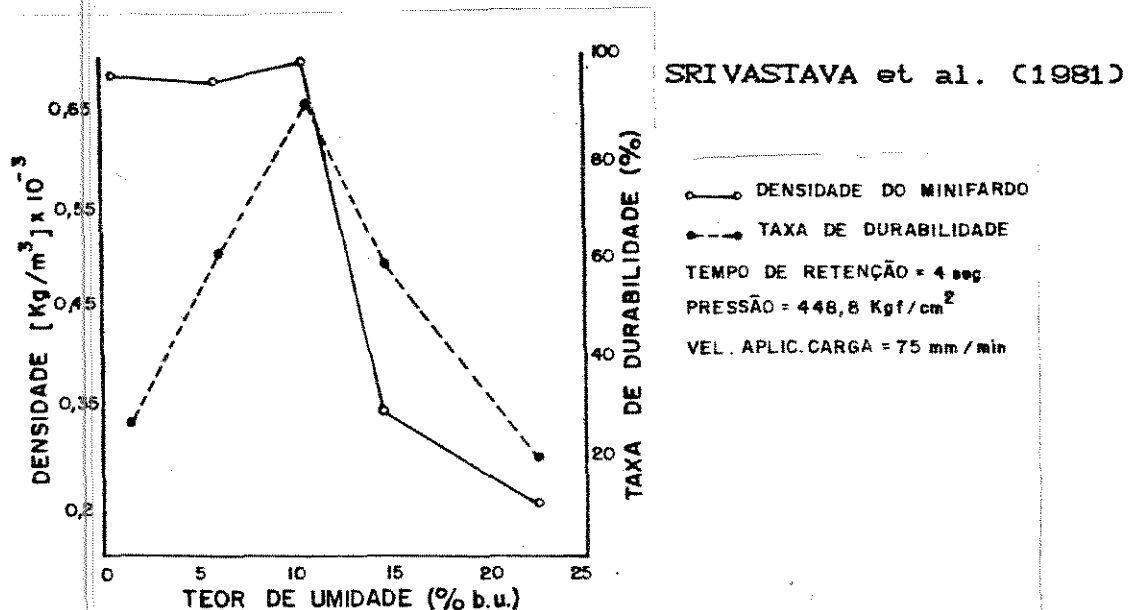


Figura 2.6 - Efeito da umidade na densidade e durabilidade

Algumas alternativas para prensagem de minifardos com umidade acima de 25% (b.u.) foram estudadas, como a maceração do material antes da prensagem (HUANG e YOERGER, 1961) e a adição de substâncias aglutinantes para dar maior estabilidade ao produto (WAEELTI e DOBIE, 1973; DOBIE e CARNEGIE, 1973 e SMITH et al., 1977). Uma vez que essas alternativas incluem uma operação de secagem do produto final, o custo total do processo mostrou-se elevado.

b) Grau de maturação do material

O grau de maturação do material determina outros dois fatores que são importantes quando se estuda a estabilidade de minifardos após prensagem, são eles o teor de proteína e a relação folha/talo (BRUHN et al., 1959).

A medida que aumenta o grau de maturação do material, ocorre um aumento da quantidade de talos e, conseqüentemente, uma diminuição do teor de proteína deste material, conforme os resultados obtidos por REHKUGLER e BUCHELE (1967, 1969), ilustrados na Figura 2.7.

Estes autores relacionaram, em seus estudos, a quantidade de talos, o teor de umidade do material e a deformação após prensagem, ilustrados na Figura 2.8, e concluíram que o aumento da quantidade de talos resulta na diminuição da densidade e, conseqüentemente, da estabilidade do produto. Minifardos com grandes quantidades de talos tem uma redução do teor de proteína bem como da capacidade de aglutinação. Segundo os mesmos au-

tores, a proteína, mais presente nas folhas, é aglutinante, e os talos, de forma contrária, após prensados, funcionam como molas, determinando uma maior expansão do produto.

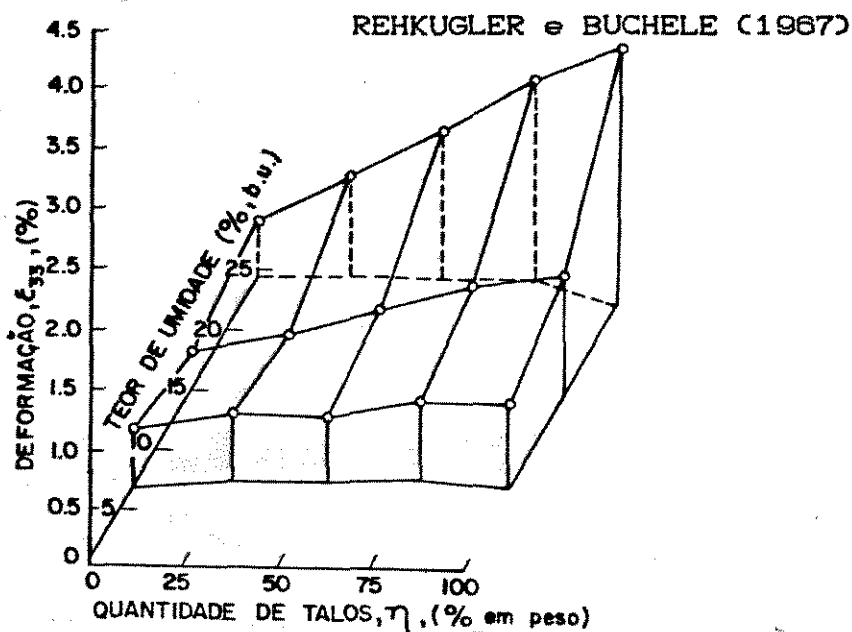


Figura 2.7 - Relação entre teor de proteína e porcentagem de talos em alfafa picada

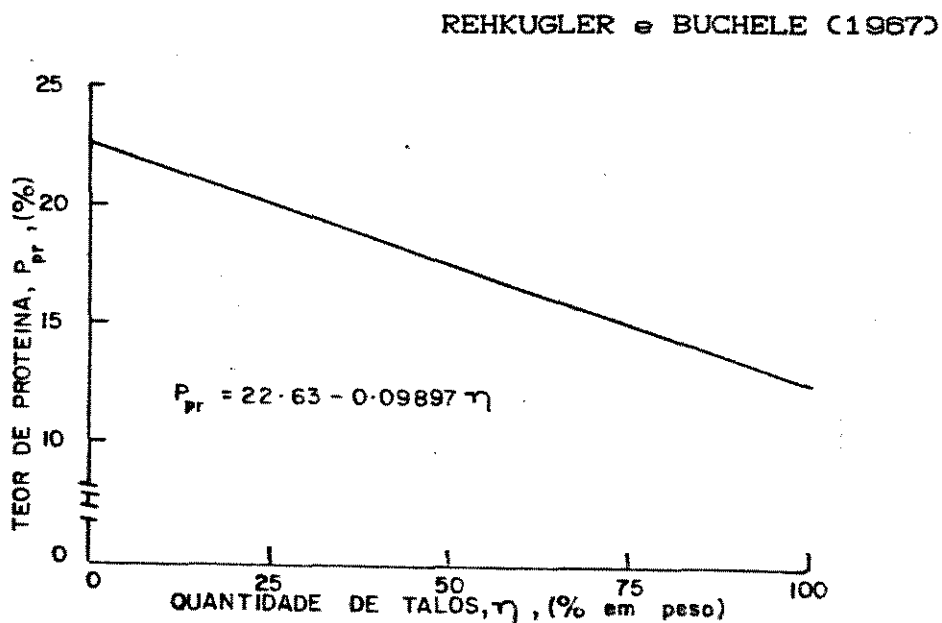


Figura 2.8 - Influência do teor de umidade e da quantidade de talos na expansão de minifardos de feno

c) Carga aplicada durante a prensagem

De acordo com o trabalho de BRUHN et al. (1959), a expansão de minifardos após a prensagem ocorre primeiramente, e, principalmente, na direção da carga aplicada, sendo que a expansão diametral, no caso de minifardos cilíndricos, não é significativa.

GUSTAFSON e KJELGAARD (1963), em estudos com geometria e estabilidade de minifardos, relataram que a expansão do material após a prensagem é significativa somente nos primeiros 30 minutos.

Os resultados de BRUHN et al. (1959), mostrados na Figura 2.9, indicam que a expansão ao longo do tempo de minifardos prensados com maiores cargas é da mesma magnitude que os prensados com menores cargas, como pode ser visto pela inclinação das curvas.

SRIVASTAVA et al. (1981) relacionaram a pressão aplicada na conformação de minifardos de feno e sua densidade e durabilidade e concluíram que a influência da pressão nestes dois parâmetros diminui à medida que aumenta a carga aplicada, conforme a Figura 2.10.

CHANCELLOR (1962), pesquisando a conformação de minifardos de feno com cargas de impacto, concluiu que, em termos de densidade final do produto, este processo de prensagem é menos eficiente que a prensagem com cargas estáticas.

O'DOHERTY e WHEELER (1984) relataram que a aplicação de cargas repetitivas e vibrações sinusoidais do pistão de prensa-

BRUHN et al. (1959)

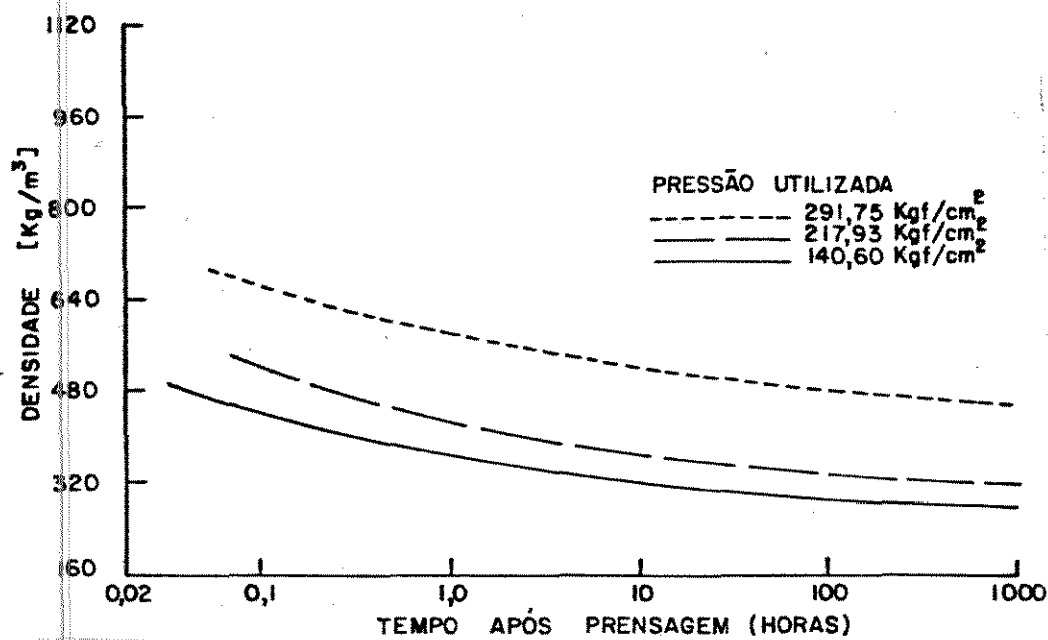


Figura 2.9 - Efeito da pressão na densidade de minifardos

SRIVASTAVA et al. (1981)

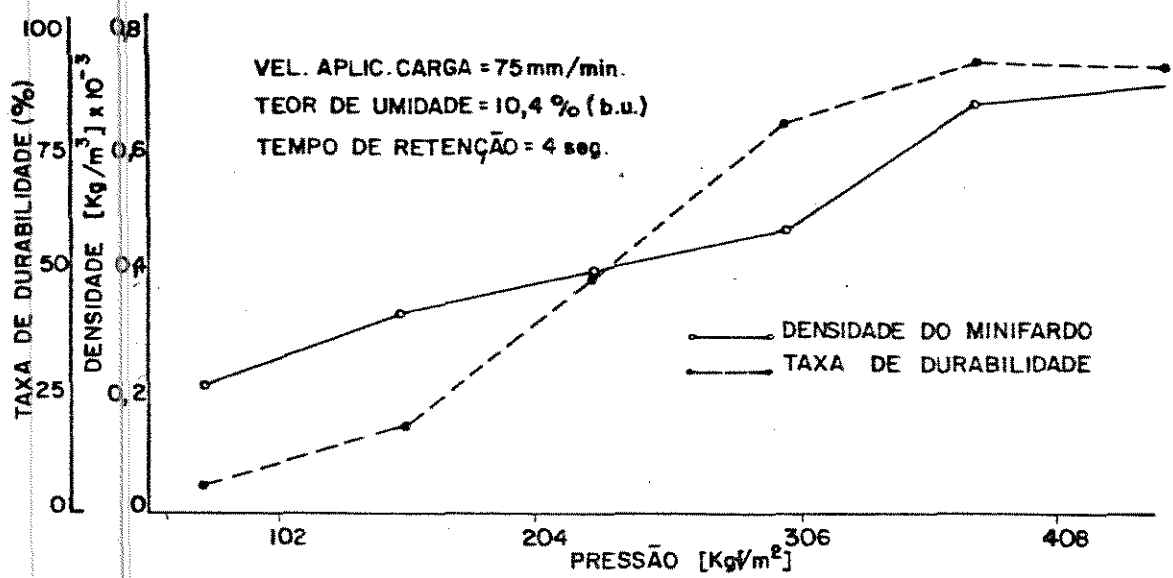


Figura 2.10 - Efeito da pressão na densidade e durabilidade de minifardos

gem durante a compressão não apresentam vantagens na densidade final do produto.

BUTLER e MCCOLLY (1959a), que desenvolveram instrumentação adequada para medir pressão e deslocamento durante a prensagem de minifardos, deram início a estudos mais quantitativos do comportamento mecânico de minifardos de feno.

Skalweit (1975), citado por BILANSKI et al. (1985), comprimiu palha numa matriz a uma velocidade de aplicação de carga de 0.5 mm/seg e propôs a seguinte relação tensão-densidade para o material:

$$\sigma = C.\gamma^m \quad [2.20]$$

onde:

σ - tensão aplicada

γ - densidade final do produto

C, m - constantes do material

BUTLER e MCCOLLY (1959b), conduzindo experimentos similares, relataram que a densidade final, após um determinado período de aplicação de carga, pode ser determinada pela seguinte expressão:

$$\gamma = K_1 \cdot \ln(\sigma/K_2) \quad [2.21]$$

onde K_1 e K_2 são parâmetros característicos do material e do tempo de aplicação da carga.

d) Tempo de retenção da carga aplicada

Segundo o estudo de BRUHN et al. (1959) existe uma correlação definida do tempo de retenção da carga de prensagem e a densidade final dos minifardos de feno, mostrada na Figura 2.11. Um longo período de retenção da carga de prensagem aumenta a densidade do minifardo. De acordo com estes autores, os minifardos feitos com maiores tempos de retenção de carga tendem a se expandir ligeiramente mais do que os feitos de com períodos de retenção menores, entretanto, 1000 horas após livre expansão, os primeiros permanecem mais densos. Existe ainda uma tendência a convergir os valores das densidades.

O trabalho de SRIVASTAVA et al. (1981) mostra, através da Figura 2.12, que, apesar da densidade aumentar proporcionalmente com o tempo de retenção da carga, não ocorre mudança significativa na durabilidade dos minifardos. Estes autores relataram que o tempo de retenção é necessário para que haja uma acomodação dos talos e uma redução do efeito de resiliência do feno.

Para O'DOHERTY e WHEELER (1984), a utilização de um determinado tempo de retenção da carga máxima de prensagem pode aumentar ligeiramente a densidade final do minifardo, mas esse tempo é demasiadamente longo para aplicações práticas.

BRUHN et al. (1959)

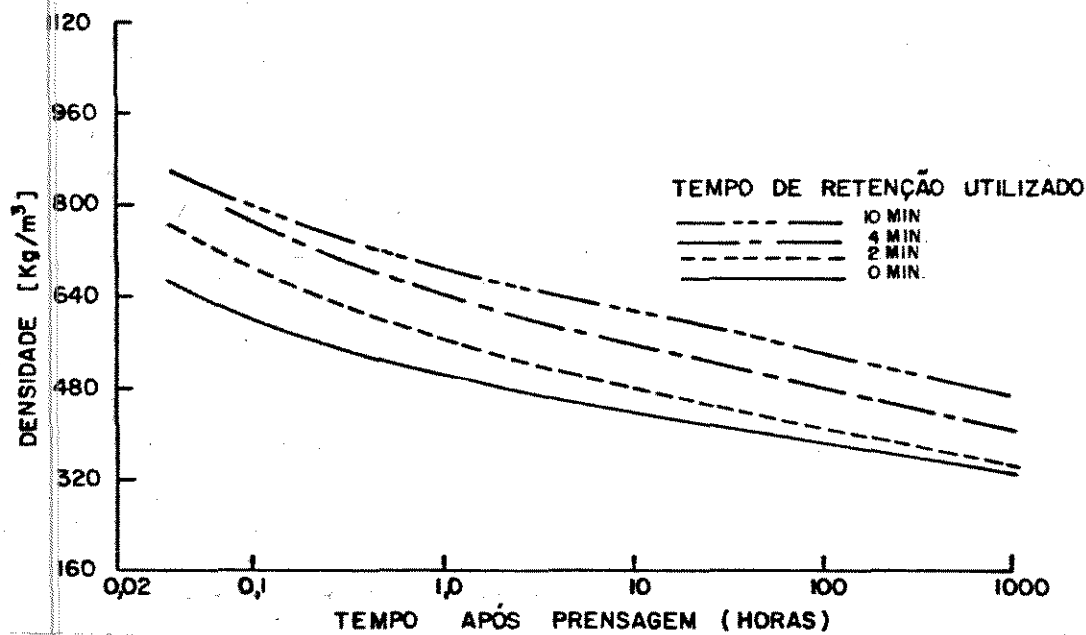


Figura 2.11 - Efeito do tempo de retenção da carga na densidade de minifardos

SRIVASTAVA et al. (1981)

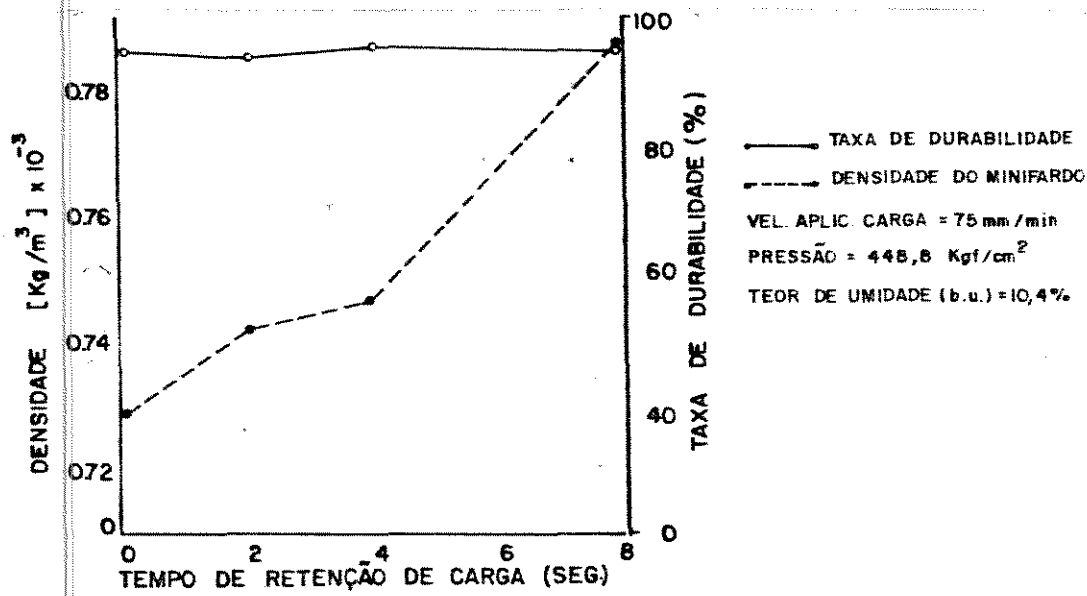


Figura 2.12 - Efeito do tempo de retenção da carga na densidade e durabilidade de minifardos

e) Velocidade de Aplicação da Carga (Velocidade de deformação)

A Figura 2.13 mostra o efeito da velocidade de aplicação da carga de prensagem na densidade final e na durabilidade de minifardos de feno. Esses resultados foram obtidos por SRIVASTAVA et al. (1981), que concluíram que os melhores valores para densidade e durabilidade ocorreram para velocidades entre 40 mm/min e 60 mm/min, e, a partir daí, houve uma diminuição da durabilidade, embora não houvesse alteração no valor da densidade.

SRIVASTAVA et al. (1981)

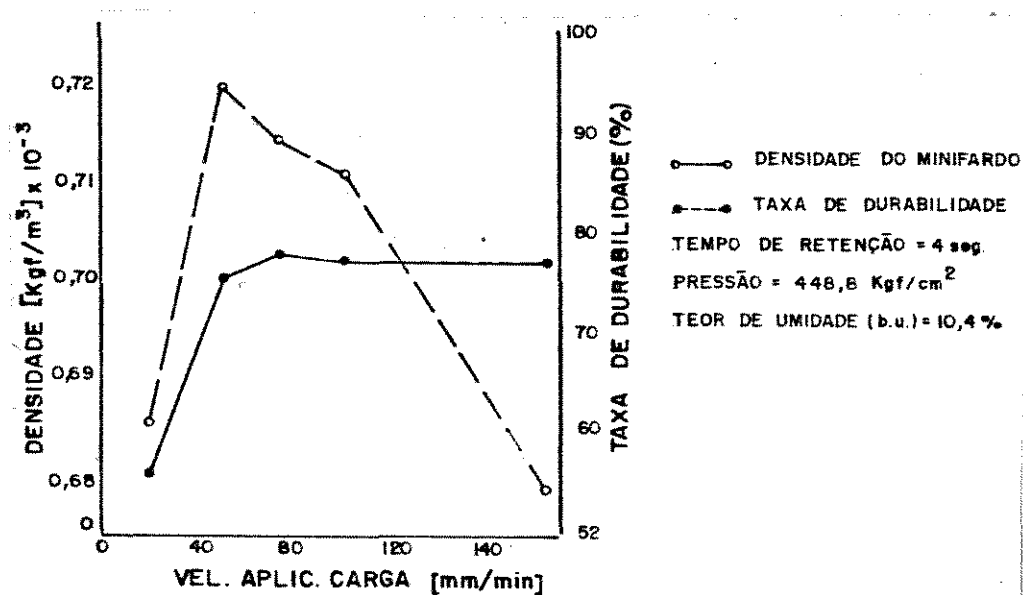


Figura 2.13 - Efeito da velocidade de aplicação da carga na densidade e durabilidade de minifardos de feno

2.3.2 - Propriedades viscoelásticas de minifardos de feno

Um dos primeiros trabalhos relatando o comportamento, tensão-deformação em minifardos de feno foi desenvolvido por REHKUGLER e BUCHELE (1969), que relacionaram a tensão aplicada e a deformação durante a expansão de minifardos prensados em matrizes cilíndricas e chegaram à seguinte expressão:

$$\epsilon^{\circ} = \Delta/(\alpha/\alpha+1) + (\sigma - \sigma_b)/k_i + \sigma/k_j \quad [2.22]$$

onde:

ϵ° - deformação durante a expansão do produto

Δ - deformação unitária permanente

σ - tensão aplicada

α - energia consumida

σ_b - tensão de coesão

k_i, k_j - parâmetros elásticos

HUNDTOFT e BUELOW (1971) desenvolveram um modelo para calcular a tensão axial aplicada na conformação de minifardos de feno de alfafa em função da deformação, peso do material e teor de umidade, dado a seguir:

$$\sigma = (b_1/mc^2) \cdot (mc - b_2 \cdot W/A) \cdot (\epsilon + b_3 \cdot mc)^{b_4+b_5 \cdot mc} \quad [2.23]$$

onde:

σ - tensão axial aplicada

mc - teor de umidade do material

W/A - peso do material por unidade de área de compressão

ϵ - deformação axial

b_i - parâmetros do material

GRAHAN e BILANSKI (1984), em estudos visando o desenvolvimento de um modelo viscoelástico adequado para descrever o comportamento reológico de material forrageiro durante a conformação de minifardos, alcançaram resultados que indicam um comportamento viscoelástico não linear. Estes autores realizaram testes para determinar a deformação por unidade de tensão ("creep compliance") e propuseram o seguinte modelo:

$$J(\sigma, t) = C^m \cdot \sigma \cdot (1 + A \cdot t - e^{-Bt}) \quad [2.24]$$

onde:

$J(\sigma, t)$ - deformação volumétrica por unidade de tensão no tempo t ("creep compliance")

σ - tensão axial aplicada

C, m, A, B - parâmetros do modelo

Da necessidade de se estudar o comportamento mecânico de minifardos de feno após a prensagem, visando, principalmente, determinar a variação de densidade e, conseqüentemente, a durabilidade, surgiram os primeiros trabalhos com ensaios de relaxação do produto.

Segundo HUNDTOFT e BUELOW (1971), a curva típica de um ensaio de relaxação em minifardos de feno é dada pela Figura 2.14.

HUNDTOLT e BUELOW (1971)

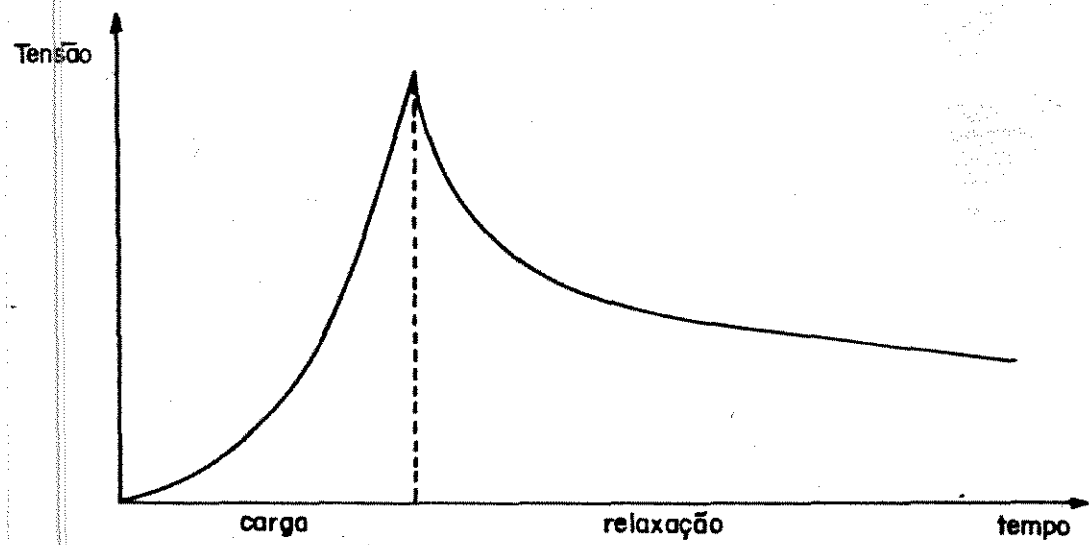


Figura 2.14 - Curva típica de um ensaio de relaxação em minifardos de feno

O'DOHERTY e WHEELER (1984) pesquisaram a variação da densidade de minifardos de palha de trigo após relaxação e estabeleceram a seguinte relação:

$$\delta_R = (1/r) \cdot ((P-t)/s)^{-mw/t} \cdot \ln(P/u) \quad [2.25]$$

onde:

δ_R - densidade após relaxação [Kg/m³]

P - pressão aplicada [MPa]

mw - teor de umidade (b.u.)

r, s, t, u - constantes empíricas

HALL et al. (1972) estudaram as características de rela-

ção de talos de alfafa com o intuito de desenvolver um modelo matemático que descrevesse a variação das propriedades viscoelásticas do material. Usando um período fixo de relaxação de 200 segundos após a carga, chegaram ao seguinte modelo para a relação tensão-tempo:

$$\ln \sigma(t) = A + m \cdot \ln t \quad [2.26]$$

onde:

σ - tensão

A - constante

m - inclinação da curva de relaxação linearizada ou "constante de tempo de relaxação"

t - tempo

MOHSENIN e ZASKE (1976) realizaram estudos semelhantes com alguns materiais, inclusive minifardos de feno, com variação do período de relaxação e estabeleceram a relação exponencial tensão-tempo mostrada a seguir:

$$\sigma(t) = \sigma_1 \cdot e^{-t/T_1} + \sigma_2 \cdot e^{-t/T_2} + \dots + \sigma_n \cdot e^{-t/T_n} \quad [2.27]$$

onde:

t - tempo

T_i - período de relaxação

σ_i - tensão no tempo t para o período de relaxação T_i

Estes autores relataram ainda que o fator umidade influi significativamente no comportamento reológico do material ape-

nas para valores acima de 20% (b.u.) mas, nesta faixa de umidade, os minifardos tem pouca estabilidade.

Em trabalhos mais recentes, BILANSKI et al. (1985) e FARABODE e O'CALLAGHAN (1986) indicam uma tendência em se estudar a tensão de coesão envolvida no processo de conformação de minifardos de feno.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Introdução

Este capítulo inclui a descrição do material e da metodologia dos ensaios.

3.2 - Volumoso Utilizado

O volumoso escolhido para conformação dos minifardos foi o feno da leguminosa Soja Perene (*Neonotonia wightii* Lackey cv. Cianova), por ser uma forrageira que apresenta bons valores nutricionais mas que sofre muitas perdas de folhas no processo comum de enfardamento. As características deste material são dadas a seguir:

Nome científico: *Neonotonia wightii* Lackey cv. Cianova

Nome vulgar: Soja Perene

Época de plantio: Outubro/1986

Local: Estação Experimental Central do Instituto de Zootecnia
de Nova Odessa - SP

Época de colheita: Novembro/1987

Composição média: 20% Folhas, 80% talos (em peso)

Teor de Umidade: $(13,2 \pm 0,8)\%$ (b.u.). Média de 8 repetições,
determinada pelo método da estufa (24 horas,
 105°C), com pesagem em balança analítica.

Decidiu-se trabalhar com a umidade de colheita por esta

estar dentro da faixa de umidade considerada ideal pela literatura para conformação de minifardos. O material foi acondicionado em embalagens plásticas para manutenção do teor de umidade.

3.2 - Montagem do Experimento

O experimento foi dividido em três etapas, a saber:

- a) Testes qualitativos de ingestão voluntária com carneiros.
- b) Conformação das amostras definitivas.
- c) Ensaio de relaxação com cargas uniaxiais.

3.2.1 - Testes de ingestão voluntária com carneiros

Para esta etapa do experimento foram preparadas amostras cilíndricas de minifardos, com composição de 50% de folhas e 50% de talos, com as características mostradas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Características das amostras para primeira etapa

Amostra	Diâmetro ($\pm 0,1\text{mm}$)	Altura média ($\pm 0,1\text{mm}$)	Massa ($\pm 0,1\text{g}$)	Densidade ($\pm 10^{-3}\text{Kg/m}^3$)
1	45,0	49,6	30,0	378,000
2	45,0	41,5	30,0	454,000
3	45,0	33,2	30,0	568,000
4	58,0	30,0	30,0	378,000
5	58,0	25,0	30,0	454,000
6	58,0	19,9	30,0	568,000
7	70,0	20,6	30,0	378,000
8	70,0	17,1	30,0	454,000
9	70,0	13,7	30,0	568,000

Foram conformados 10 Kg de cada tipo de amostra, que foram submetidas a testes qualitativos de ingestão voluntária com carneiros na Estação Experimental do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa - SP. Escolheram-se carneiros para a realização dos testes por serem animais exigentes e seletivos com relação à alimentação e também por limitação técnica do equipamento utilizado para conformação dos minifardos, que não permite produção em larga escala, como seria necessário no caso de testes de alimentação com bovinos.

As amostras foram conformadas utilizando-se o conjunto de prensagem (Figura 3.1), composto de uma matriz de conformação, mostrada na Figura 3.2, e do equipamento descrito a seguir:

Nome do equipamento: Prensa hidráulica

Marca: Schulz S.A.

Capacidade: (15000 ± 100) Kgf

Complementos: a) Célula de carga

Marca: Interface

Capacidade: (5000 ± 5) Kgf

b) Indicador digital

Marca: Interface

Capacidade: (10000 ± 5) Kgf

Os animais foram alimentados exclusivamente com minifardos e, através de observação de sobras no cocho, foi determinada o tipo de amostra com maior aceitabilidade. O objetivo deste teste, apenas em caráter qualitativo, não tendo um rigor estatístico, foi definir as características (dimensões e densidade) das amostras utilizadas nas demais etapas do experimento.

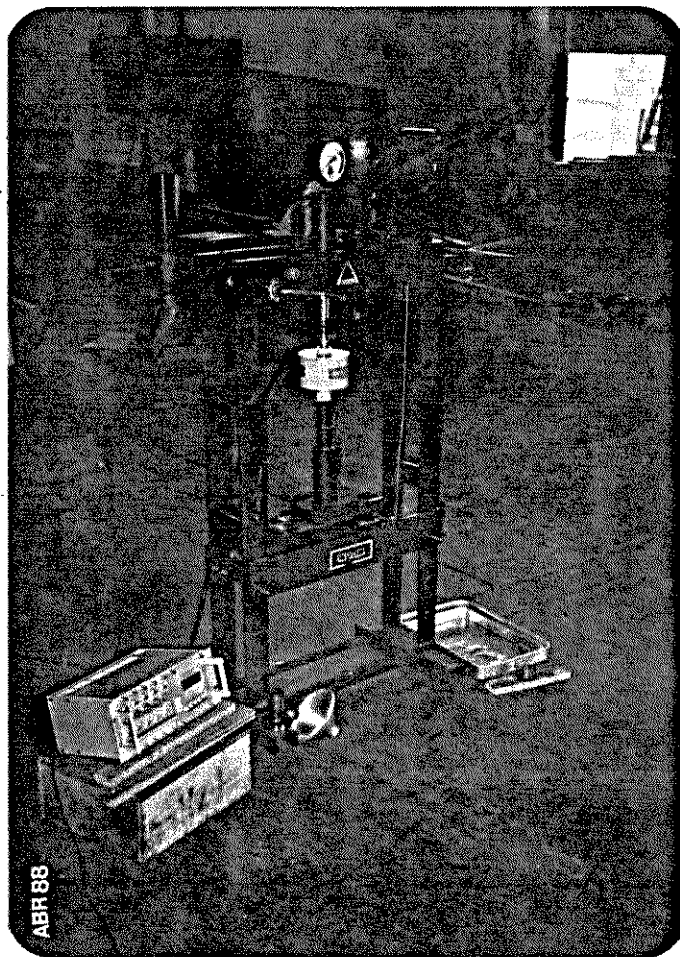


Figura 3.1 - Conjunto de Prensagem

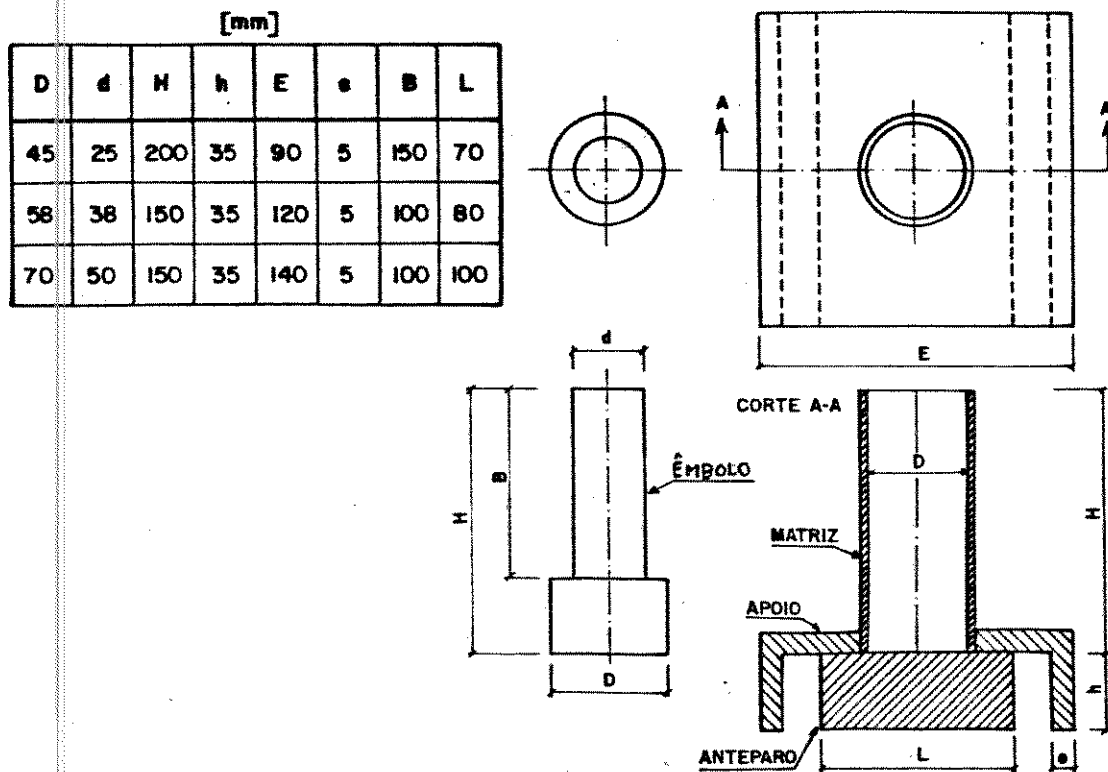


Figura 3.2 - Matriz de Conformação

3.3.2 - Conformação das amostras definitivas

Nesta etapa do experimento foram preparados três diferentes grupos de amostras, com as dimensões e densidades definidas na primeira etapa, mas com variação da composição, em termos de porcentagem em peso, de folhas e talos. Esses grupos ficaram assim definidos:

- a) Grupo 1: 100% folhas (Composição 1)
- b) Grupo 2: 50% folhas, 50% talos (Composição 2)
- c) Grupo 3: 20% folhas, 80% talos (Composição 3, correspondente à proporção média encontrada no material)

Para formar cada um dos grupos foram separadas as folhas e talos do feno e, a seguir, o material de cada amostra foi preparado e pesado individualmente, de acordo com a composição de cada grupo. O material correspondente a cada amostra a ser conformada foi acondicionado em embalagens plásticas para manutenção do teor de umidade.

As amostras dos três grupos foram conformadas com o mesmo conjunto de prensagem descrito no item 3.2.1 e ilustrado na Figura 3.1, sendo que a conformação se deu no mesmo dia em que foram realizados os ensaios de relaxação de cada grupo de amostras, a saber:

- Grupo 1: 29/04/1988 (pela manhã)
- Grupo 2: 03/05/1988 (pela manhã)
- Grupo 3: 06/05/1988 (pela manhã)

3.3.3 - Ensaios de relaxação com cargas uniaxiais

Nesta etapa, as amostras preparadas anteriormente foram submetidas a ensaios de compressão uniaxiais seguidos de um período de relaxação. Foi utilizado um conjunto de ensaios, mostrado na Figura 3.3, composto de uma máquina de ensaios de materiais biológicos (Figura 3.4) e um registrador digital e gráfico (Figura 3.5), descritos a seguir:

Nome do equipamento: The Ottawa Texture Measuring System

Marca: Cannern Machinery Ltd.

Modelo: Research Model

Capacidade: $(1000 \pm 0,25)$ lbf (célula de carga)

Obs: dotada de unidade controladora de velocidade de aplicação da carga.

Nome do equipamento: Indicador Digital

Marca: Daytronic

Modelo: Mainframe model 9010

Capacidade: $(9000 \pm 0,25)$ lbf (célula de carga)

Nome do equipamento: Registrador Gráfico

Marca: Daytronic

Modelo: SP-GSP

Capacidade: 9000 lbf (célula de carga)

Precisão: variável, dependendo da calibração e fundo de escala utilizado.

Para controle da altura das amostras durante os ensaios foram utilizados papel milimetrado colado na lateral da máquina de ensaios e uma haste metálica indicadora de altura, colada na extremidade do êmbolo de compressão.

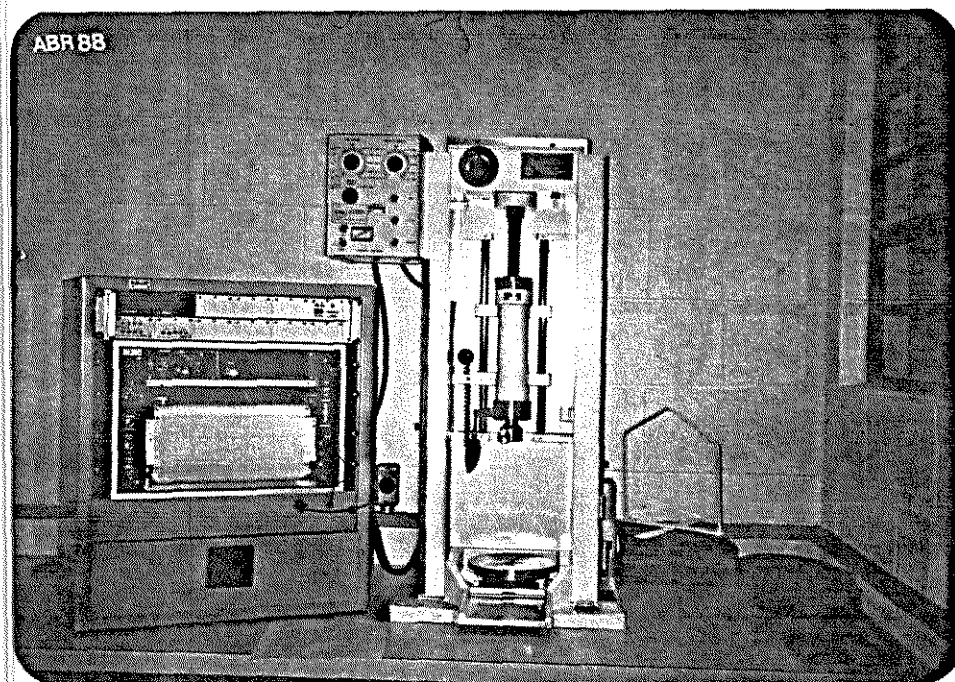


Figura 3.3 - Conjunto de Ensaio para Materiais Biológicos

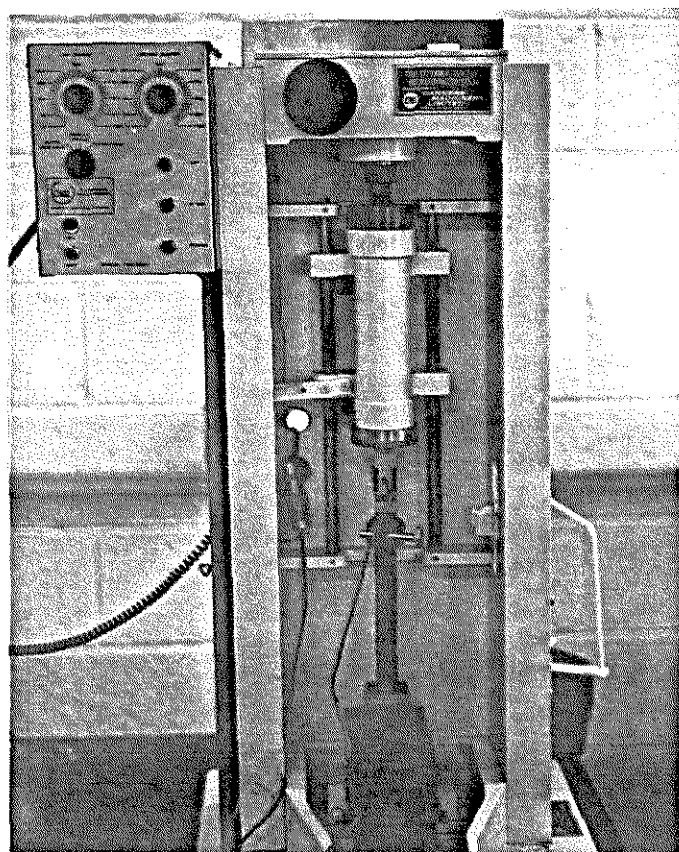


Figura 3.4 - Máquina de Ensaio de Materiais Biológicos

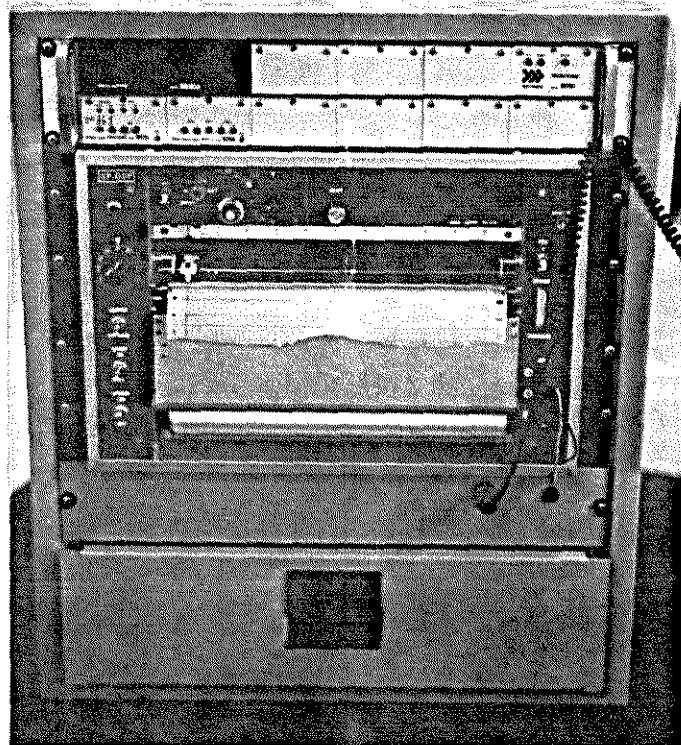


Figura 3.5 - Registrador Digital e Gráfico

Os ensaios (Figura 3.6) foram realizados nas datas especificadas no item 3.2.2, no período da tarde, e as condições de ensaio foram as mesmas para os três grupos de amostras, dadas abaixo:

Carga máxima de prensagem: $(160 \pm 0,5)$ Kgf

Fundo de escala do Registrador gráfico: $(200 \pm 0,5)$ Kgf

Velocidade de deformação : 15, 22, 29, 36, 43, 50, 57, 64 [mm/min]

Velocidade de deslocamento do registrador gráfico: 100 mm/min

Período de relaxação: $(180 \pm 0,1)$ segundos

Numero de repetições por velocidade de aplicação da carga: 8

Umidade das amostras: $(13,2 \pm 0,8)\%$ (b.u.)

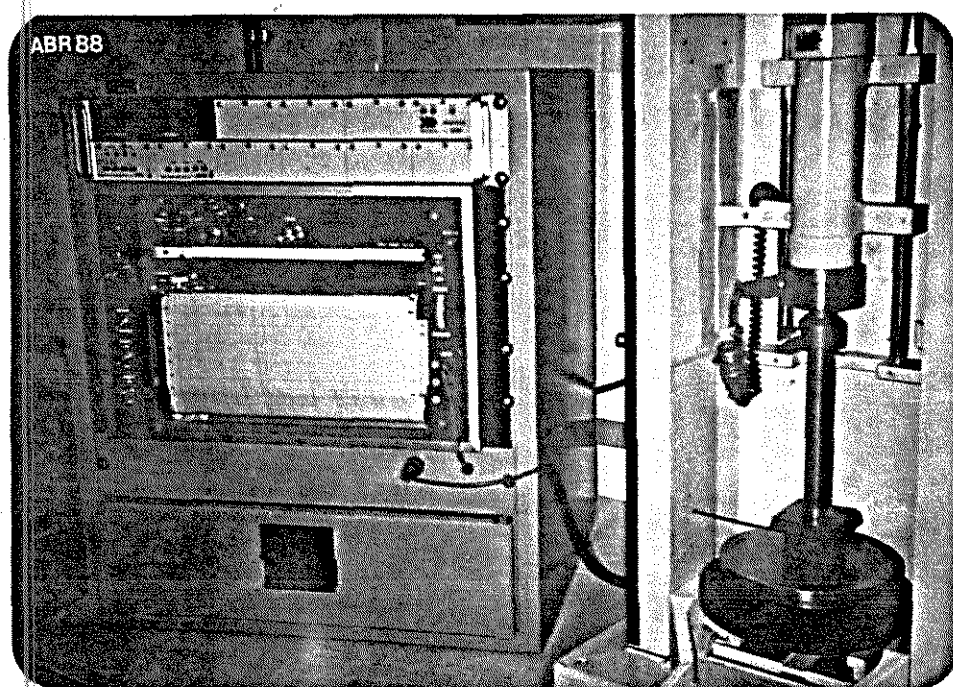


Figura 3.6 - Aspecto dos Ensaio

O ideal seria que os ensaios de relaxação fossem realizados imediatamente após a conformação das amostras, isto é, que o equipamento utilizado nos ensaios fosse também utilizado na conformação das amostras, não havendo, portanto, acomodação do material.

Como isto não foi possível, devido às limitações do equipamento de ensaios, houve um intervalo entre a conformação das amostras e os ensaios de relaxação, suficiente para o material das amostras se acomodar. A carga de 160 Kgf, utilizada nos ensaios e determinada através de testes preliminares, restabeleceu, dentro do possível, as condições das amostras (altura) imediatamente após a conformação.

O período de relaxação de 180 segundos, também estabelecido em testes preliminares, foi considerado como o tempo a

partir do qual não houve alteração visível e mensurável do valor da tensão no gráfico tensão x tempo.

Os valores da tensão para cada valor do tempo (σ_i, t_i) foram obtidos através das curvas ($\sigma \times t$) plotadas no registrador gráfico, uma vez que não foi possível utilizar o sistema de aquisição de dados em tempo real, que funciona através do acoplamento do conjunto de ensaios a um microcomputador.

3.3 - Modelagem Matemática dos Resultados

Dos ensaios de relaxação resultaram curvas tensão x tempo ($\sigma \times t$) semelhantes àquela mostrada na Figura 2.14. Foram determinados os pontos (σ_i, t_i) da curva de relaxação, equivalente à segunda parte da Figura 2.14, para cada uma das repetições de cada velocidade de deformação. Para fins de modelagem matemática foi usada, para representar cada velocidade, a curva média resultante das 8 repetições.

Como essas curvas médias implicam numa relação $\sigma = f(t)$, tem-se, portanto, para cada velocidade v_i uma relação $\sigma_i = f_i(t)$.

Uma vez que as curvas apresentaram um comportamento decrescente e, no ponto inicial tem-se $t=0$, as opções que restaram, em termos de regressão, para representar a relação $\sigma = f(t)$ foram: regressão linear ($\sigma = A + B.t$), função exponencial ($\sigma = A.e^{B.t}$), função inversa ($\sigma = 1/(A + B.t)$) e função polinomial ($\sigma = A_0 + A_1.t + A_2.t^2 + \dots + A_n.t^n$).

Procurou-se trabalhar com soluções exponenciais e inversas para regressão e aproximação pelo método dos

mínimos quadrados.

Da mesma forma, foi observado a influência que a variação da velocidade (v) causava no valor da tensão (σ), mostrando que ocorria uma relação inversamente proporcional, tal qual a influência do fator tempo. Partiu-se, então, para o desenvolvimento de um modelo matemático para σ que englobasse as variáveis tempo (t) e velocidade (v).

Segundo LEWIS-BECK (1983), um modelo de regressão pode ser escrito na forma:

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_p; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n) + e \quad [3.1]$$

onde:

X_i = variáveis do modelo

β_i = parâmetros do modelo

e = erro

Sendo F não linear, os parâmetros do modelo são estimados através do método dos mínimos quadrados iterativo. Dessa forma, supondo-se que os parâmetros estimados são $b_1, b_2, \dots, b_n$, cada valor estimado de Y , representado por $\hat{Y}$, é calculado por:

$$\hat{Y} = F(X_1, X_2, \dots, X_p; b_1, b_2, \dots, b_n) \quad [3.2]$$

Os parâmetros b_i são considerados bons se o valor estimado $\hat{Y}$ se aproximar do valor real Y . No método dos mínimos quadrados esta "proximidade" é medida pela soma dos quadrados dos resíduos, definida por:

$$RSS = \sum (Y - \hat{Y})^2 \quad [3.3]$$

Pelo método iterativo, este procedimento é repetido até que se chegue a um valor mínimo para a soma dos quadrados dos resíduos.

Assim, para o caso em estudo, estabeleceu-se a relação:

$$\sigma = F(v_1, v_2, \dots, v_n; t_1, t_2, \dots, t_n) \quad [3.4]$$

Procurou-se, então, uma solução para σ que tivesse um termo em v e outro termo em t , ou seja:

$$\sigma(v, t) = g(v) + h(t) \quad [3.5]$$

Foram testadas soluções exponenciais e inversas para o termo em t e, para o termo em v , além destas, uma solução logarítmica.

Os modelos testados foram:

$$a) \sigma = A \cdot v^{-B} + C \cdot e^{-D \cdot t} \quad [3.6]$$

$$b) \sigma = A + B \cdot \log(v) + C \cdot e^{-D \cdot t} \quad [3.7]$$

$$c) \sigma = \frac{v}{A \cdot v + B} + C \cdot e^{-D \cdot t} \quad [3.8]$$

$$d) \sigma = \frac{A \cdot v + B}{v} + C \cdot e^{-D \cdot t} \quad [3.9]$$

$$e) \sigma = \frac{1}{A + B \cdot v} + \frac{1}{C + D \cdot t} \quad [3.10]$$

$$f) \sigma = \frac{v}{A \cdot v + B} + \frac{1}{C + D \cdot t} \quad [3.11]$$

$$g) \sigma = \frac{A \cdot v + B}{v} + \frac{1}{C + D \cdot t} \quad [3.12]$$

A escolha do modelo definitivo recaiu sobre aquele que apresentou o menor valor para a soma dos quadrados dos resíduos.

A representatividade do modelo escolhido foi estudada através de análise de variância e análise dos resíduos. Para a análise dos resíduos foram plotadas as curvas (v x resíduos), (t x resíduos) e ($\hat{\sigma}$ x resíduos) e, para análise da representatividade do modelo foi plotada a relação entre os valores da tensão estimada e tensão real (σ x $\hat{\sigma}$).

A análise da matriz de correlação entre os parâmetros do modelo auxiliou na explicação física da influência de cada variável na variação do valor da tensão.

Os modelos foram testados com valores reais medidos, calculando-se os erros percentuais.

Seguiu-se o mesmo procedimento para os três grupos de amostras, desenvolvendo-se, portanto, um modelo para cada grupo.

Todo o procedimento de modelagem e obtenção dos índices estatísticos foi feito com método computacional, através do pacote estatístico SAS, módulo não linear (SAS NLIN).

A inovação, em relação aos modelos propostos por HALL et al. (1972) e MOHSENIN e ZASKE (1976), foi a inclusão da variável velocidade de deformação.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Introdução

Neste capítulo apresentam-se os resultados dos ensaios e os respectivos comentários.

Embora, de uma forma geral, os testes de ingestão voluntária com carneiros indicassem uma boa aceitabilidade de todas as amostras produzidas, a amostra de número 6, de acordo com a Tabela 3.1, foi a que apresentou melhor palatabilidade, segundo os resultados obtidos pelo Instituto de Zootecnia de Nova Odessa. Estes testes, por terem sido apenas em caráter qualitativo, não apresentaram resultados em números para análise estatística. Portanto, as características das amostras (Figuras 4.1 e 4.2) para os ensaios de relaxação foram as seguintes:

Diâmetro: $(58 \pm 0,1)$ mm

Altura média: $(19,9 \pm 0,1)$ mm

Massa: $(30 \pm 0,1)$ g

Umidade: $(13,2 \pm 0,8)\%$ (b. u.)

Densidade: $(568 \pm 0,001)$ Kg/m³

A carga utilizada para a conformação das amostras destinadas ao ensaio de relaxação foi de (5000 ± 5) Kgf, resultando numa tensão de conformação de $(189,4 \pm 0,1)$ Kgf/cm².

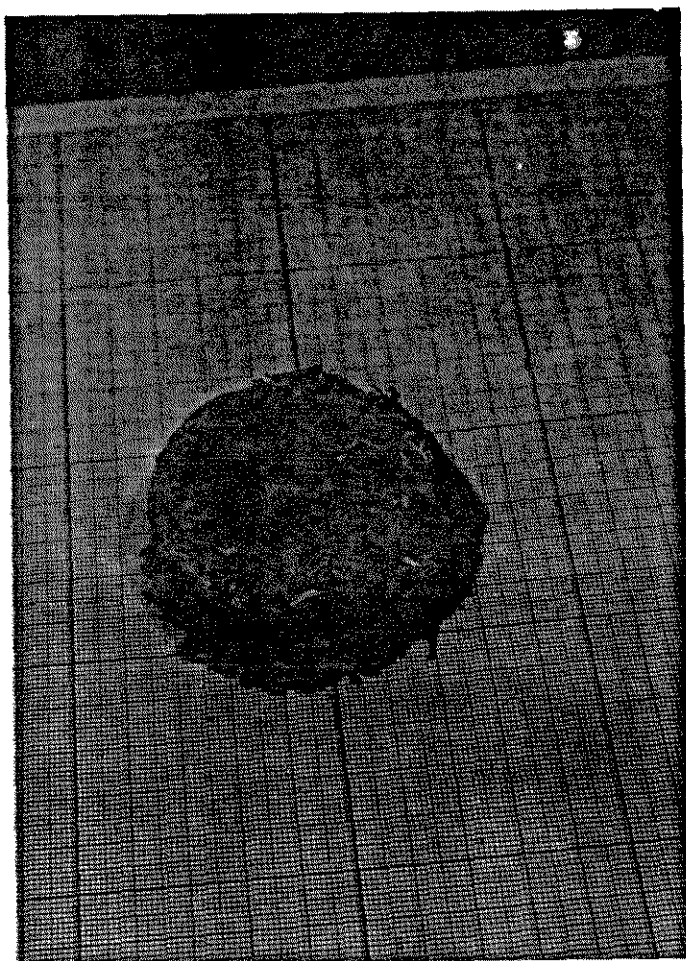


Figura 4.1 - Amostra Número 6

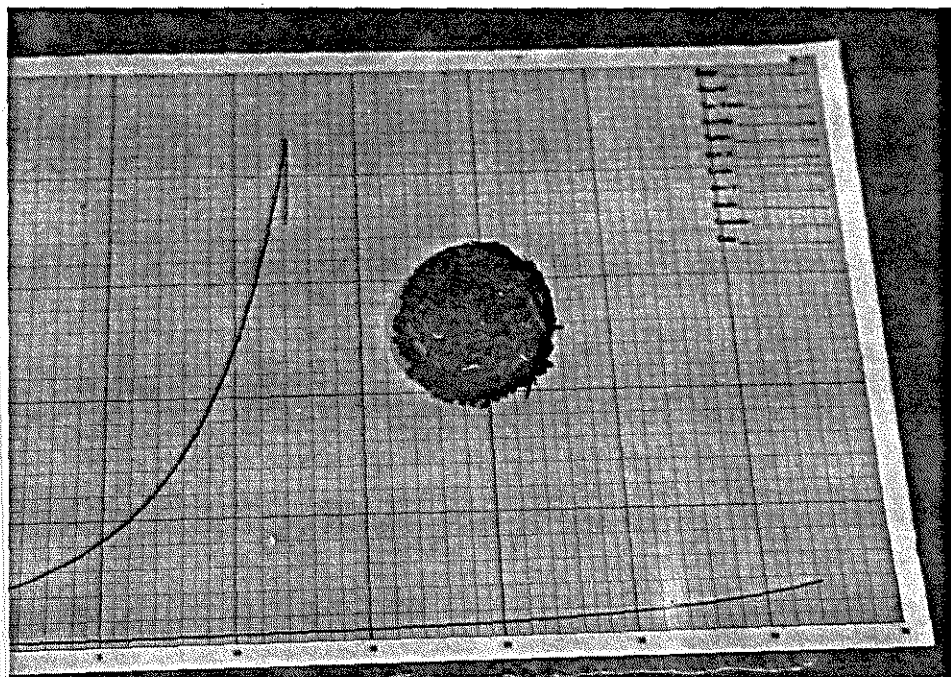


Figura 4.2 - Amostra Utilizada nos Ensaios de Relaxação

4.1 - Resultados dos Ensaaios de Relaxação

As Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 mostram, respectivamente, as condições e resultados, em termos de deformação, dos ensaios de relaxação para as amostras com composição 1, 2 e 3. Os valores apresentados são médias de 8 repetições para cada velocidade de deformação.

Observando-se as alturas iniciais médias das amostras, pode-se comprovar que aquelas que possuíam em sua composição maior quantidade de talos, tiveram maior expansão no intervalo entre a conformação e os ensaios de relaxação, o que, de certa forma, confirma o que foi discutido no item 2.3.1b, onde, segundo REHKUGLER e BUCHELE (1967, 1969), os talos determinam uma maior expansão do material.

Tabela 4.1 - Deformação das Amostras - Composição 1

Veloc. (mm/min)	Altura inicial ($\pm 0,5$ mm)	Deformação ($\pm 0,5$ mm)	Período Relax. ($\pm 0,1$ seg)	Carga (Kgf)	Tensão (Kgf/cm ²)
15	32	12	180	160	6,06
22	34	15	180	160	6,06
29	33	12	180	160	6,06
36	33	13	180	160	6,06
43	33	13	180	160	6,06
50	34	13	180	160	6,06
57	33	14	180	160	6,06
64	33	13	180	160	6,06

Tabela 4.2 - Deformação das Amostras - Composição 2

Veloc. (mm/min)	Altura inicial ($\pm 0,5\text{mm}$)	Deformação ($\pm 0,5\text{mm}$)	Período Relax. ($\pm 0,1\text{seg}$)	Carga (Kgf)	Tensão (Kgf/cm ²)
15	35	15	180	160	6,06
22	34	15	180	160	6,06
29	35	16	180	160	6,06
36	33	13	180	160	6,06
43	35	15	180	160	6,06
50	35	16	180	160	6,06
57	34	14	180	160	6,06
64	35	16	180	160	6,06

Tabela 4.3 - Deformação das Amostras - Composição 3

Veloc. (mm/min)	Altura inicial ($\pm 0,5\text{mm}$)	Deformação ($\pm 0,5\text{mm}$)	Período Relax. ($\pm 0,1\text{seg}$)	Carga (Kgf)	Tensão (Kgf/cm ²)
15	36	15	180	160	6,06
22	36	16	180	160	6,06
29	37	16	180	160	6,06
36	36	16	180	160	6,06
43	36	16	180	160	6,06
50	36	16	180	160	6,06
57	35	16	180	160	6,06
64	36	15	180	160	6,06

Os resultados dos ensaios de relaxação, em termos de variação da tensão ao longo do tempo, para cada repetição de cada velocidade de deformação, estão nos Anexos 1, 2 e 3, respectivamente para as amostras com composição 1, 2 e 3.

Como os coeficientes de variação (C.V.) foram baixos e, segundo MOHSENIN (1970), para materiais biológicos é aceitável coeficientes de variação de até 15%, decidiu-se utilizar, para fins de modelagem matemática, os valores médios de tensão ao longo do tempo para cada velocidade de deformação.

As tabelas 4.4, 4.5 e 4.6 mostram a variação dos valores médios de tensão ao longo do tempo em cada velocidade de deformação para as três composições de amostras estudadas.

A partir dos resultados é possível notar que a velocidade de deformação influi de forma inversamente proporcional no valor da tensão, conforme mostra a Figura 4.3. Isso acontece porque, quando o minifardo é comprimido a velocidades maiores, não há uma suficiente acomodação do material durante a compressão e, após se impor e manter uma deformação, o material, por ainda estar se acomodando, não oferece tanta reação quanto um material mais acomodado e compacto, como é o caso de um minifardo comprimido mais lentamente.

A quantidade de talos, por sua vez, influiu de forma diretamente proporcional no valor da tensão. Esta tendência, mostrada na Figura 4.4, confirma mais uma vez a teoria de que os talos funcionam como molas, fazendo com que as amostras com maior quantidade de talos apresentem maior reação à carga aplicada, tendo, portanto, maior energia acumulada.

TABELA 4.4 - VALORES MÉDIOS DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 1

Tempo (seg)	VELOCIDADE [mm/min]							
	15	22	29	36	43	50	57	64
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
0,6	5,73	5,64	5,59	5,55	5,53	5,51	5,47	5,38
1,2	5,49	5,38	5,30	5,26	5,23	5,21	5,17	5,10
2,4	5,24	5,11	5,03	4,97	4,93	4,91	4,86	4,79
3,6	5,08	4,92	4,83	4,77	4,73	4,71	4,68	4,65
4,8	4,95	4,79	4,70	4,64	4,61	4,59	4,55	4,53
6,0	4,86	4,69	4,59	4,54	4,51	4,49	4,47	4,45
12,0	4,68	4,47	4,36	4,30	4,27	4,25	4,23	4,20
18,0	4,48	4,30	4,20	4,12	4,10	4,07	4,07	4,07
24,0	4,33	4,17	4,07	3,99	3,97	3,94	3,94	3,94
30,0	4,22	4,07	3,97	3,91	3,88	3,86	3,84	3,84
36,0	4,14	3,98	3,89	3,83	3,80	3,78	3,77	3,77
42,0	4,07	3,92	3,82	3,76	3,74	3,72	3,71	3,71
48,0	4,02	3,86	3,77	3,71	3,68	3,66	3,65	3,64
54,0	3,97	3,80	3,72	3,66	3,64	3,62	3,61	3,60
60,0	3,92	3,77	3,68	3,61	3,59	3,58	3,57	3,56
66,0	3,88	3,73	3,64	3,56	3,55	3,54	3,54	3,53
72,0	3,84	3,69	3,61	3,53	3,51	3,50	3,50	3,49
78,0	3,80	3,66	3,58	3,50	3,48	3,47	3,47	3,47
84,0	3,77	3,63	3,55	3,47	3,46	3,45	3,45	3,44
90,0	3,75	3,60	3,52	3,45	3,43	3,42	3,42	3,41
96,0	3,71	3,58	3,50	3,42	3,41	3,40	3,40	3,39
102,0	3,69	3,56	3,48	3,40	3,39	3,38	3,37	3,37
108,0	3,67	3,53	3,45	3,38	3,37	3,36	3,35	3,35
114,0	3,64	3,51	3,43	3,36	3,35	3,34	3,33	3,33
120,0	3,62	3,49	3,41	3,35	3,33	3,32	3,31	3,31
126,0	3,61	3,47	3,39	3,33	3,31	3,30	3,30	3,30
132,0	3,59	3,45	3,37	3,31	3,30	3,29	3,28	3,28
138,0	3,57	3,43	3,36	3,29	3,28	3,27	3,27	3,26
144,0	3,55	3,42	3,34	3,28	3,27	3,26	3,25	3,25
150,0	3,54	3,41	3,33	3,26	3,25	3,24	3,24	3,23
156,0	3,52	3,39	3,32	3,25	3,24	3,23	3,22	3,22
162,0	3,50	3,38	3,30	3,23	3,22	3,22	3,21	3,20
168,0	3,49	3,36	3,29	3,22	3,21	3,21	3,20	3,19
174,0	3,47	3,35	3,28	3,21	3,20	3,20	3,19	3,18
180,0	3,46	3,34	3,27	3,20	3,19	3,19	3,18	3,17

TABELA 4.5 - VALORES MÉDIOS DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 2

Tempo (seg)	VELOCIDADE [mm/min]							
	15	22	29	36	43	50	57	64
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
0,6	5,73	5,64	5,59	5,56	5,54	5,54	5,52	5,51
1,2	5,54	5,41	5,34	5,31	5,29	5,28	5,26	5,25
2,4	5,31	5,17	5,09	5,05	5,02	5,00	4,48	4,95
3,6	5,16	5,02	4,93	4,88	4,85	4,83	4,80	4,75
4,8	5,05	4,90	4,81	4,76	4,73	4,71	4,68	4,63
6,0	4,97	4,82	4,73	4,68	4,64	4,62	4,59	4,54
12,0	4,76	4,55	4,43	4,37	4,33	4,31	4,29	4,26
18,0	4,56	4,39	4,29	4,22	4,19	4,16	4,13	4,08
24,0	4,45	4,28	4,18	4,12	4,08	4,06	4,03	3,98
30,0	4,35	4,19	4,09	4,03	4,00	3,97	3,94	3,89
36,0	4,28	4,13	4,03	3,98	3,94	3,91	3,88	3,82
42,0	4,22	4,07	3,98	3,92	3,88	3,86	3,82	3,76
48,0	4,17	4,02	3,93	3,87	3,83	3,81	3,77	3,70
54,0	4,12	3,98	3,89	3,83	3,79	3,77	3,73	3,65
60,0	4,08	3,94	3,85	3,79	3,76	3,73	3,69	3,61
66,0	4,05	3,91	3,82	3,76	3,72	3,70	3,66	3,58
72,0	4,01	3,88	3,79	3,73	3,70	3,67	3,63	3,54
78,0	3,98	3,85	3,76	3,71	3,67	3,64	3,60	3,51
84,0	3,95	3,82	3,73	3,68	3,64	3,62	3,57	3,48
90,0	3,93	3,79	3,70	3,64	3,61	3,59	3,55	3,46
96,0	3,90	3,77	3,69	3,63	3,59	3,57	3,53	3,44
102,0	3,88	3,75	3,67	3,61	3,58	3,55	3,50	3,42
108,0	3,86	3,73	3,65	3,59	3,55	3,53	3,49	3,40
114,0	3,84	3,71	3,63	3,57	3,53	3,51	3,47	3,39
120,0	3,82	3,70	3,61	3,56	3,52	3,50	3,45	3,37
126,0	3,80	3,68	3,60	3,54	3,51	3,48	3,43	3,36
132,0	3,79	3,66	3,58	3,52	3,48	3,46	3,41	3,34
138,0	3,77	3,65	3,56	3,51	3,47	3,45	3,40	3,33
144,0	3,75	3,63	3,55	3,49	3,46	3,43	3,38	3,32
150,0	3,74	3,62	3,54	3,48	3,45	3,42	3,37	3,30
156,0	3,73	3,60	3,52	3,46	3,43	3,40	3,36	3,29
162,0	3,71	3,59	3,51	3,45	3,42	3,39	3,35	3,28
168,0	3,70	3,58	3,49	3,44	3,41	3,38	3,34	3,26
174,0	3,69	3,56	3,48	3,43	3,40	3,37	3,32	3,25
180,0	3,68	3,55	3,47	3,42	3,39	3,36	3,31	3,24

TABELA 4.6 - VALORES MÉDIOS DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 3

Tempo (seg)	VELOCIDADE [mm/min]							
	15	22	29	36	43	50	57	64
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
0,6	5,74	5,63	5,60	5,60	5,60	5,60	5,59	5,59
1,2	5,56	5,42	5,36	5,36	5,35	5,35	5,34	5,34
2,4	5,31	5,17	5,10	5,08	5,07	5,06	5,05	5,05
3,6	5,16	5,01	4,94	4,92	4,91	4,90	4,89	4,89
4,8	5,06	4,89	4,82	4,79	4,78	4,78	4,76	4,76
6,0	4,98	4,81	4,73	4,70	4,70	4,69	4,68	4,68
12,0	4,68	4,53	4,47	4,42	4,42	4,41	4,40	4,40
18,0	4,52	4,37	4,30	4,28	4,27	4,26	4,25	4,25
24,0	4,41	4,26	4,19	4,17	4,16	4,15	4,14	4,14
30,0	4,33	4,18	4,11	4,09	4,08	4,07	4,06	4,06
36,0	4,26	4,11	4,05	4,02	4,01	4,00	3,99	3,99
42,0	4,19	4,05	3,99	3,97	3,96	3,95	3,94	3,94
48,0	4,15	4,00	3,94	3,92	3,91	3,90	3,89	3,89
54,0	4,10	3,96	3,90	3,88	3,87	3,86	3,85	3,85
60,0	4,06	3,92	3,86	3,84	3,83	3,82	3,81	3,81
66,0	4,03	3,88	3,82	3,81	3,80	3,79	3,78	3,78
72,0	3,99	3,86	3,80	3,78	3,77	3,76	3,75	3,75
78,0	3,96	3,83	3,77	3,76	3,75	3,74	3,73	3,73
84,0	3,94	3,80	3,74	3,73	3,72	3,71	3,70	3,70
90,0	3,91	3,78	3,72	3,71	3,70	3,69	3,68	3,68
96,0	3,89	3,76	3,70	3,69	3,68	3,67	3,66	3,66
102,0	3,86	3,73	3,67	3,66	3,65	3,64	3,63	3,63
108,0	3,84	3,71	3,66	3,64	3,63	3,62	3,61	3,61
114,0	3,82	3,69	3,64	3,62	3,62	3,61	3,60	3,60
120,0	3,81	3,68	3,62	3,61	3,60	3,59	3,58	3,58
126,0	3,79	3,66	3,60	3,59	3,58	3,58	3,57	3,57
132,0	3,78	3,64	3,59	3,58	3,57	3,56	3,55	3,55
138,0	3,76	3,63	3,58	3,56	3,56	3,55	3,54	3,54
144,0	3,75	3,62	3,56	3,55	3,54	3,53	3,52	3,52
150,0	3,73	3,60	3,55	3,53	3,53	3,52	3,51	3,51
156,0	3,72	3,58	3,53	3,52	3,51	3,51	3,50	3,50
162,0	3,71	3,57	3,52	3,50	3,50	3,50	3,49	3,49
168,0	3,70	3,56	3,51	3,49	3,49	3,49	3,48	3,48
174,0	3,69	3,55	3,50	3,48	3,48	3,48	3,47	3,47
180,0	3,68	3,54	3,49	3,47	3,47	3,47	3,46	3,46

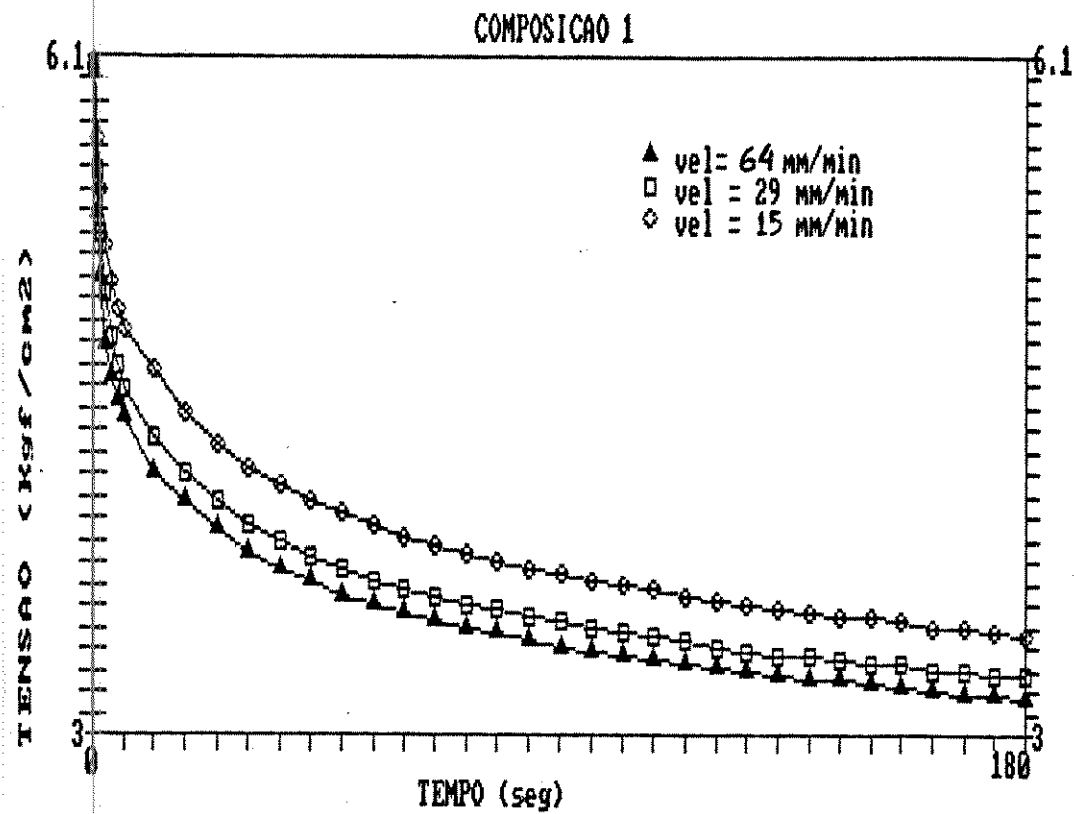


Figura 4.3 - Influência da Velocidade no Valor da Tensão

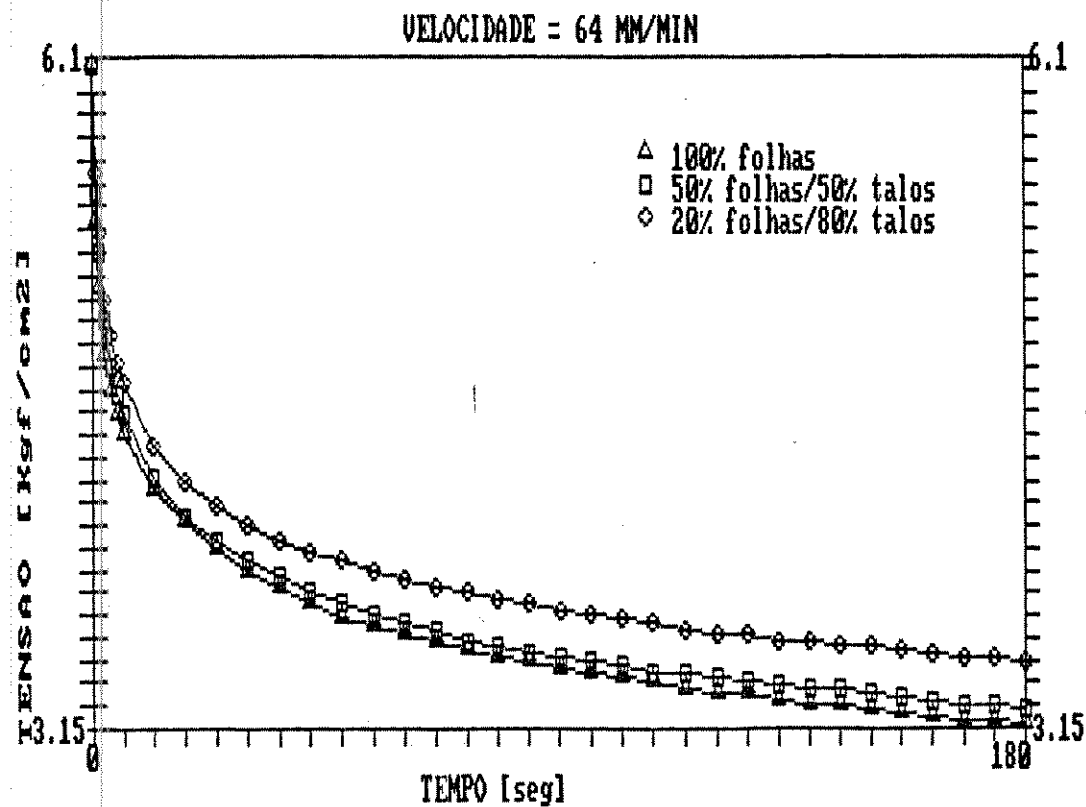


Figura 4.4 - Influência da Quantidade de Talos na Tensão

4.2 - Análise dos Modelos Matemáticos

Para facilitar a exposição dos resultados, os modelos analisados foram designados, segundo os tipos, conforme o que se segue:

$$\text{Modelo 1:} \quad \sigma = A \cdot v^{-B} + C \cdot e^{-D \cdot t} \quad [4.1]$$

$$\text{Modelo 2:} \quad \sigma = A + B \cdot \log v + C \cdot e^{-D \cdot t} \quad [4.2]$$

$$\text{Modelo 3:} \quad \sigma = \frac{v}{A \cdot v + B} + C \cdot e^{-D \cdot t} \quad [4.3]$$

$$\text{Modelo 4:} \quad \sigma = \frac{A \cdot v + B}{v} + C \cdot e^{-D \cdot t} \quad [4.4]$$

$$\text{Modelo 5:} \quad \sigma = \frac{1}{A + B \cdot v} + \frac{1}{C + D \cdot t} \quad [4.5]$$

$$\text{Modelo 6:} \quad \sigma = \frac{v}{A \cdot v + B} + \frac{1}{C + D \cdot t} \quad [4.6]$$

$$\text{Modelo 7:} \quad \sigma = \frac{A \cdot v + B}{v} + \frac{1}{C + D \cdot t} \quad [4.7]$$

Uma vez que as curvas resultantes dos ensaios de relaxação apresentaram tendências semelhantes para as três composições de amostras, a comparação entre os modelos (Tabela 4.7) foi feita utilizando-se os dados dos ensaios das amostras da composição 1 (100% folhas).

Pela análise comparativa dos modelos ficou claro que, apesar de todos apresentarem resultados estatisticamente satisfatórios, os modelos envolvendo função inversa para solução em t definem melhor o comportamento dos pontos do que os modelos

com solução exponencial em t.

Tabela 4.7 - Dados Estatísticos para Comparação dos Modelos

Índices	MODELO						
	1	2	3	4	5	6	7
Nº Pontos	288	288	288	288	288	288	288
σ_{max}	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06
σ_{min}	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17
σ_{med}	3,868	3,868	3,868	3,868	3,868	3,868	3,868
DP(σ)	0,715	0,715	0,715	0,715	0,715	0,715	0,715
$\hat{\sigma}_{max}$	5,60	5,71	5,64	5,63	5,86	5,94	5,94
$\hat{\sigma}_{min}$	3,28	3,43	3,31	3,30	3,22	3,27	3,26
$\hat{\sigma}_{med}$	3,868	3,868	3,868	3,868	3,868	3,868	3,868
DP($\hat{\sigma}$)	0,692	0,696	0,692	0,692	0,704	0,705	0,705
RESmax	0,797	0,740	0,768	0,772	0,511	0,463	0,467
RESmin	-0,341	-0,289	-0,341	-0,338	-0,232	-0,277	-0,273
RESmed	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DP(RES)	0,180	0,163	0,178	0,178	0,128	0,119	0,119
$\sum RES^2$	9,3229	7,6576	9,1391	9,1414	4,6656	4,0678	4,0701
$\sum REGR^2$	135,939	122,817	137,572	137,571	142,155	142,647	142,651
Ftest	4170,2	4587,0	4305,2	4304,1	8714,1	10029,2	10023,88
r^2	0,9358	0,9413	0,9377	0,9377	0,9682	0,9723	0,9723

σ = tensão medida [Kgf/cm²]

$\hat{\sigma}$ = tensão estimada pelo modelo [Kgf/cm²]

DP = desvio padrão $\sum REGR^2$ = soma dos quadrados da regressão

RES = resíduo $\sum RES^2$ = soma dos quadrados dos resíduos

r^2 = coeficiente de determinação

Dentre os modelos com solução inversa em t , os modelos 6 e 7 apresentaram praticamente os mesmos índices estatísticos. Observando-se o coeficiente de determinação, os modelos 6 e 7 explicam 97,23% da variação dos valores de σ , enquanto que o modelo 5 explica 96,82% da variação dos valores de σ .

A escolha do modelo matemático adequado, para representar o conjunto de pontos da curva de relaxação com variação da velocidade de deformação, para amostras com composição 100% folhas, recaiu sobre o modelo 6, que apresentou as somas dos quadrados dos resíduos e da regressão ligeiramente menores que as do modelo 7.

Modelos do tipo 6 foram, portanto, desenvolvidos para representar os dados das amostras com composição 2 (50% folhas-50% talos) e com composição 3 (20% folhas-80% talos). Os resultados para as 3 composições de amostras estão apresentados na Tabela 4.8.

Portanto, os modelos matemáticos para cada composição dos minifardos ficaram da seguinte forma:

$$\text{Composição 1: } \sigma = \frac{v}{0,3264 \cdot v - 0,6157} + \frac{1}{0,4098 + 0,0473 \cdot t} \quad [4.8]$$

$$\text{Composição 2: } \sigma = \frac{v}{0,3105 \cdot v - 0,6239} + \frac{1}{0,4330 + 0,0524 \cdot t} \quad [4.9]$$

$$\text{Composição 3: } \sigma = \frac{v}{0,2963 \cdot v - 0,3614} + \frac{1}{0,4422 + 0,0528 \cdot t} \quad [4.10]$$

As matrizes de correlação para estes três modelos estão, respectivamente, nas Tabelas 4.9, 4.10 e 4.11.

TABELA 4.8 - DADOS PARA COMPARAÇÃO DOS MODELOS MATEMÁTICOS DESENVOLVIDOS

INDICE	COMPOSIÇÃO 1	COMPOSIÇÃO 2	COMPOSIÇÃO 3
Número de Pontos	288	288	288
A	0,3264	0,3105	0,2963
B	-0,6157	-0,6239	-0,3614
C	0,4098	0,4330	0,4422
D	0,0473	0,0524	0,0528
σ_{max}	6,06	6,06	6,06
σ_{min}	3,17	3,24	3,45
σ_{med}	3,868	4,006	4,066
DP(σ)	0,715	0,677	0,655
$\hat{\sigma}_{max}$	5,94	6,03	5,93
$\hat{\sigma}_{min}$	3,26	3,43	3,54
$\hat{\sigma}_{med}$	3,868	4,006	4,066
DP($\hat{\sigma}$)	0,705	0,668	0,648
RESmax	0,467	0,426	0,358
RESmin	-0,273	-0,198	-0,181
RESmed	0,000	0,000	0,000
DP(RES)	0,119	0,106	0,097
$\sum RES^2$	4,0678	3,2320	2,6809
$\sum REGR^2$	142,6466	128,1142	120,4131
Ftest	10029,24	11336,84	12845,55
r^2	0,9723	0,9754	0,9782

σ = tensão medida [Kgf/cm²]
DP = desvio padrão
RES = resíduos
 r^2 = coeficiente de determinação

$\hat{\sigma}$ = tensão estimada pelo modelo
 $\sum RES^2$ = soma dos quadrados dos resíduos
 $\sum REGR^2$ = soma dos quadrados da regressão
A, B, C, D = constantes do modelo

TABELA 4.9 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO - Composição 1

Constantes	Constantes			
	A	B	C	D
A	1,000000			
B	-0,521536	1,000000		
C	-0,134606	0,269972	1,000000	
D	-0,496366	-0,349560	-0,356062	1,000000

TABELA 4.10 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO - Composição 2

Constantes	Constantes			
	A	B	C	D
A	1,000000			
B	-0,715386	1,000000		
C	-0,025015	0,033343	1,000000	
D	-0,658322	0,092208	-0,273131	1,000000

TABELA 4.11 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO - Composição 3

Constantes	Constantes			
	A	B	C	D
A	1,000000			
B	-0,619347	1,000000		
C	0,011961	-0,003259	1,000000	
D	-0,716420	0,078084	-0,292164	1,000000

Nota-se que as matrizes de correlação apresentaram, em seu todo, praticamente as mesmas tendências para os três modelos, sendo os índices considerados razoáveis.

Para os modelos da composição 1, segundo as denominações usadas por AFIFI e CLARK (1984), existe uma correlação negativa moderada da constante A com as constantes B e D, sugerindo que é possível obter um mesmo valor de σ a uma velocidade de deformação maior, desde que seja medida num tempo menor após a relaxação. Os demais valores da matriz de correlação mostram que existe correlação positiva entre B e C, e negativa entre A e C, entre D e B e entre D e C, porém todas são correlações que variam de moderadamente baixas para baixas.

Segundo a matriz de correlação do modelo da composição 2, existe uma correlação negativa moderadamente alta entre A e B e moderada entre A e D, sugerindo a mesma tendência que o modelo da composição 1. Os outros valores da matriz mostram correlações baixas negativas entre A e C e entre C e D, e positivas entre B e C e entre B e D.

A matriz de correlação do modelo da composição 3 apresentou a mesma tendência entre as constantes A e B e entre A e D. As demais correlações foram baixas, sendo positivas entre A e C e entre B e D, e negativas entre B e C e entre C e D.

Os resíduos apresentaram o mesmo tipo de distribuição não somente para os modelos das três composições de amostras, como também para os outros seis modelos analisados na Tabela 4.7, variando apenas os valores máximos e mínimos.

As Figuras 4.5, 4.6 e 4.7 mostram, respectivamente, a distribuição dos resíduos para as curvas ($v \times$ Resíduos),

($t \times \text{Resíduos}$) e ($\hat{\sigma} \times \text{Resíduos}$), para os dados dos ensaios das amostras com composição 2.

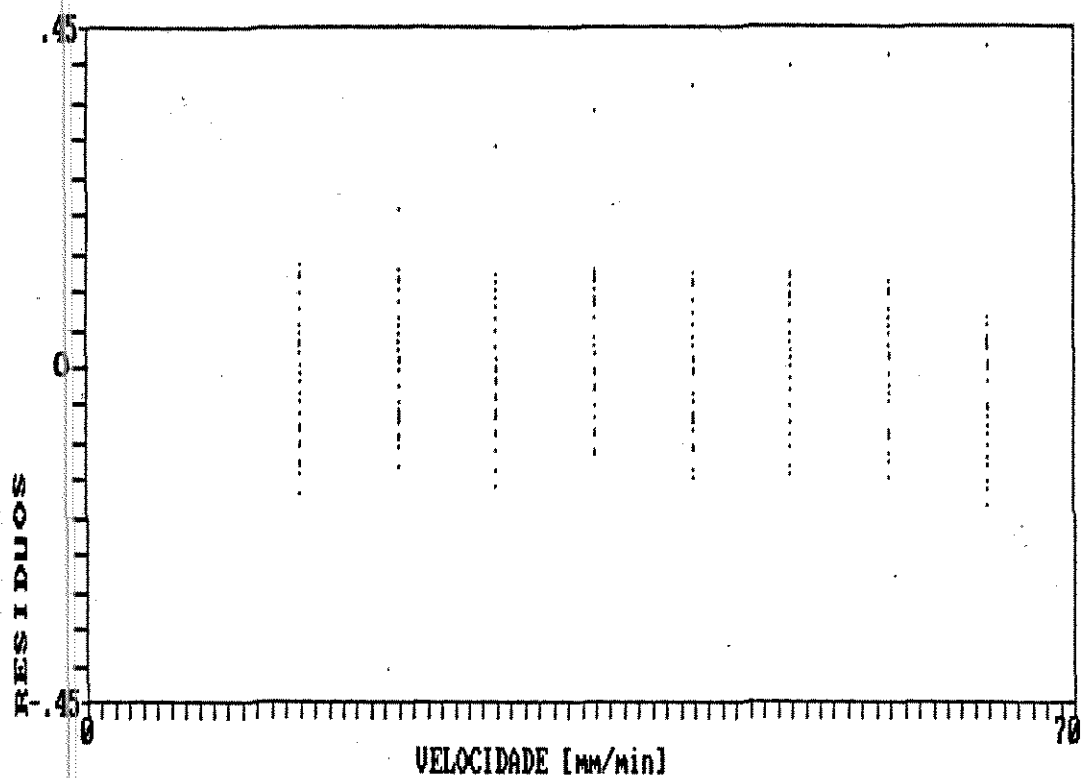


Figura 4.5 - Distribuição de Resíduos em Função da Velocidade

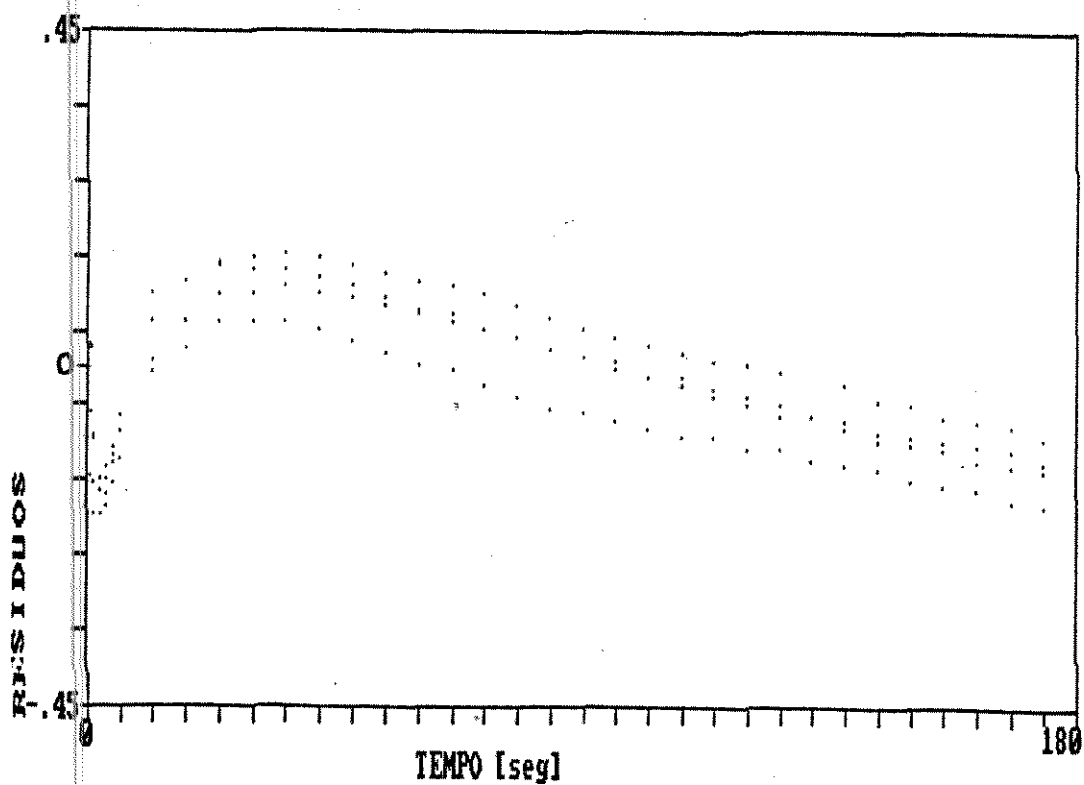


Figura 4.6 - Distribuição dos Resíduos em Função do Tempo

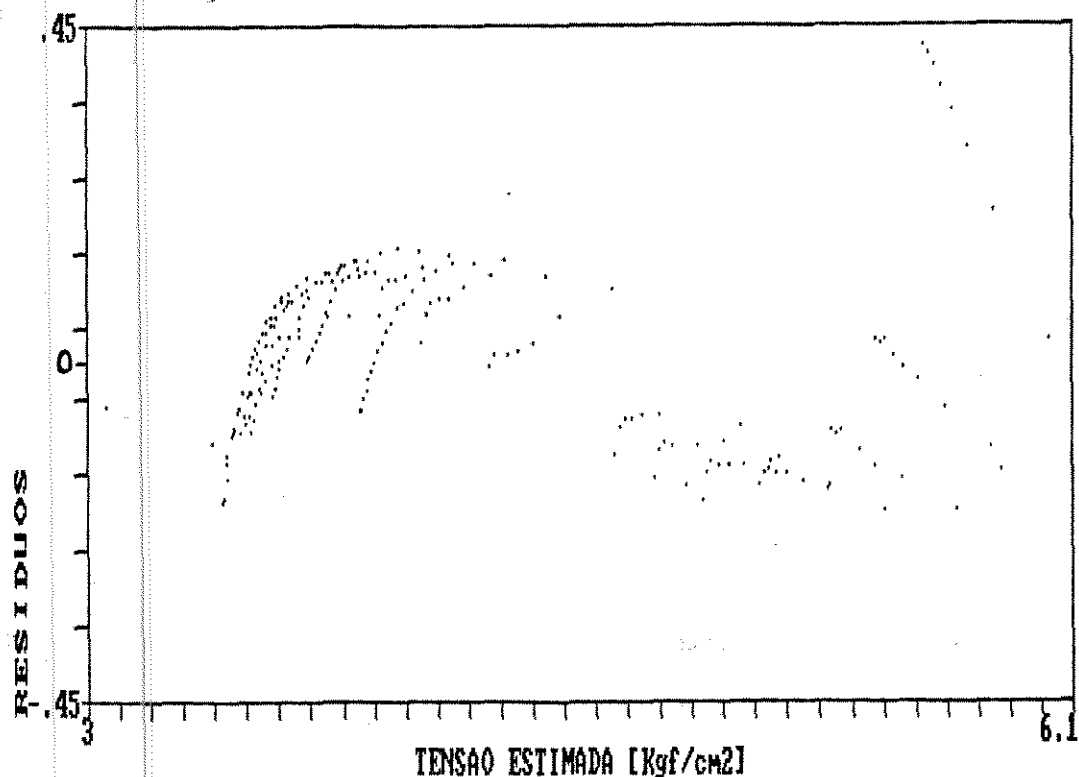


Figura 4.7 - Distribuição dos Resíduos em Função de $\hat{\sigma}$

Os resultados mostram que a distribuição dos resíduos em $(t \times \text{Resíduos})$ e $(\hat{\sigma} \times \text{Resíduos})$ apresentaram tendências, não sendo, portanto, uma distribuição uniforme em torno da média (zero).

Segundo LEWIS-BECK (1980) e AFIFI e CLARK (1984), a distribuição irregular dos resíduos, característica das regressões não lineares, é resultado das observações individuais dos dados.

Essa tendência poderia ser diminuída se o intervalo entre os pontos fosse menor, isto é, se os valores de tensão fossem determinados com intervalos menores que 0,6 segundos no início da curva de relaxação e menores que 6 segundos no restante da curva.

Da mesma forma, os valores dos resíduos nos extremos, inclusive para ($v \times$ Resíduos), mostraram-se altos e com distribuição não uniforme.

A limitação do equipamento de ensaio e do sistema de aquisição e registro de dados, porém, não permitiu que houvesse intervalos menores nas medições, principalmente no extremo inicial das curvas de relaxação, que apresentaram muita variação do valor da tensão para pouca variação do valor do tempo, resultando em maiores resíduos e com distribuição irregular.

As Figuras 4.8, 4.9 e 4.10 mostram a relação entre os valores de tensão medidos e os valores de tensão estimados através dos modelos matemáticos, respectivamente para as amostras com composição 1, 2 e 3.

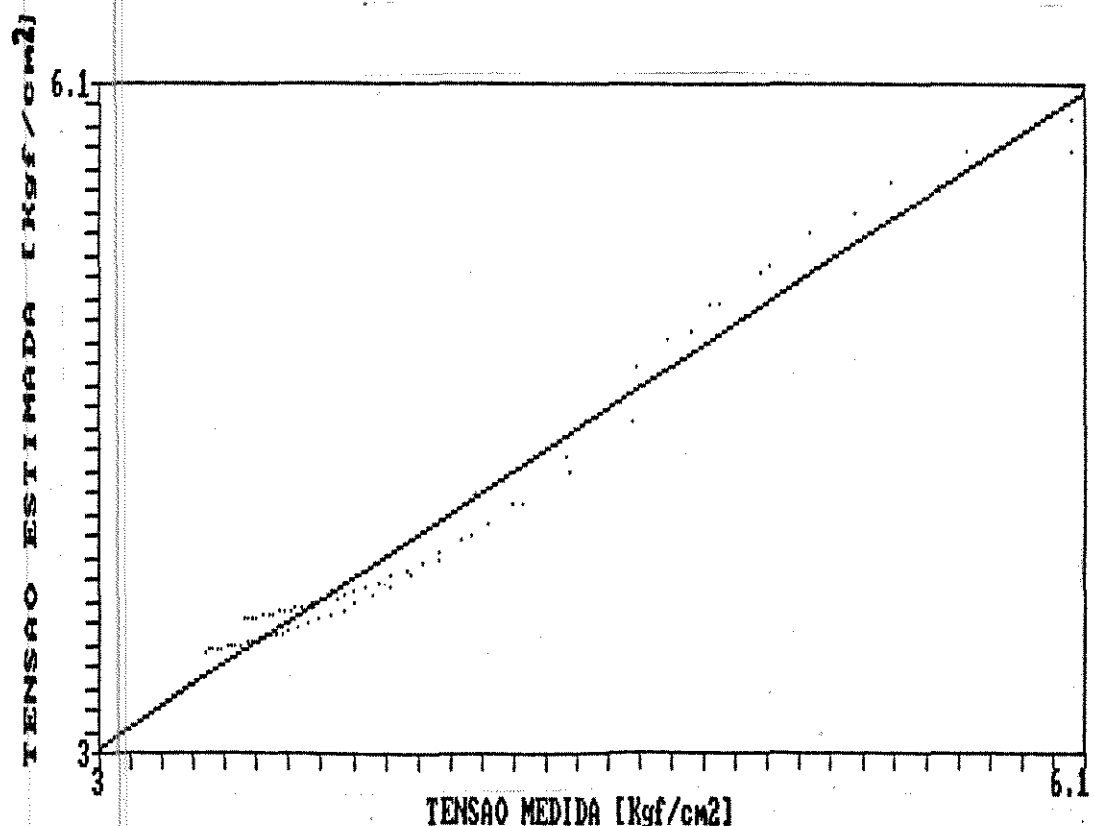


Figura 4.8 - Relação ($\sigma \times \hat{\sigma}$) para Amostras com Composição 1

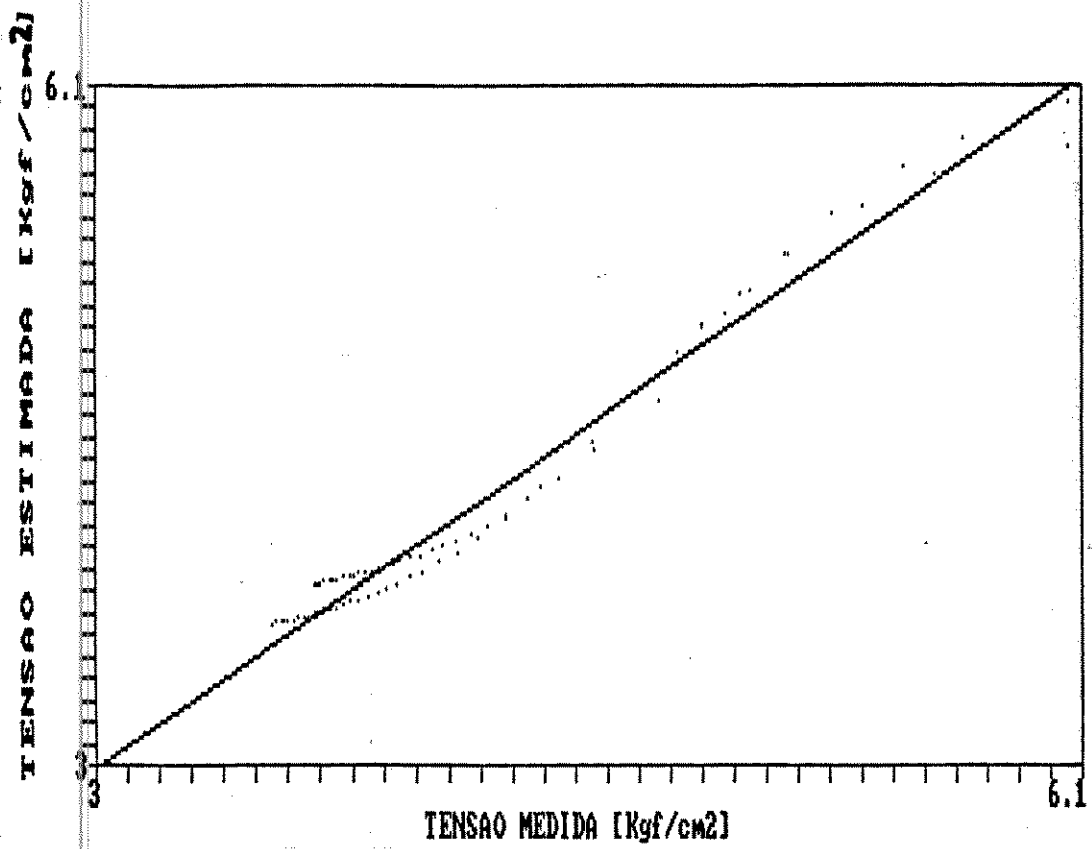


Figura 4.9 - Relação ($\sigma \times \hat{\sigma}$) para Amostras com Composição 2

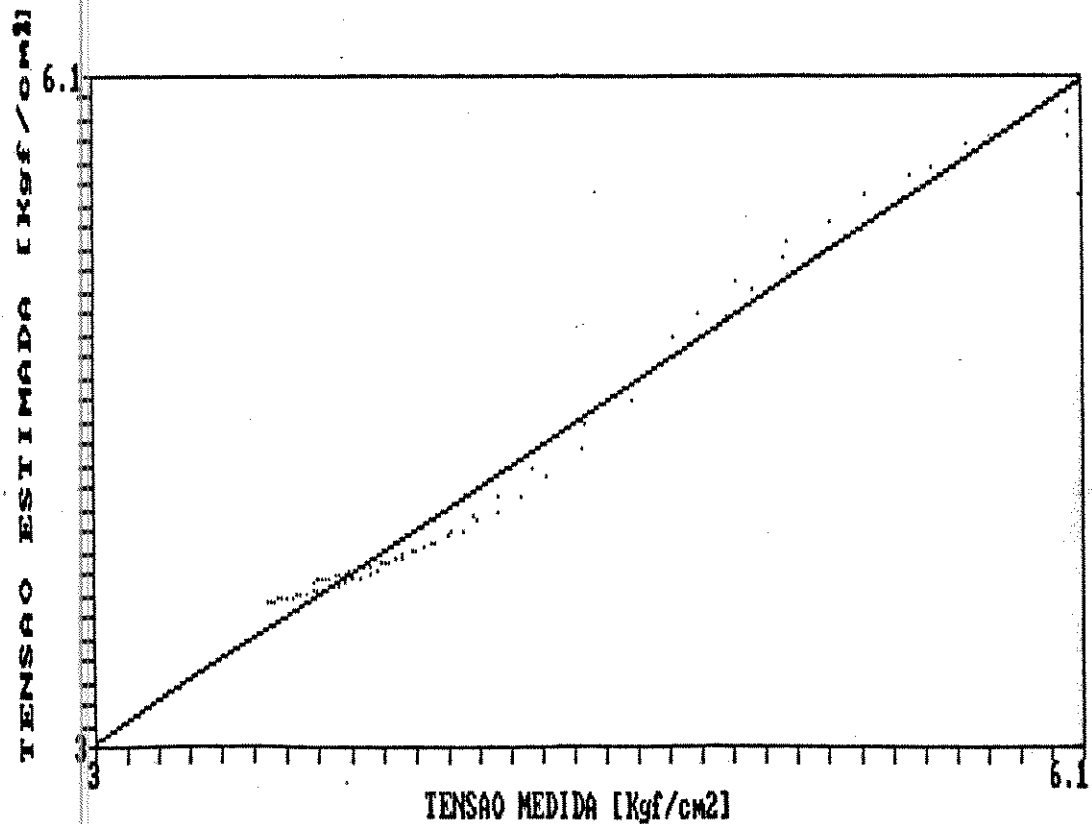


Figura 4.10 - Relação ($\sigma \times \hat{\sigma}$) para Amostras com Composição 3

TABELA 4.12 - TESTE DOS MODELOS

TEMPO (seg)	COMPOSIÇÃO 1			COMPOSIÇÃO 2			COMPOSIÇÃO 3		
	σ	$\hat{\sigma}$	EC(%)	σ	$\hat{\sigma}$	EC(%)	σ	$\hat{\sigma}$	EC(%)
0,0	6,06	5,67	6,4	6,06	5,72	5,6	6,06	5,75	5,6
0,6	5,48	5,51	0,5	5,55	5,56	0,2	5,74	5,60	2,3
1,2	5,24	5,38	2,7	5,28	5,42	2,6	5,45	5,47	0,2
2,4	4,95	5,14	3,8	5,06	5,20	2,8	5,16	5,25	1,1
3,6	4,78	4,98	3,8	4,92	5,02	2,0	4,98	5,07	1,1
4,8	4,65	4,80	3,2	4,80	4,87	1,5	4,85	4,93	1,1
6,0	4,55	4,67	2,6	4,70	4,75	1,1	4,77	4,81	0,2
12,0	4,31	4,25	1,4	4,42	4,35	1,6	4,49	4,42	1,1
18,0	4,15	4,02	3,1	4,28	4,14	3,3	4,32	4,21	2,3
24,0	4,03	3,88	3,7	4,17	4,00	4,1	4,20	4,08	2,3
30,0	3,94	3,78	4,1	4,09	3,91	4,4	4,13	3,99	3,3
36,0	3,85	3,71	3,6	4,02	3,84	4,5	4,06	3,92	3,3
42,0	3,80	3,65	3,9	3,97	3,79	4,5	4,00	3,87	3,3
48,0	3,75	3,61	3,7	3,92	3,75	4,3	3,96	3,83	3,3
54,0	3,70	3,57	3,5	3,90	3,72	4,6	3,93	3,80	3,3
60,0	3,67	3,54	3,5	3,86	3,69	4,4	3,88	3,77	2,3
66,0	3,63	3,52	3,0	3,83	3,67	4,2	3,83	3,75	2,3
72,0	3,60	3,49	3,0	3,79	3,65	3,7	3,81	3,73	2,3
78,0	3,57	3,48	2,5	3,76	3,63	3,5	3,78	3,71	1,1
84,0	3,54	3,46	2,3	3,73	3,62	2,9	3,75	3,70	1,1
90,0	3,52	3,45	2,0	3,70	3,60	2,7	3,72	3,69	0,2
96,0	3,50	3,43	2,0	3,69	3,59	2,7	3,70	3,67	0,2
102,0	3,47	3,42	1,4	3,68	3,58	2,7	3,68	3,66	0,2
108,0	3,45	3,41	1,1	3,65	3,57	2,2	3,66	3,66	0,2
114,0	3,43	3,40	0,9	3,64	3,57	1,9	3,64	3,65	0,2
120,0	3,41	3,40	0,3	3,62	3,56	1,7	3,63	3,64	0,2
126,0	3,40	3,39	0,3	3,60	3,55	1,4	3,61	3,63	0,2
132,0	3,39	3,38	0,3	3,58	3,55	0,8	3,59	3,63	1,1
138,0	3,37	3,38	0,3	3,56	3,54	0,6	3,58	3,62	1,1
144,0	3,36	3,37	0,3	3,54	3,54	0,0	3,56	3,62	1,1
150,0	3,34	3,37	0,9	3,53	3,53	0,0	3,55	3,61	1,1
156,0	3,33	3,36	0,9	3,52	3,53	0,3	3,54	3,61	2,3
162,0	3,32	3,36	1,2	3,51	3,52	0,3	3,52	3,60	2,3
168,0	3,31	3,35	1,2	3,49	3,52	0,9	3,51	3,60	2,3
174,0	3,30	3,35	1,5	3,48	3,52	1,1	3,50	3,60	2,3
180,0	3,29	3,34	1,5	3,47	3,51	1,1	3,49	3,59	2,3
EC(%) medio = 2,23			EC(%) medio = 2,39			EC(%) medio = 1,92			

σ = tensão medida [Kgf/cm²]

$\hat{\sigma}$ = tensão calculada através do modelo [Kgf/cm²]

EC(%) = erro percentual

Observou-se que os valores medidos e os valores estimados da tensão apresentaram fatores de transformação satisfatórios, indicando que os valores calculados através dos modelos matemáticos se aproximam dos valores reais medidos.

Isso pode ser confirmado, a título de exemplo, pelos resultados apresentados na Tabela 4.12, que mostra o teste dos modelos das 3 composições de amostras, através da comparação e cálculo do erro percentual, utilizando-se valores reais medidos que não foram computados no desenvolvimento dos modelos e valores calculados através dos modelos, para uma velocidade de deformação de 36mm/min.

Os resultados, de forma geral, mostraram que os modelos desenvolvidos são válidos e adequados, respeitados os limites estabelecidos pelas condições dos ensaios. A inclusão do fator velocidade de deformação no cálculo da tensão pode ter influído no fato dos modelos não apresentarem solução exponencial para o termo em t , conforme resultados da literatura, porém, a solução encontrada (função inversa) facilita, em termos práticos, o cálculo do valor da tensão, dado um tempo após a relaxação a uma dada velocidade de deformação.

5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - Conclusões

Diante dos resultados alcançados e das considerações feitas, pode-se concluir que:

a) Tendo em vista os resultados dos testes de ingestão voluntária com carneiros, os minifardos de Soja Perene (*Neonotonia wightii* Lackey cv. Cianova), com as características estudadas, mostraram ter boa aceitabilidade e consumo voluntário por parte dos animais.

b) O aumento da quantidade de talos nas amostras de minifardos de feno provoca maior expansão do produto e influi de forma diretamente proporcional no valor da tensão após a relaxação.

c) A velocidade de deformação no ensaio de relaxação em minifardos de feno influi de maneira inversamente proporcional ao valor da tensão após relaxação.

d) O modelo matemático do tipo $\sigma = \frac{v}{A.v + B} + \frac{1}{C + D.t}$ é válido e adequado para descrever a variação do valor da tensão (σ) em ensaios de relaxação com amostras de minifardos de Soja Perene Cianova (*Neonotonia wightii*), com diâmetro = 58mm, densidade = 568Kg/m³, massa = 30g, umidade = 13,2% (b.u.), velocidade

de deformação entre 15 e 64mm/min, cargas de 160 Kgf e tempo de relaxação de 180 segundos, sendo que os modelos para cada composição de amostras são:

$$\sigma = \frac{v}{0,3264.v - 0,6157} + \frac{1}{0,4098 + 0,0473.t} \quad (\text{Composição 1})$$

$$\sigma = \frac{v}{0,3105.v - 0,6239} + \frac{1}{0,4330 + 0,0524.t} \quad (\text{Composição 2})$$

$$\sigma = \frac{v}{0,2963.v - 0,3614} + \frac{1}{0,4422 + 0,0528.t} \quad (\text{Composição 3})$$

5.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros

Sendo este um dos primeiros trabalhos, em termos de Brasil, com minifardos de feno, verifica-se a necessidade de mais estudos dentro deste tema. Nesse sentido, sugere-se aqui alguns tópicos que podem ser desenvolvidos.

a) Realizar estudos quantitativos e qualitativos de alimentação de animais com minifardos de feno e compará-los com outros tipos de alimentos.

b) Estudar a influência da umidade no comportamento mecânico de minifardos de feno.

c) Desenvolver um método de determinação de estabilidade e durabilidade de minifardos de feno, baseado em testes com aplicação de cargas diametrais ("Brazilian Test"), e compará-lo com o método da ASAE (American Society of Agricultural Engineers).

- d) Estudar o efeito da variação da carga de prensagem e do período de relaxação nos resultados, em termos de modelos matemáticos.
- e) Estudar a variação das características físicas dos minifardos de feno após armazenagem.
- f) Estudar a conformação de minifardos de feno com outras espécies de forrageiras tropicais.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFIFI, A. A.; CLARK, V. Computer-aided multivariate analysis.

Belmont, Lifetime Learning Publications, 1984. 458 p.

ANDRADE, N. de O.; MOURA, J. C. de; SILVA, N. Programa de alimentação de bovinos na seca - Pró Feno. Campinas, CATI, s.d. 22 p. (mimeografado)

BILANSKI, W. K.; GRAHAN, V. A.; HANUSIAK, J. A. Mechanics of bulk forage deformation with application to wafering.

Transactions of the ASAE 28 (3): 697-702, 1985.

BRUHN, H. D. Pelleting grain and hay mixtures. Agricultural Engineering 36 (5): 330-331, 1955.

BRUHN, H. D. Engineering problems in pelletized feeds. Agricultural Engineering 38 (4): 522-525, 1957.

BRUHN, H. D.; ZIMMERMAN, A.; NIEDERMEIER, R. P. Developments in pelleting forage crops. Agricultural Engineering 40 (4): 204-207, 1959.

BUTLER, J. L.; MC COLLY, H. F. Strain gages determine pressure-displacement relationships. Agricultural Engineering 40 (6): 343-344, 1959.

- BUTLER, J. L.; MC COLLY, H. F. Factors affecting the pelleting of hay. *Agricultural Engineering* 40 (8): 442-446, 1959.
- CHANCELLOR, W. J. Formation of hay wafers with impact loads. *Agricultural Engineering* 43 (3): 136-138, 149, 1962.
- CHRISTENSEN, R. M. *Theory of Viscoelasticity - an introduction*. New York, Academic Press, 1982. 364p.
- CURLEY, R. G.; DOBIE, J. B.; PARSONS, P. S. Methods and costs for feeding alfalfa cubes to beef in feedlots. *Transactions of the ASAE* 16 (5): 910-913, 1973.
- DAL FABBRO, I. M. *Strain failure of apple material*. Michigan, 1979. 100p. (Unpublished PhD thesis).
- DOBIE, J. B. Engineering appraisal of hay pelleting. *Agricultural Engineering* 40 (2): 76-77, 92-93, 1959.
- DOBIE, J. B. Production of hay wafers. *Agricultural Engineering* 41 (6): 366-369, 1960.
- DOBIE, J. B.; CARNEGIE, E. J. Cubing and storage of moist alfalfa. *Transactions of the ASAE* 16 (4): 766-768, 772, 1973.
- DOBIE, J. B.; CURLEY, R. G.; PARSONS, P. S. Economics of hay wafering. *Agricultural Engineering* 45 (2): 74-77, 1964.

- DOBIE, J. B.; CURLEY, R. G.; RONNING, M.; PARSONS, P. S.
Feeding wafered hay. Agricultural Engineering 47 (7):
378-380, 1966.
- FARABODE, M. O.; O'CALLAGHAN, J. R. Theoretical analysis of the
compression of fibrous agricultural materials. Journal of
Agricultural Engineering Research 35 (3): 175-191, 1986.
- FLUGGE, W. Viscoelasticity. New York, Springer-Verlag, 1975,
194p.
- GRAHAN, V. A.; BILANSKI, W. K. Non linear viscoelastic behavior
during forage wafering. Transaction of the ASAE 29 (5):
1661-1665, 1984.
- GUSTAFSON, A. S.; KJELGAARD, W. J. Hay pellet, geometry and
stability. Agricultural Engineering 44 (8): 422-425, 1963.
- HALL, G. E.; BRAZEE, R. D.; HALL, C. W. Relaxation
characteristics of alfafa stem sections. Transactions of the
ASAE 15 (1): 49-54, 1972.
- HUANG, B. K.; YOERGER, R. R. Maceration as pretreatment in hay
wafering. Transactions of the ASAE 4 (1): 69-71, 1961.
- HUNDTOLT, E. B.; BUELOW, F. H. An axial stress-strain
relationship for bulk alfafa. Journal of Agricultural
Engineering Research 16 (1): 32-45, 1971.

- LEWIS-BECK, M. S. Applied regression. Beverly Hills, Sage Publications, 1983, 79p.
- LUNDELL, V. J.; HULL, D. O. Field production of hay wafers. Agricultural Engineering 42 (8): 412-415, 423, 1961.
- MASE, G. E. Theory and problems of continuum mechanics. New York, McGraw-Hill, 1970, 221p.
- MENEGAS S.A. Prensa enfardadeira PE-1410 - manual de operações. Caxias do Sul, 1986, 10p. (mimeografado).
- MOHSEININ, N. N. Physical properties of plant and animal materials. New York, Gordon and Breach Publishers, 1970.
- MOHSEININ, N. N.; ZASKE, J. Stress relaxation and energy requirements in compaction of unconsolidated materials. Journal of Agricultural Engineering Research 21 (2): 193-205 1976.
- MOURA, J. C. Conservação de forragens. in Utilização de Técnica Moderna na Exploração Leiteira: 191-208, Campinas, UNICAMP, 1985.
- O'DOHERTY, M. J.; WHEELER, J. A. Compression of straw to high densities in closed cylindrical dies. Journal of Agricultural Engineering Research 29 (1): 61-72, 1984.

- PICKARD, G. E.; ROLL, W. M.; RAMSER, J. H. Fundamentals of hay wafering. Transactions of the ASAE 4 (1): 65-71, 1961.
- POORE, B. P.; HERREN, K.; BUCHELE, W. F. Field wafering: an evaluation. Agricultural Engineering 49 (9): 526-527, 533, 1968.
- REECE, F. N. Temperature, pressure, and time relationships in forming dense hay wafers. Transactions of the ASAE 9 (6): 749-751, 1966.
- REHKUGLER, G. E.; BUCHELE, W. F. Influence of stems in alfalfa forage on the formation of wafers. Journal of Agricultural Engineering Research 12 (4): 285-292, 1967.
- REHKUGLER, G. E.; BUCHELE, W. F. Biomechanics of forage wafering. Transactions of the ASAE 12 (1): 1-8, 1969.
- RONNING, M.; DOBIE, J. B. Wafered versus baled alfalfa hay for milk production. Journal of Dairy Science 45 (8): 969-971, 1962.
- ROSTON, A. J. Alimentação de bovinos na seca - forrageiras para corte. in Serviço de Comunicação Rural, Boletim técnico n^o 34, Campinas, CATI, 1968, 51p.
- ROSTON, A. J.; LAUAR, N. M.; NORONHA, J. F. de; MOURA, J. C. de Caracterização de sistema de produção de leite especial na

Delegacia Agrícola de Campinas-SP. in Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro: 83-114, Campinas, 1985.

SMITH, I. E.; PROBERT, S. D.; STOKES, R. E.; HANSFORD, R. J.
The briquetting of wheat straw. Journal of Agricultural Engineering Research 22 (2): 105-111, 1977.

SOTEROPULOS, G.; DEBUHR, H. Cubing - past, present and future. Agricultural Engineering 50 (9): 516-518, 1969.

SRIVASTAVA, A. C.; BILANSKI, W. K.; GRAHAN, V. A. Feasibility of producing large size hay wafers. Canadian Agricultural Engineering 23 (2): 109-112, 1981.

TIMOSHENKO, S. P. Resistência dos materiais. vol I, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1975.

WAEELTI, H.; DOBIE, J. B. Cubability of rice straw as affected by various binders. Transactions of the ASAE 16 (2): 380-383 1973.

7 - ANEXOS

ANEXO 1 - Valores de tensão [Kgf/cm²] - Composição 1 V=15mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,73	5,68	5,68	5,79	5,75	5,75	5,68	5,79	5,73	0,0440	0,008
1,2	5,53	5,41	5,45	5,53	5,49	5,53	5,49	5,53	5,49	0,0421	0,008
2,4	5,30	5,17	5,22	5,26	5,22	5,24	5,26	5,22	5,24	0,0360	0,007
3,6	5,15	5,00	5,07	5,09	5,07	5,09	5,07	5,07	5,08	0,0384	0,008
4,8	5,05	4,87	4,96	4,96	4,94	4,98	4,94	4,94	4,95	0,0469	0,009
6,0	4,96	4,79	4,86	4,87	4,84	4,88	4,85	4,84	4,86	0,0451	0,009
12,0	4,80	4,69	4,70	4,69	4,68	4,66	4,62	4,62	4,68	0,0531	0,011
18,0	4,62	4,45	4,47	4,49	4,52	4,47	4,43	4,41	4,48	0,0610	0,014
24,0	4,47	4,30	4,31	4,33	4,36	4,33	4,29	4,29	4,33	0,0557	0,013
30,0	4,35	4,18	4,18	4,22	4,25	4,23	4,20	4,18	4,22	0,0536	0,013
36,0	4,24	4,09	4,14	4,14	4,15	4,15	4,13	4,10	4,14	0,0424	0,010
42,0	4,16	4,03	4,07	4,07	4,08	4,09	4,05	4,04	4,07	0,0377	0,009
48,0	4,13	3,97	4,01	4,01	4,02	4,03	3,99	3,98	4,02	0,0466	0,012
54,0	4,05	3,92	3,96	3,96	3,97	3,98	3,95	3,94	3,97	0,0360	0,009
60,0	4,01	3,86	3,92	3,92	3,92	3,94	3,90	3,88	3,92	0,0420	0,011
66,0	3,97	3,82	3,88	3,87	3,88	3,90	3,85	3,85	3,88	0,0418	0,011
72,0	3,94	3,78	3,84	3,83	3,84	3,86	3,81	3,80	3,84	0,0455	0,012
78,0	3,90	3,75	3,80	3,79	3,79	3,82	3,78	3,78	3,80	0,0417	0,011
84,0	3,86	3,71	3,77	3,78	3,78	3,79	3,76	3,75	3,77	0,0397	0,010
90,0	3,82	3,69	3,75	3,75	3,75	3,77	3,74	3,72	3,75	0,0352	0,009
96,0	3,78	3,65	3,71	3,71	3,71	3,75	3,70	3,70	3,71	0,0357	0,010
102,0	3,77	3,63	3,69	3,69	3,69	3,72	3,67	3,67	3,69	0,0382	0,010
108,0	3,75	3,61	3,67	3,67	3,67	3,70	3,65	3,64	3,67	0,0391	0,011
114,0	3,71	3,60	3,64	3,63	3,64	3,67	3,63	3,62	3,64	0,0315	0,009
120,0	3,69	3,56	3,62	3,62	3,62	3,65	3,61	3,61	3,62	0,0346	0,010
126,0	3,67	3,54	3,61	3,60	3,61	3,63	3,60	3,60	3,61	0,0338	0,009
132,0	3,65	3,52	3,59	3,58	3,59	3,61	3,58	3,57	3,59	0,0343	0,010
138,0	3,63	3,50	3,57	3,56	3,57	3,60	3,56	3,56	3,57	0,0348	0,010
144,0	3,61	3,49	3,56	3,55	3,55	3,58	3,55	3,54	3,55	0,0320	0,009
150,0	3,60	3,48	3,54	3,53	3,53	3,57	3,53	3,52	3,54	0,0331	0,009
156,0	3,58	3,46	3,52	3,51	3,52	3,55	3,51	3,50	3,52	0,0330	0,009
162,0	3,57	3,44	3,50	3,49	3,50	3,54	3,49	3,49	3,50	0,0360	0,010
168,0	3,55	3,43	3,48	3,48	3,48	3,52	3,48	3,47	3,49	0,0331	0,009
174,0	3,54	3,42	3,47	3,47	3,47	3,50	3,47	3,46	3,47	0,0320	0,009
180,0	3,52	3,41	3,46	3,46	3,46	3,49	3,45	3,44	3,46	0,0306	0,009

Tempo [segundos]

$\bar{\sigma}$ = tensão média

DP = desvio padrão

CV = coeficiente de variação

ANEXO 1 (cont.) - Valores de tensão [Kgf/cm²] - Composição 1 - V=22mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,64	5,75	5,68	5,45	5,68	5,68	5,68	5,60	5,64	0,0837	0,015
1,2	5,37	5,49	5,37	5,19	5,41	5,45	5,37	5,37	5,38	0,0824	0,015
2,4	5,11	5,20	5,09	4,96	5,11	5,11	5,11	5,19	5,11	0,0684	0,013
3,6	4,92	5,00	4,92	4,78	4,94	4,94	4,92	4,92	4,92	0,0578	0,012
4,8	4,81	4,85	4,81	4,67	4,81	4,81	4,81	4,79	4,79	0,0497	0,010
6,0	4,70	4,77	4,70	4,58	4,70	4,70	4,69	4,69	4,69	0,0486	0,010
12,0	4,41	4,55	4,50	4,40	4,50	4,45	4,48	4,49	4,47	0,0468	0,010
18,0	4,24	4,35	4,35	4,25	4,35	4,28	4,31	4,31	4,30	0,0418	0,010
24,0	4,13	4,22	4,20	4,11	4,20	4,14	4,17	4,17	4,17	0,0360	0,009
30,0	4,03	4,12	4,10	4,00	4,09	4,05	4,05	4,07	4,07	0,0364	0,009
36,0	3,96	4,03	4,01	3,92	4,00	3,98	3,99	3,98	3,98	0,0312	0,008
42,0	3,90	3,96	3,94	3,84	3,93	3,92	3,92	3,92	3,92	0,0331	0,008
48,0	3,84	3,91	3,88	3,78	3,86	3,87	3,86	3,86	3,86	0,0349	0,009
54,0	3,79	3,85	3,82	3,74	3,80	3,82	3,81	3,81	3,80	0,0296	0,008
60,0	3,75	3,81	3,78	3,68	3,77	3,78	3,78	3,78	3,77	0,0360	0,009
66,0	3,71	3,78	3,75	3,65	3,72	3,75	3,74	3,74	3,73	0,0361	0,010
72,0	3,68	3,75	3,71	3,61	3,69	3,71	3,70	3,70	3,69	0,0371	0,010
78,0	3,64	3,71	3,68	3,59	3,66	3,67	3,66	3,67	3,66	0,0324	0,009
84,0	3,62	3,68	3,64	3,56	3,62	3,64	3,63	3,63	3,63	0,0311	0,009
90,0	3,60	3,69	3,62	3,53	3,60	3,62	3,61	3,61	3,60	0,0304	0,008
96,0	3,57	3,62	3,60	3,51	3,57	3,61	3,59	3,59	3,58	0,0319	0,009
102,0	3,55	3,61	3,57	3,48	3,55	3,58	3,56	3,56	3,56	0,0346	0,010
108,0	3,52	3,58	3,55	3,45	3,52	3,56	3,54	3,54	3,53	0,0363	0,010
114,0	3,50	3,56	3,52	3,43	3,50	3,54	3,52	3,51	3,51	0,0357	0,010
120,0	3,48	3,54	3,50	3,42	3,48	3,51	3,49	3,49	3,49	0,0318	0,009
126,0	3,46	3,52	3,48	3,40	3,46	3,49	3,47	3,47	3,47	0,0318	0,009
132,0	3,44	3,50	3,46	3,38	3,44	3,46	3,45	3,45	3,45	0,0311	0,009
138,0	3,43	3,48	3,44	3,37	3,43	3,45	3,44	3,44	3,43	0,0287	0,008
144,0	3,41	3,46	3,43	3,35	3,41	3,44	3,43	3,43	3,42	0,0304	0,009
150,0	3,40	3,45	3,42	3,33	3,40	3,43	3,41	3,41	3,41	0,0328	0,010
156,0	3,39	3,43	3,40	3,32	3,38	3,42	3,40	3,40	3,39	0,0311	0,009
162,0	3,37	3,42	3,39	3,30	3,37	3,40	3,38	3,39	3,38	0,0331	0,010
168,0	3,36	3,41	3,37	3,29	3,36	3,39	3,37	3,37	3,36	0,0328	0,010
174,0	3,34	3,40	3,36	3,28	3,34	3,38	3,36	3,36	3,35	0,0331	0,010
180,0	3,33	3,39	3,35	3,27	3,33	3,37	3,35	3,35	3,34	0,0331	0,010

ANEXO 1 (cont.) - Valores de tensão [Kgf/cm²] - Composição 1 V=29mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,57	5,70	5,61	5,50	5,63	5,61	5,63	5,50	5,59	0,0638	0,011
1,2	5,29	5,42	5,29	5,20	5,34	5,32	5,33	5,24	5,30	0,0622	0,012
2,4	5,02	5,13	4,99	4,96	5,04	5,02	5,04	5,03	5,03	0,0459	0,009
3,6	4,83	4,92	4,82	4,78	4,86	4,83	4,82	4,77	4,83	0,0437	0,009
4,8	4,71	4,65	4,69	4,65	4,73	4,70	4,70	4,65	4,70	0,0421	0,009
6,0	4,60	4,69	4,58	4,55	4,61	4,59	4,59	4,54	4,59	0,0427	0,009
12,0	4,37	4,44	4,35	4,30	4,38	4,33	4,35	4,33	4,36	0,0394	0,009
18,0	4,21	4,21	4,20	4,19	4,24	4,18	4,19	4,16	4,20	0,0222	0,005
24,0	4,09	4,10	4,07	4,05	4,10	4,05	4,05	4,03	4,07	0,0249	0,006
30,0	3,98	4,02	3,98	3,95	4,00	3,96	3,94	3,97	3,97	0,0250	0,006
36,0	3,90	3,93	3,89	3,87	3,91	3,88	3,88	3,84	3,89	0,0254	0,006
42,0	3,84	3,87	3,82	3,80	3,85	3,82	3,81	3,79	3,82	0,0250	0,006
48,0	3,78	3,82	3,76	3,74	3,79	3,77	3,76	3,74	3,77	0,0250	0,007
54,0	3,73	3,77	3,71	3,70	3,73	3,72	3,71	3,68	3,72	0,0247	0,007
60,0	3,70	3,73	3,67	3,65	3,70	3,68	3,67	3,65	3,68	0,0257	0,007
66,0	3,67	3,70	3,64	3,61	3,66	3,64	3,63	3,61	3,64	0,0287	0,008
72,0	3,64	3,67	3,60	3,57	3,62	3,60	3,59	3,57	3,61	0,0323	0,009
78,0	3,60	3,64	3,57	3,55	3,59	3,57	3,56	3,55	3,58	0,0285	0,008
84,0	3,57	3,61	3,54	3,52	3,56	3,54	3,53	3,51	3,55	0,0299	0,008
90,0	3,54	3,57	3,51	3,49	3,53	3,51	3,50	3,48	3,51	0,0274	0,008
96,0	3,52	3,55	3,50	3,47	3,51	3,50	3,49	3,47	3,50	0,0247	0,007
102,0	3,49	3,54	3,47	3,45	3,49	3,48	3,46	3,44	3,48	0,0290	0,008
108,0	3,47	3,51	3,45	3,42	3,46	3,46	3,44	3,41	3,45	0,0290	0,008
114,0	3,45	3,49	3,42	3,40	3,44	3,43	3,41	3,39	3,43	0,0298	0,009
120,0	3,43	3,47	3,40	3,38	3,42	3,41	3,39	3,37	3,41	0,0298	0,009
126,0	3,41	3,45	3,38	3,37	3,40	3,39	3,37	3,35	3,39	0,0287	0,008
132,0	3,39	3,44	3,36	3,35	3,38	3,36	3,35	3,33	3,37	0,0316	0,009
138,0	3,37	3,43	3,35	3,33	3,37	3,35	3,34	3,32	3,36	0,0319	0,009
144,0	3,35	3,40	3,33	3,32	3,35	3,34	3,33	3,31	3,34	0,0257	0,008
150,0	3,34	3,39	3,32	3,30	3,34	3,33	3,32	3,29	3,33	0,0285	0,009
156,0	3,32	3,38	3,31	3,29	3,33	3,32	3,31	3,28	3,32	0,0267	0,008
162,0	3,31	3,37	3,30	3,27	3,32	3,30	3,29	3,27	3,30	0,0300	0,009
168,0	3,29	3,35	3,28	3,26	3,30	3,29	3,28	3,26	3,29	0,0267	0,008
174,0	3,28	3,34	3,27	3,25	3,29	3,28	3,27	3,25	3,28	0,0267	0,008
180,0	3,27	3,33	3,26	3,24	3,28	3,27	3,26	3,24	3,27	0,0267	0,008

ANEXO 1 (cont.) - Valores de tensão [Kgf/cm²] - Composição 1 V=36mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,53	5,67	5,57	5,47	5,60	5,57	5,60	5,43	5,55	0,0718	0,0
1,2	5,24	5,38	5,24	5,18	5,30	5,26	5,31	5,16	5,26	0,0668	0,0
2,4	4,92	5,09	4,93	4,93	5,00	4,96	4,99	4,93	4,97	0,0537	0,0
3,6	4,77	4,88	4,76	4,74	4,81	4,76	4,76	4,68	4,77	0,0536	0,0
4,8	4,65	4,75	4,61	4,62	4,68	4,64	4,64	4,56	4,64	0,0517	0,0
6,0	4,54	4,64	4,51	4,53	4,56	4,53	4,53	4,46	4,54	0,0474	0,0
12,0	4,35	4,38	4,27	4,28	4,32	4,27	4,28	4,25	4,30	0,0424	0,0
18,0	4,08	4,14	4,12	4,15	4,18	4,12	4,13	4,07	4,12	0,0335	0,0
24,0	3,95	4,03	3,99	4,01	4,04	4,00	3,99	3,95	3,99	0,0308	0,0
30,0	3,91	3,96	3,91	3,92	3,95	3,90	3,90	3,86	3,91	0,0291	0,0
36,0	3,83	3,87	3,81	3,84	3,86	3,82	3,82	3,76	3,83	0,0316	0,0
42,0	3,76	2,79	3,76	3,78	3,81	3,76	3,75	3,71	3,76	0,0278	0,0
48,0	3,70	3,75	3,70	3,72	3,75	3,69	3,69	3,67	3,71	0,0271	0,0
54,0	3,65	3,68	3,65	3,67	3,69	3,67	3,65	3,61	3,66	0,0232	0,0
60,0	3,63	3,61	3,59	3,60	3,66	3,60	3,60	3,57	3,61	0,0254	0,0
66,0	3,59	3,57	3,54	3,56	3,62	3,56	3,56	3,52	3,56	0,0283	0,0
72,0	3,55	3,53	3,50	3,52	3,59	3,52	3,53	3,48	3,53	0,0307	0,0
78,0	3,52	3,50	3,46	3,50	3,56	3,50	3,49	3,44	3,50	0,0339	0,0
84,0	3,49	3,47	3,43	3,47	3,53	3,47	3,46	3,41	3,47	0,0339	0,0
90,0	3,47	3,45	3,41	3,45	3,51	3,45	3,44	3,39	3,45	0,0339	0,0
96,0	3,45	3,43	3,39	3,43	3,49	3,43	3,42	3,36	3,42	0,0361	0,0
102,0	3,43	3,40	3,37	3,40	3,46	3,41	3,40	3,33	3,40	0,0361	0,0
108,0	3,40	3,39	3,35	3,39	3,44	3,40	3,39	3,31	3,38	0,0360	0,0
114,0	3,39	3,37	3,33	3,37	3,42	3,38	3,37	3,29	3,36	0,0367	0,0
120,0	3,37	3,35	3,32	3,35	3,40	3,37	3,36	3,26	3,35	0,0393	0,0
126,0	3,35	3,32	3,30	3,34	3,39	3,35	3,34	3,25	3,33	0,0387	0,0
132,0	3,32	3,31	3,28	3,32	3,38	3,33	3,32	3,24	3,31	0,0377	0,0
138,0	3,31	3,30	3,26	3,30	3,36	3,31	3,30	3,22	3,29	0,0381	0,0
144,0	3,30	3,29	3,24	3,28	3,35	3,29	3,29	3,20	3,28	0,0412	0,0
150,0	3,29	3,27	3,22	3,27	3,33	3,28	3,27	3,18	3,26	0,0424	0,0
156,0	3,27	3,26	3,20	3,25	3,32	3,26	3,25	3,17	3,25	0,0424	0,0
162,0	3,26	3,24	3,19	3,23	3,31	3,24	3,24	3,15	3,23	0,0441	0,0
168,0	3,24	3,23	3,18	3,21	3,30	3,23	3,23	3,14	3,22	0,0436	0,0
174,0	3,23	3,22	3,17	3,19	3,29	3,22	3,21	3,13	3,21	0,0438	0,0
180,0	3,22	3,21	3,16	3,18	3,28	3,21	3,20	3,12	3,20	0,0438	0,0

ANEXO 1 (cont) - Valores de tensão [Kgf/cm²] - Composição 1 V=43mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,50	5,65	5,54	5,45	5,58	5,54	5,58	5,38	5,53	0,0785	0,014
1,2	5,21	5,35	5,21	5,17	5,27	5,22	5,29	5,10	5,23	0,0715	0,014
2,4	4,89	5,06	4,89	4,91	4,97	4,92	4,96	4,86	4,93	0,0591	0,013
3,6	4,74	4,85	4,72	4,72	4,78	4,72	4,72	4,62	4,73	0,0606	0,013
4,8	4,61	4,73	4,57	4,60	4,65	4,60	4,60	4,51	4,61	0,0590	0,013
6,0	4,51	4,61	4,48	4,52	4,53	4,50	4,50	4,41	4,51	0,0519	0,013
12,0	4,34	4,35	4,23	4,27	4,31	4,24	4,24	4,20	4,27	0,0514	0,013
18,0	4,12	4,10	4,07	4,13	4,15	4,09	4,09	4,02	4,10	0,0374	0,009
24,0	3,99	3,99	3,95	3,99	4,01	3,97	3,95	3,91	3,97	0,0300	0,008
30,0	3,91	3,92	3,87	3,90	3,92	3,87	3,86	3,82	3,88	0,0328	0,008
36,0	3,83	3,84	3,77	3,82	3,83	3,79	3,79	3,72	3,80	0,0376	0,010
42,0	3,76	3,78	3,72	3,77	3,78	3,73	3,72	3,67	3,74	0,0359	0,010
48,0	3,70	3,73	3,66	3,71	3,72	3,66	3,66	3,63	3,68	0,0335	0,009
54,0	3,65	3,68	3,62	3,66	3,67	3,64	3,62	3,57	3,64	0,0330	0,009
60,0	3,63	3,62	3,57	3,60	3,64	3,58	3,57	3,53	3,59	0,0346	0,010
66,0	3,59	3,59	3,52	3,56	3,60	3,54	3,53	3,48	3,55	0,0389	0,011
72,0	3,55	3,55	3,48	3,52	3,57	3,50	3,50	3,45	3,51	0,0377	0,011
78,0	3,52	3,52	3,45	3,50	3,54	3,47	3,46	3,42	3,48	0,0387	0,011
84,0	3,49	3,49	3,43	3,47	3,51	3,45	3,44	3,39	3,46	0,0366	0,011
90,0	3,46	3,47	3,40	3,45	3,48	3,42	3,41	3,36	3,43	0,0382	0,011
96,0	3,44	3,45	3,38	3,43	3,46	3,40	3,39	3,34	3,41	0,0382	0,011
102,0	3,42	3,42	3,36	3,40	3,44	3,38	3,37	3,31	3,39	0,0390	0,011
108,0	3,40	3,41	3,34	3,38	3,42	3,37	3,35	3,29	3,37	0,0400	0,011
114,0	3,38	3,39	3,32	3,37	3,40	3,35	3,33	3,27	3,35	0,0404	0,011
120,0	3,36	3,37	3,30	3,35	3,38	3,33	3,32	3,25	3,33	0,0399	0,011
126,0	3,34	3,35	3,28	3,34	3,36	3,31	3,30	3,24	3,31	0,0381	0,011
132,0	3,32	3,34	3,27	3,32	3,35	3,29	3,28	3,22	3,30	0,0398	0,011
138,0	3,30	3,33	3,25	3,30	3,34	3,28	3,27	3,20	3,28	0,0421	0,011
144,0	3,29	3,31	3,23	3,28	3,32	3,26	3,26	3,19	3,27	0,0399	0,011
150,0	3,28	3,29	3,22	3,27	3,31	3,25	3,24	3,17	3,25	0,0415	0,011
156,0	3,26	3,28	3,20	3,25	3,30	3,23	3,22	3,16	3,24	0,0421	0,011
162,0	3,25	3,27	3,19	3,23	3,28	3,21	3,21	3,14	3,22	0,0426	0,011
168,0	3,23	3,25	3,18	3,22	3,27	3,20	3,20	3,13	3,21	0,0406	0,011
174,0	3,22	3,24	3,16	3,20	3,26	3,19	3,18	3,12	3,20	0,0418	0,011
180,0	3,21	3,23	3,15	3,19	3,25	3,18	3,17	3,11	3,19	0,0418	0,011

ANEXO 1 (cont) - Valores de tensão [Kgf/cm²] - Composição 1 V=50mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,48	5,63	5,52	5,44	5,56	5,52	5,56	5,35	5,51	0,0798	0,01
1,2	5,19	4,33	5,19	5,16	5,25	5,20	5,28	5,07	5,21	0,0741	0,01
2,4	4,87	5,04	4,86	4,90	4,95	4,89	4,94	4,82	4,91	0,0633	0,01
3,6	4,72	4,83	4,70	4,71	4,76	4,70	4,70	4,59	4,71	0,0628	0,01
4,8	4,59	4,71	4,54	4,59	4,63	4,58	4,58	4,48	4,59	0,0620	0,01
6,0	4,49	4,60	4,46	4,51	4,52	4,48	4,48	4,38	4,49	0,0577	0,01
12,0	4,33	4,34	4,21	4,26	4,28	4,22	4,22	4,18	4,25	0,0543	0,01
18,0	4,04	4,08	4,05	4,12	4,13	4,07	4,07	4,00	4,07	0,0394	0,01
24,0	3,91	3,97	3,93	3,98	3,99	3,95	3,93	3,88	3,94	0,0349	0,00
30,0	3,86	3,90	3,84	3,89	3,90	3,85	3,84	3,79	3,86	0,0352	0,00
36,0	3,78	3,83	3,75	3,81	3,82	3,77	3,77	3,70	3,78	0,0395	0,00
42,0	3,71	3,77	3,70	3,76	3,77	3,71	3,70	3,64	3,72	0,0418	0,01
48,0	3,65	3,72	3,64	3,70	3,71	3,65	3,64	3,60	3,66	0,0390	0,01
54,0	3,60	3,68	3,60	3,65	3,66	3,62	3,60	3,55	3,62	0,0391	0,01
60,0	3,59	3,62	3,56	3,60	3,63	3,57	3,55	3,51	3,58	0,0369	0,01
66,0	3,55	3,60	3,51	3,56	3,59	3,53	3,52	3,46	3,54	0,0424	0,01
72,0	3,51	3,56	3,47	3,52	3,56	3,49	3,48	3,43	3,50	0,0418	0,01
78,0	3,48	3,53	3,44	3,50	3,53	3,46	3,45	3,41	3,47	0,0403	0,01
84,0	3,45	3,50	3,43	3,47	3,50	3,44	3,43	3,38	3,45	0,0374	0,01
90,0	3,44	4,48	3,40	3,45	3,47	3,41	3,40	3,35	3,42	0,0403	0,01
96,0	3,42	3,46	3,38	3,43	3,45	3,39	3,38	3,33	3,40	0,0403	0,01
102,0	3,39	3,43	3,35	3,40	3,40	3,37	3,35	3,30	3,38	0,0415	0,01
108,0	3,37	3,42	3,33	3,38	3,41	3,35	3,33	3,28	3,36	0,0431	0,01
114,0	3,35	3,40	3,31	3,37	3,39	3,33	3,31	3,26	3,34	0,0439	0,01
120,0	3,33	3,38	3,29	3,35	3,38	3,31	3,30	3,25	3,32	0,0424	0,01
126,0	3,31	3,36	3,27	3,34	3,35	3,29	3,28	3,23	3,30	0,0481	0,01
132,0	3,29	3,35	3,26	3,32	3,34	3,27	3,26	3,21	3,29	0,0441	0,01
138,0	3,28	3,34	3,25	3,30	3,33	3,26	3,25	3,19	3,27	0,0456	0,01
144,0	3,27	3,32	3,23	3,28	3,31	3,25	3,24	3,18	3,26	0,0424	0,01
150,0	3,25	3,30	3,22	3,27	3,30	3,24	3,22	3,16	3,24	0,0436	0,01
156,0	3,24	3,29	3,20	3,25	3,28	3,22	3,20	3,15	3,23	0,0431	0,01
162,0	3,22	3,28	3,19	3,24	3,27	3,20	3,19	3,14	3,22	0,0433	0,01
168,0	3,21	3,27	3,18	3,23	3,26	3,19	3,18	3,13	3,21	0,0433	0,01
174,0	3,20	3,26	3,17	3,22	3,25	3,18	3,17	3,12	3,20	0,0433	0,01
180,0	3,19	3,25	3,16	3,21	3,24	3,17	3,16	3,11	3,19	0,0433	0,01

ANEXO 1 (cont.) - Valores de tensão [Kgf/cm²] - Composição 1 V=57mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,45	5,60	5,49	5,41	5,53	5,49	5,53	5,30	5,47	0,0849	0,0
1,2	5,15	5,30	5,15	5,15	5,22	5,15	5,26	5,00	5,17	0,0851	0,0
2,4	4,84	5,00	4,81	4,88	4,92	4,84	4,90	4,73	4,86	0,0752	0,0
3,6	4,69	4,81	4,66	4,69	4,73	4,66	4,66	4,54	4,68	0,0711	0,0
4,8	4,56	4,54	4,69	4,58	4,60	4,54	4,54	4,43	4,55	0,0707	0,0
6,0	4,47	4,58	4,43	4,50	4,50	4,45	4,45	4,35	4,47	0,0618	0,0
12,0	4,32	4,32	4,18	4,25	4,25	4,20	4,20	4,15	4,23	0,0624	0,0
18,0	4,18	4,05	4,02	4,11	4,11	4,05	4,05	3,97	4,07	0,0602	0,0
24,0	4,03	3,95	3,90	3,97	3,97	3,93	3,91	3,85	3,94	0,0509	0,0
30,0	3,91	3,87	3,80	3,88	3,88	3,82	3,81	3,75	3,84	0,0500	0,0
36,0	3,82	3,81	3,73	3,80	3,80	3,75	3,75	3,67	3,77	0,0477	0,0
42,0	3,77	3,76	3,67	3,75	3,75	3,68	3,67	3,61	3,71	0,0540	0,0
48,0	3,70	3,71	3,61	3,69	3,69	3,63	3,62	3,57	3,65	0,0482	0,0
54,0	3,66	3,67	3,58	3,64	3,65	3,60	3,58	3,52	3,61	0,0482	0,0
60,0	3,63	3,63	3,54	3,61	3,61	3,55	3,53	3,48	3,57	0,0517	0,0
66,0	3,58	3,61	3,50	3,57	3,58	3,51	3,50	3,44	3,54	0,0536	0,0
72,0	3,54	3,58	3,46	3,53	3,54	3,47	3,46	3,41	3,50	0,0533	0,0
78,0	3,51	3,55	3,43	3,50	3,51	3,44	3,43	3,39	3,47	0,0512	0,0
84,0	3,48	3,52	3,42	3,47	3,48	3,42	3,41	3,36	3,45	0,0480	0,0
90,0	3,44	3,50	3,39	3,45	3,45	3,39	3,38	3,33	3,42	0,0500	0,0
96,0	3,43	3,47	3,37	3,43	3,43	3,37	3,36	3,31	3,40	0,0487	0,0
102,0	3,41	3,45	3,34	3,41	3,41	3,35	3,33	3,29	3,37	0,0505	0,0
108,0	3,39	3,43	3,32	3,38	3,39	3,33	3,31	3,26	3,35	0,0518	0,0
114,0	3,37	3,42	3,30	3,36	3,37	3,31	3,29	3,25	3,33	0,0517	0,0
120,0	3,35	3,40	3,28	3,34	3,35	3,29	3,27	3,24	3,31	0,0497	0,0
126,0	3,33	3,38	3,26	3,33	3,33	3,27	3,25	3,22	3,30	0,0505	0,0
132,0	3,31	3,37	3,25	3,31	3,32	3,25	3,24	3,20	3,28	0,0516	0,0
138,0	3,29	3,36	3,24	3,29	3,31	3,24	3,23	3,18	3,27	0,0524	0,0
144,0	3,27	3,34	3,22	3,28	3,29	3,23	3,22	3,17	3,25	0,0494	0,0
150,0	3,26	3,32	3,21	3,26	3,28	3,22	3,20	3,15	3,24	0,0497	0,0
156,0	3,25	3,31	3,19	3,25	3,26	3,20	3,18	3,14	3,22	0,0509	0,0
162,0	3,24	3,30	3,18	3,24	3,25	3,18	3,17	3,13	3,21	0,0561	0,0
168,0	3,22	3,28	3,17	3,23	3,24	3,17	3,16	3,11	3,20	0,0509	0,0
174,0	3,21	3,27	3,15	3,22	3,23	3,16	3,15	3,10	3,19	0,0517	0,0
180,0	3,20	3,26	3,14	3,21	3,22	3,15	3,14	3,09	3,18	0,0517	0,0

ANEXO 1(cont.) - Valores de tensão [Kgf/cm²] - Composição 1 V=64mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,36	5,35	5,39	5,21	5,35	5,43	5,43	5,54	5,38	0,0879	0,016
1,2	5,07	5,07	5,09	4,96	5,07	5,15	5,13	5,24	5,10	0,0753	0,015
2,4	4,77	4,76	4,78	4,73	4,77	4,81	4,80	4,93	4,79	0,0563	0,012
3,6	4,63	4,62	4,63	4,60	4,63	4,67	4,65	4,77	4,65	0,0492	0,011
4,8	4,51	4,50	4,50	4,48	4,51	4,55	4,53	4,65	4,53	0,0499	0,011
6,0	4,44	4,42	4,42	4,35	4,47	4,49	4,45	4,55	4,45	0,0546	0,012
12,0	4,20	4,18	4,18	4,14	4,22	4,24	4,20	4,28	4,20	0,0397	0,009
18,0	4,08	4,00	4,04	3,97	4,12	4,12	4,09	4,15	4,07	0,0588	0,014
24,0	3,96	3,88	3,91	3,86	3,98	4,00	3,95	4,01	3,94	0,0517	0,013
30,0	3,86	3,79	3,86	3,76	3,89	3,89	3,86	3,91	3,84	0,0512	0,013
36,0	3,74	3,70	3,78	3,67	3,81	3,82	3,79	3,84	3,77	0,0562	0,015
42,0	3,68	3,64	3,71	3,61	3,76	3,77	3,72	3,78	3,71	0,0580	0,016
48,0	3,65	3,59	3,64	3,55	3,69	3,71	3,65	3,70	3,64	0,0502	0,014
54,0	3,62	3,54	3,60	3,51	3,65	3,66	3,59	3,65	3,60	0,0509	0,014
60,0	3,54	3,51	3,59	3,48	3,60	3,63	3,57	3,60	3,56	0,0477	0,013
66,0	3,51	3,46	3,55	3,45	3,56	3,60	3,53	3,56	3,53	0,0484	0,014
72,0	3,47	3,43	3,51	3,42	3,52	3,57	3,50	3,52	3,49	0,0468	0,013
78,0	3,45	3,41	3,48	3,40	3,50	3,54	3,46	3,50	3,47	0,0444	0,013
84,0	3,43	3,38	3,45	3,37	3,47	3,51	3,44	3,47	3,44	0,0439	0,013
90,0	3,40	3,35	3,44	3,33	3,45	3,49	3,41	3,45	3,41	0,0545	0,015
96,0	3,38	3,33	3,42	3,30	3,43	3,46	3,39	3,43	3,39	0,0509	0,015
102,0	3,36	3,30	3,39	3,28	3,40	3,44	3,37	3,40	3,37	0,0502	0,015
108,0	3,34	3,28	3,37	3,25	3,38	3,42	3,35	3,39	3,35	0,0533	0,016
114,0	3,31	3,26	3,35	3,23	3,37	3,40	3,33	3,37	3,33	0,0545	0,016
120,0	3,30	3,25	3,33	3,22	3,35	3,38	3,32	3,35	3,31	0,0504	0,015
126,0	3,29	3,23	3,31	3,21	3,34	3,37	3,30	3,34	3,30	0,0516	0,016
132,0	3,28	3,21	3,29	3,19	3,32	3,35	3,28	3,32	3,28	0,0515	0,016
138,0	3,26	3,19	3,28	3,17	3,30	3,34	3,27	3,30	3,26	0,0536	0,016
144,0	3,24	3,18	3,27	3,16	3,28	3,32	3,26	3,28	3,25	0,0504	0,015
150,0	3,23	3,16	3,25	3,15	3,27	3,31	3,24	3,27	3,23	0,0515	0,016
156,0	3,21	3,15	3,24	3,13	3,25	3,29	3,22	3,25	3,22	0,0502	0,016
162,0	3,20	3,14	3,22	3,11	3,24	3,28	3,21	3,23	3,20	0,0512	0,016
168,0	3,19	3,13	3,21	3,10	3,23	3,26	3,20	3,21	3,19	0,0488	0,015
174,0	3,18	3,12	3,20	3,09	3,22	3,25	3,18	3,19	3,18	0,0483	0,015
180,0	3,17	3,11	3,19	3,08	3,21	3,24	3,17	3,18	3,17	0,0483	0,015

ANEXO 2 - Valores de tensão [Kgf/cm²] - Composição 2 V= 15mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,68	5,79	5,68	5,68	5,79	5,75	5,75	5,75	5,73	0,0444	0,008
1,2	5,45	5,57	5,53	5,49	5,60	5,60	5,56	5,56	5,54	0,0492	0,009
2,4	5,22	5,30	5,30	5,26	5,37	5,36	5,34	5,34	5,31	0,0483	0,009
3,6	5,07	5,15	5,15	5,11	5,20	5,20	5,20	5,19	5,16	0,0454	0,009
4,8	4,96	5,01	5,03	5,00	5,11	5,11	5,11	5,07	5,05	0,0595	0,011
6,0	4,88	4,92	4,96	4,91	5,03	5,01	5,02	5,00	4,97	0,0534	0,011
12,0	4,69	4,73	4,77	4,71	4,80	4,79	4,80	4,76	4,76	0,0394	0,008
18,0	4,49	4,53	4,62	4,54	4,58	4,58	4,60	4,56	4,56	0,0390	0,009
24,0	4,37	4,40	4,49	4,41	4,47	4,48	4,50	4,45	4,45	0,0444	0,010
30,0	4,26	4,31	4,39	4,31	4,38	4,40	4,42	4,37	4,35	0,0517	0,012
36,0	4,18	4,21	4,31	4,24	4,31	4,32	4,35	4,31	4,28	0,0567	0,013
42,0	4,13	4,15	4,25	4,17	4,25	4,26	4,30	4,25	4,22	0,0572	0,014
48,0	4,08	4,10	4,19	4,13	4,20	4,22	4,25	4,19	4,17	0,0561	0,013
54,0	4,02	4,05	4,15	4,08	4,16	4,17	4,21	4,14	4,12	0,0612	0,015
60,0	3,98	4,01	4,11	4,03	4,03	4,13	4,17	4,11	4,08	0,0634	0,015
66,0	3,94	3,97	4,08	4,00	4,09	4,10	4,14	4,07	4,05	0,0657	0,016
72,0	3,90	3,94	4,04	3,96	4,05	4,07	4,11	4,05	4,01	0,0680	0,017
78,0	3,87	3,90	4,01	3,94	4,02	4,03	4,08	4,01	3,98	0,0670	0,017
84,0	3,84	3,87	3,98	3,90	4,00	4,01	4,06	3,98	3,95	0,0714	0,018
90,0	3,81	3,85	3,96	3,87	3,97	3,98	4,03	3,96	3,93	0,0710	0,018
96,0	3,79	3,82	3,93	3,85	3,94	3,96	4,01	3,94	3,90	0,0712	0,018
102,0	3,78	3,79	3,91	3,82	3,93	3,94	3,98	3,91	3,88	0,0703	0,018
108,0	3,75	3,78	3,88	3,80	3,91	3,92	3,97	3,89	3,86	0,0721	0,019
114,0	3,73	3,76	3,86	3,78	3,88	3,90	3,95	3,87	3,84	0,0713	0,019
120,0	3,71	3,74	3,84	3,77	3,87	3,88	3,94	3,85	3,82	0,0730	0,019
126,0	3,69	3,72	3,82	3,76	3,85	3,86	3,91	3,82	3,80	0,0698	0,018
132,0	3,67	3,70	3,80	3,74	3,82	3,85	3,90	3,81	3,79	0,0724	0,019
138,0	3,65	3,69	3,79	3,72	3,80	3,83	3,88	3,79	3,77	0,0713	0,019
144,0	3,64	3,67	3,78	3,70	3,79	3,81	3,87	3,78	3,75	0,0715	0,019
150,0	3,62	3,65	3,77	3,69	3,78	3,79	3,85	3,77	3,74	0,0733	0,020
156,0	3,61	3,63	3,75	3,67	3,77	3,78	3,84	3,76	3,73	0,0753	0,020
162,0	3,60	3,62	3,73	3,65	3,76	3,77	3,82	3,75	3,71	0,0741	0,020
168,0	3,59	3,61	3,72	3,64	3,75	3,76	3,81	3,74	3,70	0,0741	0,020
174,0	3,57	3,60	3,71	3,63	3,73	3,75	3,79	3,72	3,69	0,0729	0,020
180,0	3,56	3,59	3,70	3,62	3,72	3,74	3,78	3,71	3,68	0,0729	0,020

Tempo [segundos]

 $\bar{\sigma}$ = tensão média

DP = desvio padrão

CV = coeficiente de variação

ANEXO 2 (cont.)- Valores de tensão [Kgf/cm²]- Composição 2 V=22mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,75	5,64	5,75	5,60	5,68	5,64	5,64	5,45	5,64	0,0890	0,016
1,2	5,49	5,37	5,49	5,38	5,51	5,41	5,39	5,26	5,41	0,0776	0,014
2,4	5,22	5,11	5,23	5,15	5,32	5,17	5,17	5,03	5,17	0,0806	0,016
3,6	5,04	4,96	5,07	5,00	5,17	5,00	5,01	4,88	5,02	0,0786	0,016
4,8	4,92	4,84	4,96	4,88	5,07	4,88	4,90	4,79	4,90	0,0784	0,016
6,0	4,84	4,75	4,88	4,81	4,96	4,81	4,81	4,69	4,82	0,0756	0,016
12,0	4,55	4,48	4,60	4,52	4,73	4,52	4,54	4,43	4,55	0,0837	0,018
18,0	4,40	4,32	4,44	4,37	4,59	4,37	4,37	4,27	4,39	0,0888	0,020
24,0	4,30	4,21	4,33	4,25	4,49	4,25	4,27	4,26	4,28	0,0923	0,022
30,0	4,20	4,13	4,25	4,17	4,40	4,16	4,16	4,09	4,19	0,0890	0,021
36,0	4,14	4,06	4,18	4,11	4,33	4,10	4,11	4,00	4,13	0,0909	0,022
42,0	4,09	4,00	4,13	4,06	4,28	4,04	4,05	3,95	4,07	0,0926	0,023
48,0	4,03	3,96	4,07	4,01	4,24	3,98	4,01	3,90	4,02	0,0939	0,023
54,0	3,99	3,92	4,03	3,97	4,19	3,94	3,96	3,85	3,98	0,0931	0,023
60,0	3,95	3,87	3,99	3,94	4,15	3,90	3,94	3,81	3,94	0,0935	0,024
66,0	3,92	3,83	3,96	3,90	4,13	3,86	3,90	3,78	3,91	0,0981	0,025
72,0	3,88	3,80	3,94	3,86	4,09	3,82	3,87	3,75	3,88	0,0968	0,025
78,0	3,86	3,78	3,90	3,83	4,06	3,79	3,83	3,72	3,85	0,0954	0,025
84,0	3,82	3,76	3,87	3,80	4,03	3,78	3,81	3,69	3,82	0,0930	0,024
90,0	3,79	3,72	3,85	3,78	4,01	3,75	3,78	3,67	3,79	0,0955	0,025
96,0	3,78	3,70	3,82	3,77	3,98	3,72	3,77	3,64	3,77	0,0942	0,025
102,0	3,77	3,68	3,80	3,74	3,96	3,70	3,75	3,61	3,75	0,0962	0,026
108,0	3,75	3,66	3,78	3,72	3,95	3,68	3,73	3,60	3,73	0,0972	0,026
114,0	3,72	3,64	3,77	3,70	3,93	3,66	3,71	3,59	3,71	0,0960	0,026
120,0	3,71	3,62	3,75	3,69	3,92	3,64	3,69	3,57	3,70	0,0988	0,027
126,0	3,70	3,61	3,73	3,67	3,88	3,63	3,67	3,55	3,68	0,0918	0,025
132,0	3,67	3,59	3,72	3,65	3,87	3,61	3,65	3,53	3,66	0,0951	0,026
138,0	3,66	3,57	3,70	3,63	3,86	3,60	3,64	3,52	3,65	0,0955	0,026
144,0	3,64	3,56	3,68	3,62	3,84	3,58	3,62	3,50	3,63	0,0943	0,026
150,0	3,63	3,55	3,67	3,61	3,82	3,57	3,61	3,49	3,62	0,0916	0,025
156,0	3,62	3,54	3,65	3,60	3,80	3,56	3,60	3,4	3,60	0,0900	0,025
162,0	3,61	3,52	3,64	3,58	3,79	3,54	3,59	3,45	3,59	0,0935	0,026
168,0	3,60	3,50	3,63	3,57	3,78	3,52	3,57	3,44	3,58	0,0953	0,027
174,0	3,58	3,49	3,61	3,56	3,77	3,51	3,56	3,43	3,56	0,0943	0,026
180,0	3,57	3,48	3,60	3,55	3,76	3,50	3,55	3,42	3,55	0,0943	0,027

ANEXO 2 (cont.)- Valores de tensão [Kgf/cm²]- Composição 2 V= 29mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,59	5,59	5,66	5,57	5,62	5,58	5,62	5,51	5,59	0,0412	0,007
1,2	5,33	5,30	5,40	5,32	5,38	5,32	5,38	5,31	5,34	0,0356	0,007
2,4	5,06	5,03	5,13	5,08	5,17	5,06	5,14	5,06	5,09	0,0459	0,009
3,6	4,90	4,87	4,98	4,93	5,02	4,89	4,97	4,89	4,93	0,0499	0,010
4,8	4,77	4,75	4,85	4,80	4,92	4,77	4,85	4,79	4,81	0,0531	0,011
6,0	4,69	4,67	4,78	4,73	4,83	4,69	4,76	4,69	4,73	0,0522	0,011
12,0	4,38	4,37	4,47	4,44	4,54	4,38	4,46	4,41	4,43	0,0544	0,012
18,0	4,25	4,22	4,33	4,29	4,42	4,25	4,30	4,25	4,29	0,0595	0,014
24,0	4,14	4,11	4,22	4,18	4,31	4,13	4,20	4,14	4,18	0,0607	0,014
30,0	4,05	4,03	4,14	4,10	4,23	4,04	4,10	4,06	4,09	0,0620	0,015
36,0	4,00	3,97	4,08	4,05	4,16	3,98	4,05	3,98	4,03	0,0608	0,015
42,0	3,94	3,91	4,03	3,99	4,11	3,93	3,99	3,93	3,98	0,0623	0,016
48,0	3,89	3,87	3,97	3,94	4,07	3,87	3,95	3,87	3,93	0,0653	0,017
54,0	3,85	3,83	3,94	3,90	4,03	3,84	3,90	3,83	3,89	0,0648	0,017
60,0	3,82	3,78	3,90	3,87	3,98	3,80	3,88	3,79	3,85	0,0639	0,017
66,0	3,79	3,75	3,87	3,83	3,96	3,76	3,84	3,76	3,82	0,0667	0,017
72,0	3,76	3,72	3,85	3,80	3,93	3,73	3,81	3,73	3,79	0,0677	0,018
78,0	3,73	3,69	3,81	3,77	3,90	3,70	3,78	3,70	3,76	0,0667	0,018
84,0	3,70	3,67	3,78	3,74	3,87	3,68	3,75	3,67	3,73	0,0644	0,017
90,0	3,66	3,63	3,76	3,72	3,84	3,64	3,72	3,65	3,70	0,0676	0,018
96,0	3,65	3,61	3,74	3,71	3,82	3,62	3,71	3,63	3,69	0,0676	0,018
102,0	3,64	3,60	3,72	3,68	3,80	3,60	3,69	3,60	3,67	0,0665	0,018
108,0	3,62	3,58	3,70	3,66	3,78	3,59	3,67	3,59	3,65	0,0641	0,018
114,0	3,60	3,56	3,69	3,64	3,76	4,56	3,65	3,57	3,63	0,0664	0,013
120,0	3,59	3,54	3,67	3,63	3,75	3,55	3,63	3,55	3,61	0,0674	0,019
126,0	3,58	3,53	3,65	3,61	3,73	3,54	3,61	3,54	3,60	0,0633	0,018
132,0	3,55	3,51	3,63	3,59	3,71	3,51	3,59	3,52	3,58	0,0650	0,018
138,0	3,54	3,50	3,62	3,57	3,70	3,50	3,58	3,50	3,56	0,0659	0,018
144,0	3,52	3,48	3,60	3,56	3,69	3,49	3,57	3,48	3,55	0,0679	0,019
150,0	3,51	3,47	3,59	3,55	3,67	3,48	3,56	3,47	3,54	0,0653	0,018
156,0	3,49	3,46	3,57	3,54	3,65	3,46	3,54	3,44	3,52	0,0658	0,019
162,0	3,48	3,45	3,56	3,53	3,64	3,45	3,53	3,43	3,51	0,0658	0,019
168,0	3,47	3,43	3,54	3,52	3,62	3,44	3,51	3,42	3,49	0,0632	0,018
174,0	3,46	3,42	3,53	3,51	3,61	3,43	3,50	3,41	3,48	0,0632	0,018
180,0	3,45	3,41	3,52	3,50	3,60	3,42	3,49	3,40	3,47	0,0632	0,018

ANEXO 2 (cont.)- Valores de tensão [Kgf/cm²] - Composição 2 V=36mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,50	5,56	5,60	5,55	5,58	5,54	5,61	5,55	5,56	0,0330	0,006
1,2	5,25	5,26	5,35	5,29	5,31	5,27	5,38	5,34	5,31	0,0439	0,008
2,4	4,97	4,98	5,07	5,04	5,09	5,02	5,12	5,08	5,05	0,0500	0,010
3,6	4,81	4,82	4,92	4,88	4,93	4,83	4,95	4,90	4,88	0,0505	0,010
4,8	4,68	4,70	4,81	4,76	4,83	4,71	4,82	4,79	4,76	0,0552	0,012
6,0	4,60	4,62	4,72	4,69	4,75	4,61	4,73	4,69	4,68	0,0548	0,012
12,0	4,29	4,31	4,40	4,40	4,44	4,30	4,41	4,40	4,37	0,0549	0,013
18,0	4,16	4,16	4,26	4,25	4,31	4,17	4,26	4,23	4,22	0,0522	0,012
24,0	4,05	4,05	4,16	4,14	4,20	4,06	4,16	4,12	4,12	0,0540	0,013
30,0	3,96	3,97	4,07	4,06	4,12	3,97	4,06	4,04	4,03	0,0544	0,013
36,0	3,91	3,91	4,02	4,01	4,06	3,91	4,02	3,97	3,98	0,0561	0,014
42,0	3,85	3,86	3,97	3,95	4,00	3,86	3,96	3,92	3,92	0,0542	0,014
48,0	3,80	3,81	3,91	3,89	3,96	3,80	3,91	3,85	3,87	0,0563	0,014
54,0	3,76	3,77	3,88	3,86	3,93	3,77	3,86	3,82	3,83	0,0575	0,015
60,0	3,73	3,73	3,84	3,83	3,88	3,73	3,84	3,78	3,79	0,0563	0,015
66,0	3,70	3,70	3,81	3,79	3,84	3,70	3,80	3,75	3,76	0,0528	0,014
72,0	3,68	3,67	3,79	3,76	3,82	3,67	3,77	3,72	3,73	0,0545	0,015
78,0	3,65	3,64	3,76	3,73	3,80	3,64	3,74	3,69	3,71	0,0566	0,015
84,0	3,62	3,62	3,73	3,70	3,77	3,61	3,71	3,66	3,68	0,0552	0,014
90,0	3,58	3,57	3,70	3,68	3,73	3,57	3,68	3,64	3,64	0,0594	0,016
96,0	3,57	3,55	3,69	3,67	3,72	3,56	3,67	3,62	3,63	0,0611	0,017
102,0	3,56	3,54	3,67	3,64	3,70	3,54	3,65	3,59	3,61	0,0580	0,016
108,0	3,54	3,52	3,65	3,62	3,67	3,53	3,63	3,58	3,59	0,0543	0,015
114,0	3,52	3,51	3,63	3,60	3,65	3,50	3,61	3,56	3,57	0,0543	0,015
120,0	3,51	3,49	3,62	3,59	3,64	3,49	3,59	3,54	3,56	0,0553	0,015
126,0	3,50	3,48	3,60	3,57	3,63	3,48	3,57	3,53	3,54	0,0527	0,015
132,0	3,47	3,46	3,58	3,55	3,61	3,45	3,55	3,51	3,52	0,0554	0,016
138,0	3,46	3,45	3,57	3,53	3,60	3,44	3,54	3,49	3,51	0,0552	0,016
144,0	3,44	3,43	3,55	3,52	3,59	3,43	3,53	3,47	3,49	0,0570	0,016
150,0	3,43	3,42	3,54	3,51	3,57	3,42	3,52	3,46	3,48	0,0550	0,016
156,0	3,41	3,40	3,52	3,50	3,55	3,40	3,50	3,44	3,46	0,0557	0,016
162,0	3,40	3,39	3,51	3,49	3,54	3,39	3,49	3,43	3,45	0,0557	0,016
168,0	3,39	3,38	3,49	3,48	3,52	3,38	3,48	3,42	3,44	0,0526	0,015
174,0	3,38	3,36	3,48	3,46	3,51	3,36	3,46	3,41	3,43	0,0540	0,016
180,0	3,37	3,35	3,47	3,45	3,50	3,35	3,45	3,40	3,42	0,0540	0,016

ANEXO 2 (cont.) - Valores de Tensão [Kgf/cm²] - Composição 2 V=43mm/min

Tempo	Número da Amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,44	5,55	5,57	5,54	5,56	5,52	5,61	5,57	5,54	0,0466	0,008
1,2	5,20	5,24	5,33	5,28	5,27	5,25	5,38	5,35	5,29	0,0570	0,011
2,4	4,91	4,95	5,04	5,01	5,04	4,98	5,11	5,09	5,02	0,0636	0,013
3,6	4,76	4,78	4,88	4,85	4,88	4,79	4,94	4,91	4,85	0,0613	0,013
4,8	4,62	4,67	4,76	4,73	4,77	4,67	4,80	4,79	4,73	0,0614	0,013
6,0	4,55	4,59	4,68	4,66	4,70	4,57	4,71	4,69	4,64	0,0596	0,013
12,0	4,24	4,28	4,36	4,37	4,38	4,26	4,38	4,40	4,33	0,0589	0,014
18,0	4,10	4,12	4,22	4,22	4,25	4,13	4,24	4,22	4,19	0,0563	0,013
24,0	3,99	4,02	4,12	4,12	4,14	4,02	4,13	4,11	4,08	0,0564	0,014
30,0	3,91	3,93	4,03	4,04	4,06	3,93	4,04	4,03	4,00	0,0574	0,014
36,0	3,85	3,88	3,98	3,98	4,00	3,86	4,00	3,96	3,94	0,0601	0,015
42,0	3,79	3,83	3,93	3,92	3,93	3,82	3,94	3,91	3,88	0,0561	0,014
48,0	3,74	3,77	3,87	3,86	3,89	3,76	3,92	3,84	3,83	0,0621	0,016
54,0	3,71	3,73	3,84	3,83	3,86	3,73	3,84	3,81	3,79	0,0563	0,015
60,0	3,68	3,69	3,80	3,80	3,81	3,69	3,81	3,77	3,76	0,0552	0,015
66,0	3,65	3,66	3,77	3,76	3,77	3,66	3,77	3,74	3,72	0,0519	0,014
72,0	3,63	3,64	3,75	3,73	3,75	3,63	3,75	3,71	3,70	0,0523	0,014
78,0	3,60	3,60	3,72	3,70	3,73	3,60	3,72	3,68	3,67	0,0551	0,015
84,0	3,57	3,58	3,69	3,67	3,70	3,57	3,69	3,65	3,64	0,0536	0,015
90,0	3,53	3,54	3,67	3,65	3,66	3,53	3,66	3,63	3,61	0,0595	0,016
96,0	3,52	3,51	3,65	3,64	3,65	3,52	3,65	3,61	3,59	0,0610	0,017
102,0	3,51	3,51	3,63	3,61	3,63	3,50	3,63	3,59	3,58	0,0544	0,015
108,0	3,48	3,48	3,61	3,59	3,60	3,49	3,61	3,57	3,55	0,0559	0,016
114,0	3,46	3,47	3,59	3,57	3,58	3,46	3,59	3,55	3,53	0,0559	0,016
120,0	3,45	3,45	3,58	3,56	3,57	3,45	3,57	3,53	3,52	0,0559	0,016
126,0	3,44	3,44	3,56	3,54	3,56	3,44	3,55	3,52	3,51	0,0527	0,015
132,0	3,42	3,42	3,54	3,52	3,54	3,41	3,53	3,50	3,48	0,0543	0,016
138,0	3,40	3,41	3,53	3,50	3,53	3,40	3,52	3,48	3,47	0,0549	0,016
144,0	3,39	3,39	3,51	3,49	3,52	3,39	3,51	3,46	3,46	0,0549	0,016
150,0	3,37	3,38	3,50	3,48	3,51	3,38	3,50	3,45	3,45	0,0566	0,016
156,0	3,35	3,36	3,48	3,47	3,48	3,36	3,48	3,44	3,43	0,0563	0,016
162,0	3,34	3,35	3,47	3,46	3,47	3,35	3,47	3,43	3,42	0,0563	0,016
168,0	3,33	3,34	3,46	3,45	3,46	3,34	3,46	3,42	3,41	0,0563	0,016
174,0	3,32	3,33	3,45	3,44	3,45	3,33	3,45	3,41	3,40	0,0563	0,017
180,0	3,31	3,32	3,44	3,43	3,44	3,33	3,44	3,40	3,39	0,0549	0,016

ANEXO 2 - Valores de Tensão [Kgf/cm²] - Composição 2 V=50 mm/min

Número da Amostra											
Tempo	01	02	03	04	05	06	07	08	$\bar{\sigma}$	DP	CV
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,41	5,54	5,55	5,54	5,55	5,51	5,61	5,58	5,54	0,0552	0,6
1,2	5,18	5,23	3,32	5,27	5,25	5,24	5,37	5,36	5,28	0,0624	0,6
2,4	4,88	4,94	5,02	5,00	5,01	4,95	5,11	5,10	5,00	0,0734	0,6
3,6	4,72	4,76	4,86	4,83	4,84	4,77	4,93	4,91	4,83	0,0689	0,6
4,8	4,59	4,65	4,73	4,71	4,74	4,65	4,79	4,79	4,71	0,0667	0,6
6,0	4,52	4,57	4,66	4,64	4,67	4,54	4,70	4,69	4,62	0,0658	0,6
12,0	4,21	4,26	4,34	4,36	4,35	4,24	4,37	4,39	4,31	0,0634	0,6
18,0	4,07	4,10	4,20	4,20	4,21	4,10	4,22	4,22	4,16	0,0592	0,6
24,0	3,96	4,00	4,10	4,10	4,10	4,00	4,11	4,11	4,06	0,0581	0,6
30,0	3,87	3,91	4,01	4,02	4,02	3,90	4,03	4,02	3,97	0,0624	0,6
36,0	3,82	3,86	3,95	3,96	3,96	3,83	3,98	3,96	3,91	0,0620	0,6
42,0	3,76	3,81	3,90	3,90	3,89	3,79	3,92	3,91	3,86	0,0587	0,6
48,0	3,71	3,75	3,85	3,84	3,85	3,73	3,89	3,84	3,81	0,0626	0,6
54,0	3,67	3,71	3,82	3,81	3,82	3,70	3,83	3,80	3,77	0,0608	0,6
60,0	3,64	3,67	3,78	3,78	3,77	3,66	3,80	3,77	3,73	0,0608	0,6
66,0	3,61	3,64	3,75	3,74	3,73	3,63	3,76	3,74	3,70	0,0579	0,6
72,0	3,59	3,62	3,73	3,71	3,71	3,60	3,73	3,71	3,67	0,0566	0,6
78,0	3,56	3,58	3,70	3,68	3,69	3,57	3,70	3,68	3,64	0,0587	0,6
84,0	3,53	3,56	3,67	3,65	3,66	3,54	3,67	3,65	3,62	0,0574	0,6
90,0	3,50	3,52	3,65	3,64	3,62	3,50	3,65	3,63	3,59	0,0645	0,6
96,0	3,48	3,49	3,63	3,62	3,61	3,49	3,63	3,61	3,57	0,0650	0,6
102,0	3,47	3,48	3,61	3,59	3,59	3,47	3,61	3,59	3,55	0,0609	0,6
108,0	3,44	3,46	3,59	3,57	3,56	4,46	3,59	3,57	3,53	0,0604	0,6
114,0	3,42	3,45	3,57	3,55	3,54	3,43	3,57	3,55	3,51	0,0606	0,6
120,0	3,41	3,43	3,56	3,54	3,53	3,42	3,55	3,53	3,50	0,0600	0,6
126,0	3,40	3,42	3,54	3,52	3,52	3,41	3,53	3,52	3,48	0,0567	0,6
132,0	3,38	3,40	3,52	3,50	3,50	3,38	3,51	3,50	3,46	0,0584	0,6
138,0	3,36	3,39	3,51	3,48	3,49	3,37	3,50	3,48	3,45	0,0587	0,6
144,0	3,35	3,37	3,49	3,47	3,47	3,36	3,49	3,46	3,43	0,0572	0,6
150,0	3,33	3,36	3,48	3,46	3,46	3,35	3,48	3,45	3,42	0,0590	0,6
156,0	3,31	3,34	3,46	3,45	3,44	3,33	3,47	3,44	3,40	0,0618	0,6
162,0	3,30	3,33	3,45	3,44	3,43	3,32	3,46	3,43	3,39	0,0618	0,6
168,0	3,29	3,32	3,44	3,43	3,42	3,31	3,45	3,42	3,38	0,0618	0,6
174,0	3,28	3,31	3,43	3,42	3,41	3,30	3,44	3,41	3,37	0,0618	0,6
180,0	3,27	3,30	3,42	3,41	3,40	3,29	3,43	3,40	3,36	0,0618	0,6

ANEXO 2 (cont.) - Valores de Tensão [Kgf/cm²] - Composição 2 V=57 mm/min

Tempo	Número da Amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,37	5,53	5,53	5,53	5,53	5,49	5,60	5,60	5,52	0,0676	0,012
1,2	5,15	5,22	5,30	5,26	5,22	5,22	5,37	5,37	5,26	0,0730	0,014
2,4	4,84	4,92	5,00	4,98	4,97	4,92	5,10	5,11	4,98	0,0856	0,017
3,6	4,67	4,73	4,83	4,81	4,79	4,73	4,92	4,92	4,80	0,0841	0,017
4,8	4,54	4,62	4,69	4,69	4,69	4,61	4,78	4,79	4,68	0,0794	0,017
6,0	4,47	4,54	4,62	4,62	4,62	4,50	4,68	4,69	4,59	0,0756	0,016
12,0	4,17	4,24	4,31	4,34	4,31	4,21	4,35	4,39	4,29	0,0709	0,016
18,0	4,02	4,07	4,16	4,18	4,15	4,06	4,20	4,21	4,13	0,0668	0,016
24,0	3,91	3,97	4,06	4,08	4,04	3,96	4,09	4,10	4,03	0,0659	0,016
30,0	3,82	3,88	3,97	4,00	3,96	3,86	4,01	4,01	3,94	0,0699	0,018
36,0	3,76	3,82	3,91	3,94	3,89	3,79	3,96	3,95	3,88	0,0724	0,019
42,0	3,70	3,77	3,86	3,88	3,82	3,75	3,90	3,90	3,82	0,0705	0,018
48,0	3,65	3,71	3,81	3,82	3,78	3,69	3,84	3,83	3,77	0,0680	0,018
54,0	3,61	3,67	3,78	3,78	3,74	3,65	3,80	3,79	3,73	0,0689	0,018
60,0	3,58	3,63	3,74	3,75	3,69	3,61	3,77	3,76	3,69	0,0703	0,019
66,0	3,55	3,60	3,71	3,71	3,65	3,58	3,73	3,73	3,66	0,0680	0,018
72,0	3,52	3,57	3,68	3,68	3,62	3,55	3,70	3,70	3,63	0,0680	0,019
78,0	3,49	3,53	3,65	3,65	3,60	3,52	3,67	3,67	3,60	0,0691	0,019
84,0	3,46	3,51	3,62	3,62	3,57	3,49	3,64	3,64	3,57	0,0679	0,019
90,0	3,44	3,48	3,61	3,61	3,55	3,46	3,62	3,62	3,55	0,0725	0,020
96,0	3,42	3,45	3,59	3,59	3,53	3,44	3,60	3,60	3,53	0,0738	0,021
102,0	3,40	3,44	3,56	3,56	3,50	3,42	3,58	3,58	3,50	0,0705	0,020
108,0	3,38	3,42	3,55	3,54	3,48	3,41	3,56	3,56	3,49	0,0701	0,020
114,0	3,36	3,41	3,53	3,52	3,46	3,38	3,54	3,54	3,47	0,0705	0,020
120,0	3,34	3,38	3,51	3,51	3,44	3,37	3,52	3,52	3,45	0,0711	0,021
126,0	3,33	3,37	3,49	3,48	3,43	3,35	3,50	3,51	3,43	0,0683	0,020
132,0	3,31	3,35	3,47	3,47	3,41	3,33	3,48	3,49	3,41	0,0693	0,020
138,0	3,29	3,34	3,46	3,45	3,40	3,32	3,47	3,47	3,40	0,0689	0,020
144,0	3,28	3,32	3,44	3,44	3,38	3,30	3,46	3,45	3,38	0,0693	0,020
150,0	3,26	3,31	3,43	3,43	3,37	3,29	3,45	3,44	3,37	0,0712	0,021
156,0	3,25	3,30	3,42	3,42	3,36	3,28	3,44	3,43	3,36	0,0712	0,021
162,0	3,24	3,29	3,41	3,41	3,34	3,26	3,43	3,42	3,35	0,0728	0,022
168,0	3,23	3,27	3,40	3,39	3,33	3,25	3,42	3,41	3,34	0,0729	0,022
174,0	3,22	3,26	3,38	3,38	3,32	3,24	3,40	3,40	3,32	0,0705	0,021
180,0	3,21	3,25	3,37	3,37	3,31	3,23	3,39	3,39	3,31	0,0705	0,021

ANEXO 2 (cont.) - Valores de Tensão [Kgf/cm²] - Composição 2 V=64 mm/min

Tempo	Número da Amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,46	5,52	5,50	5,52	5,50	5,46	5,59	5,57	5,51	0,0436	0,008
1,2	5,20	5,21	5,29	5,25	5,19	5,20	5,37	5,33	5,25	0,0636	0,012
2,4	4,88	4,89	4,97	4,95	4,92	4,88	5,09	4,99	4,95	0,0669	0,013
3,6	4,67	4,68	4,78	4,78	4,71	4,67	4,90	4,81	4,75	0,0768	0,016
4,8	4,56	4,58	4,63	4,66	4,62	4,55	4,77	4,70	4,63	0,0700	0,015
6,0	4,44	4,49	4,56	4,59	4,54	4,44	4,65	4,59	4,54	0,0707	0,016
12,0	4,18	4,22	4,27	4,32	4,26	4,17	4,33	4,30	4,26	0,0572	0,013
18,0	4,01	4,02	4,10	4,15	4,06	4,00	4,17	4,14	4,08	0,0635	0,016
24,0	3,91	3,93	4,00	4,05	3,95	3,90	4,06	4,04	3,98	0,0612	0,015
30,0	3,81	3,83	3,91	3,97	3,87	3,80	3,98	3,95	3,89	0,0680	0,017
36,0	3,78	3,75	3,84	3,91	3,77	3,72	3,93	3,88	3,82	0,0787	0,021
42,0	3,69	3,70	3,79	3,85	3,70	3,68	3,87	3,82	3,76	0,0734	0,020
48,0	3,63	3,64	3,74	3,79	3,66	3,62	3,79	3,77	3,70	0,0698	0,019
54,0	3,57	3,60	3,71	3,73	3,60	3,56	3,75	3,72	3,65	0,0743	0,020
60,0	3,53	3,56	3,66	3,70	3,55	3,52	3,71	3,68	3,61	0,0758	0,021
66,0	3,50	3,53	3,64	3,66	3,51	3,49	3,68	3,64	3,58	0,0754	0,021
72,0	3,46	3,47	3,61	3,62	3,47	3,45	3,64	3,61	3,54	0,0794	0,022
78,0	3,43	3,43	3,57	3,59	3,43	3,42	3,61	3,58	3,51	0,0807	0,023
84,0	3,40	3,41	3,53	3,56	3,40	3,39	3,58	3,56	3,48	0,0799	0,023
90,0	3,38	3,40	3,51	3,54	3,38	3,37	3,55	3,55	3,46	0,0787	0,023
96,0	3,36	3,38	3,49	3,52	3,36	3,35	3,53	3,52	3,44	0,0774	0,022
102,0	3,35	3,36	3,47	3,50	3,34	3,34	3,51	3,50	3,42	0,0747	0,022
108,0	3,33	3,35	3,45	3,49	3,32	3,32	3,49	3,48	3,40	0,0752	0,022
114,0	3,32	3,33	3,43	3,47	3,30	3,31	3,48	3,47	3,39	0,0754	0,022
120,0	3,30	3,31	3,41	3,45	3,29	3,29	3,46	3,45	3,37	0,0740	0,022
126,0	3,29	3,30	3,39	3,44	3,28	3,28	3,44	3,43	3,36	0,0705	0,021
132,0	3,28	3,28	3,38	3,42	3,27	3,27	3,43	3,41	3,34	0,0689	0,021
138,0	3,27	3,26	3,36	3,40	3,26	3,26	3,42	3,39	3,33	0,0668	0,020
144,0	3,26	3,25	3,34	3,39	3,25	3,25	3,41	3,38	3,32	0,0663	0,020
150,0	3,25	3,24	3,33	3,38	3,24	3,24	3,39	3,36	3,30	0,0634	0,019
156,0	3,24	3,23	3,32	3,37	3,23	3,23	3,38	3,35	3,29	0,0634	0,019
162,0	3,22	3,22	3,31	3,35	3,22	3,22	3,37	3,33	3,28	0,0620	0,019
168,0	3,21	3,20	3,29	3,34	3,20	3,21	3,36	3,31	3,26	0,0630	0,019
174,0	3,20	3,10	3,28	3,33	3,19	3,20	3,35	3,30	3,25	0,0630	0,019
180,0	3,19	3,18	3,27	3,32	3,18	3,19	3,34	3,29	3,24	0,0630	0,019

ANEXO 3 - VALORES DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 3 V=15 mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,60	5,68	5,79	5,72	5,79	5,75	5,79	5,79	5,74	0,0649	0,01
1,2	5,41	5,56	5,56	5,56	5,60	5,56	5,62	5,58	5,56	0,0628	0,01
2,4	5,20	5,34	5,31	5,30	5,34	5,30	5,36	5,34	5,31	0,0468	0,00
3,6	5,05	5,19	5,17	5,15	5,17	5,15	5,22	5,20	5,16	0,0482	0,00
4,8	5,00	5,07	5,04	5,04	5,04	5,09	5,09	5,11	5,06	0,0339	0,00
6,0	4,96	5,00	4,94	4,95	4,95	5,00	5,03	5,00	4,98	0,0282	0,00
12,0	4,66	4,73	4,66	4,66	4,69	4,73	4,75	4,54	4,68	0,0620	0,01
18,0	4,49	4,58	4,49	4,50	4,52	4,57	4,60	4,43	4,52	0,0532	0,01
24,0	4,38	4,47	4,36	4,39	4,40	4,47	4,49	4,34	4,41	0,0529	0,01
30,0	4,29	4,37	4,28	4,31	4,31	4,38	4,40	4,28	4,33	0,0452	0,01
36,0	4,21	4,30	4,20	4,24	4,25	4,31	4,33	4,21	4,26	0,0474	0,01
42,0	4,15	4,24	4,13	4,17	4,18	4,25	4,28	4,16	4,19	0,0507	0,01
48,0	4,10	4,19	4,08	4,13	4,13	4,19	4,22	4,13	4,15	0,0455	0,01
54,0	4,05	4,14	4,04	4,09	4,09	4,15	4,18	4,09	4,10	0,0458	0,01
60,0	4,01	4,10	3,99	4,05	4,05	4,11	4,13	4,05	4,06	0,0457	0,01
66,0	3,97	4,07	3,96	4,01	4,01	4,08	4,10	4,01	4,03	0,0482	0,01
72,0	3,95	4,04	3,92	3,97	3,97	4,04	4,06	3,98	3,99	0,0465	0,01
78,0	3,91	4,01	3,89	3,95	3,95	4,01	4,04	3,96	3,96	0,0485	0,01
84,0	3,89	3,98	3,86	3,92	3,92	3,98	4,01	3,94	3,94	0,0471	0,01
90,0	3,86	3,96	3,83	3,90	3,90	3,96	3,98	3,91	3,91	0,0487	0,01
96,0	3,83	3,94	3,81	3,87	3,87	3,94	3,96	3,89	3,89	0,0509	0,01
102,0	3,80	3,91	3,78	3,85	3,85	3,92	3,94	3,86	3,86	0,0531	0,01
108,0	3,79	3,89	3,77	3,82	3,83	3,90	3,91	3,84	3,84	0,0485	0,01
114,0	3,78	3,87	3,75	3,81	3,80	3,87	3,90	3,82	3,82	0,0477	0,01
120,0	3,76	3,85	3,74	3,79	3,79	3,86	3,88	3,80	3,81	0,0465	0,01
126,0	3,74	3,83	3,71	3,78	3,78	3,84	3,87	3,79	3,79	0,0494	0,01
132,0	3,72	3,81	3,70	3,76	3,77	3,82	3,85	3,78	3,78	0,0472	0,01
138,0	3,71	3,79	3,68	3,75	3,75	3,80	3,83	3,77	3,76	0,0456	0,01
144,0	3,69	3,78	3,67	3,73	3,74	3,79	3,82	3,76	3,75	0,0474	0,01
150,0	3,68	3,77	3,64	3,72	3,72	3,78	3,81	3,75	3,73	0,0519	0,01
156,0	3,66	3,76	3,63	3,70	3,71	3,77	3,80	3,74	3,72	0,0537	0,01
162,0	3,65	3,75	3,62	3,69	3,70	3,76	3,79	3,73	3,71	0,0537	0,01
168,0	3,63	3,73	3,61	3,68	3,69	3,75	3,78	3,72	3,70	0,0544	0,01
174,0	3,62	3,72	3,60	3,67	3,68	3,74	3,77	3,71	3,69	0,0544	0,01
180,0	3,61	3,71	3,59	3,66	3,67	3,73	3,76	3,70	3,68	0,0544	0,01

Tempo [segundos]

 $\bar{\sigma}$ = tensão média

DP = desvio padrão

CV = coeficiente de variação

ANEXO 3 (cont.) - VALORES DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 3 V=22 mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,72	5,68	5,53	5,60	5,64	5,60	5,75	5,56	5,63	0,0721	0,013
1,2	5,49	5,45	5,34	5,37	5,45	5,37	5,49	5,37	5,42	0,0563	0,010
2,4	5,22	5,22	5,11	5,09	5,15	5,15	5,26	5,15	5,17	0,0551	0,011
3,6	5,07	5,07	4,96	4,94	5,00	4,96	5,09	5,00	5,01	0,0544	0,011
4,8	4,96	4,96	4,83	4,81	4,88	4,84	4,96	4,88	4,89	0,0585	0,012
6,0	4,88	4,88	4,73	4,73	4,81	4,77	4,88	4,81	4,81	0,0603	0,012
12,0	4,60	4,63	4,47	4,45	4,51	4,50	4,58	4,54	4,53	0,0598	0,013
18,0	4,44	4,48	4,30	4,28	4,35	4,33	4,43	4,39	4,37	0,0669	0,015
24,0	4,33	4,36	4,18	4,17	4,24	4,23	4,32	4,28	4,26	0,0658	0,015
30,0	4,25	4,29	4,10	4,09	4,14	4,13	4,24	4,20	4,18	0,0704	0,017
36,0	4,18	4,22	4,03	4,01	4,08	4,07	4,16	4,13	4,11	0,0696	0,017
42,0	4,13	4,16	3,97	3,96	4,02	4,01	4,11	4,08	4,05	0,0705	0,017
48,0	4,07	4,13	3,91	3,91	3,96	3,96	4,05	4,03	4,00	0,0746	0,019
54,0	4,03	4,07	3,87	3,86	3,92	3,92	4,02	3,99	3,96	0,0731	0,018
60,0	3,98	4,03	3,83	3,82	3,88	3,89	3,98	3,96	3,92	0,0720	0,018
66,0	3,96	4,00	3,79	3,79	3,84	3,81	3,95	3,92	3,88	0,0790	0,020
72,0	3,92	3,97	3,76	3,77	3,81	3,82	3,92	3,89	3,86	0,0728	0,019
78,0	3,90	3,94	3,74	3,74	3,78	3,79	3,88	3,86	3,83	0,0713	0,019
84,0	3,87	3,91	3,71	3,71	3,76	3,77	3,86	3,82	3,80	0,0704	0,018
90,0	3,84	3,89	3,68	3,69	3,73	3,75	3,83	3,81	3,78	0,0712	0,019
96,0	3,82	3,87	3,67	3,67	3,71	3,72	3,81	3,78	3,76	0,0696	0,018
102,0	3,79	3,85	3,64	3,63	3,68	3,70	3,79	3,77	3,73	0,0747	0,020
108,0	3,78	3,82	3,62	3,61	3,67	3,67	3,78	3,76	3,71	0,0755	0,020
114,0	3,76	3,80	3,61	3,60	3,64	3,66	3,75	3,73	3,69	0,0707	0,019
120,0	3,75	3,79	3,59	3,59	3,62	3,64	3,74	3,72	3,68	0,0738	0,020
126,0	3,73	3,78	3,57	3,57	3,61	3,62	3,72	3,70	3,66	0,0748	0,020
132,0	3,71	3,76	3,55	3,55	3,60	3,61	3,70	3,68	3,64	0,0733	0,020
138,0	3,69	3,75	3,54	3,53	3,58	3,60	3,68	3,67	3,63	0,0738	0,020
144,0	3,68	3,74	3,52	3,52	3,57	3,59	3,67	3,65	3,62	0,0748	0,021
150,0	3,66	3,72	3,50	3,50	3,55	3,57	3,65	3,64	3,60	0,0754	0,021
156,0	3,65	3,70	3,49	3,49	3,53	3,55	3,64	3,62	3,58	0,0742	0,021
162,0	3,64	3,68	3,47	3,47	3,52	3,54	3,62	3,61	3,57	0,0746	0,021
168,0	3,62	3,67	3,46	3,46	3,51	3,52	3,61	3,61	3,56	0,0748	0,021
174,0	3,61	3,66	3,45	3,45	3,49	3,51	3,60	3,60	3,55	0,0757	0,021
180,0	3,60	3,65	3,44	3,44	3,48	3,50	3,59	3,59	3,54	0,0757	0,021

ANEXO 3 (cont.) - VALORES DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 3 V=29 mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,69	5,57	5,58	5,52	5,67	5,60	5,64	5,56	5,60	0,0545	0,011
1,2	5,46	5,35	5,34	5,32	5,42	5,33	5,37	5,33	5,36	0,0466	0,009
2,4	5,20	5,12	5,07	5,06	5,13	5,07	5,12	5,07	5,10	0,0444	0,009
3,6	5,03	4,96	4,92	4,91	4,96	4,92	4,95	4,91	4,94	0,0377	0,008
4,8	4,91	4,85	4,77	4,79	4,84	4,76	4,83	4,79	4,82	0,0466	0,010
6,0	4,83	4,77	4,70	4,71	4,75	4,68	4,73	4,71	4,73	0,0447	0,009
12,0	4,55	4,52	4,43	4,44	4,48	3,42	4,46	4,44	4,47	0,0432	0,010
18,0	4,39	4,36	4,27	4,28	4,31	4,25	4,30	4,28	4,30	0,0444	0,010
24,0	4,28	4,24	4,15	4,18	4,21	4,14	4,19	4,17	4,19	0,0439	0,010
30,0	4,19	4,17	4,08	4,10	4,12	4,05	4,11	4,09	4,11	0,0433	0,010
36,0	4,13	4,10	4,01	4,02	4,05	4,0	4,04	4,02	4,05	0,0430	0,011
42,0	4,07	4,04	3,95	3,97	3,99	3,93	3,99	3,97	3,99	0,0431	0,011
48,0	4,02	4,00	3,90	3,93	3,95	3,88	3,93	3,91	3,94	0,0453	0,011
54,0	3,99	3,95	3,86	3,88	3,90	3,84	3,89	3,88	3,90	0,0457	0,012
60,0	3,94	3,91	3,82	3,84	3,86	3,81	3,86	3,85	3,86	0,0411	0,011
66,0	3,91	3,87	3,78	3,81	3,83	3,75	3,82	3,81	3,82	0,0466	0,012
72,0	3,87	3,86	3,76	3,79	3,79	3,74	3,81	3,78	3,80	0,0424	0,011
78,0	3,85	3,83	3,73	3,76	3,77	3,71	3,76	3,75	3,77	0,0444	0,012
84,0	3,82	3,79	3,71	3,74	3,75	3,69	3,74	3,71	3,74	0,0406	0,011
90,0	3,79	3,78	3,69	3,71	3,72	3,67	3,72	3,70	3,72	0,0393	0,011
96,0	3,78	3,76	3,66	3,69	3,70	3,65	3,70	3,68	3,70	0,0426	0,011
102,0	3,74	3,73	3,64	3,66	3,67	3,62	3,68	3,66	3,67	0,0387	0,010
108,0	3,72	3,71	3,62	3,64	3,66	3,60	3,66	3,65	3,66	0,0383	0,010
114,0	3,71	3,69	3,61	3,62	3,63	3,58	3,64	3,62	3,64	0,0399	0,011
120,0	3,69	3,68	3,60	3,61	3,61	3,57	3,62	3,61	3,62	0,0381	0,010
126,0	3,67	3,66	3,58	3,59	3,60	3,54	3,60	3,59	3,60	0,0397	0,011
132,0	3,66	3,64	3,56	3,58	3,59	3,53	3,59	3,56	3,59	0,0401	0,011
138,0	3,64	3,63	3,55	3,57	3,58	3,52	3,57	3,55	3,58	0,0381	0,011
144,0	3,63	3,62	3,53	3,55	3,56	3,51	3,56	3,55	3,56	0,0387	0,011
150,0	3,62	3,60	3,52	3,54	3,55	3,49	3,54	3,53	3,55	0,0395	0,011
156,0	3,60	3,57	3,51	3,53	3,54	3,47	3,51	3,51	3,53	0,0377	0,011
162,0	3,59	3,56	3,49	3,51	3,52	3,46	3,50	3,50	3,52	0,0384	0,011
168,0	3,58	3,55	3,48	3,50	3,51	3,45	3,49	3,49	3,51	0,0384	0,011
174,0	3,57	3,54	3,47	3,49	3,50	3,44	3,48	3,48	3,50	0,0384	0,011
180,0	3,46	3,53	3,46	3,48	3,49	3,43	3,47	3,47	3,49	0,0384	0,011

ANEXO 3 (cont.) - VALORES DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 3 V=36 mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,68	5,55	5,59	5,51	5,68	5,60	5,63	5,56	5,60	0,0576	0,010
1,2	5,45	5,34	5,34	5,31	5,42	5,32	5,35	5,32	5,36	0,0477	0,009
2,4	5,20	5,07	5,05	5,04	5,12	5,04	5,06	5,04	5,08	0,0526	0,010
3,6	5,02	4,93	4,91	4,90	4,94	4,91	4,90	4,89	4,92	0,0391	0,008
4,8	4,89	4,80	4,75	4,78	4,82	4,73	4,77	4,76	4,79	0,0468	0,010
6,0	4,81	4,72	4,68	4,70	4,73	4,65	4,67	4,67	4,70	0,0474	0,010
12,0	4,52	4,47	4,41	4,43	4,47	4,38	4,40	4,39	4,43	0,0455	0,010
18,0	4,38	4,31	4,26	4,28	4,30	4,22	4,25	4,25	4,28	0,0462	0,011
24,0	4,27	4,19	4,14	4,18	4,20	4,10	4,13	4,13	4,17	0,0504	0,012
30,0	4,18	4,11	4,07	4,10	4,11	4,02	4,05	4,05	4,09	0,0466	0,011
36,0	4,12	4,05	4,01	4,03	4,04	3,96	3,98	3,98	4,02	0,0478	0,012
42,0	4,06	3,99	3,95	3,97	3,99	3,90	3,93	3,93	3,97	0,0464	0,012
48,0	4,01	3,95	3,90	3,94	3,95	3,86	3,89	3,89	3,92	0,0447	0,011
54,0	3,98	3,91	3,86	3,90	3,90	3,82	3,85	3,85	3,88	0,0466	0,012
60,0	3,93	3,87	3,82	3,86	3,86	3,78	3,82	3,81	3,84	0,0433	0,011
66,0	3,90	3,83	3,78	3,82	3,83	3,74	3,78	3,77	3,81	0,0464	0,012
72,0	3,86	3,81	3,76	3,80	3,80	3,72	3,76	3,75	3,78	0,0409	0,011
78,0	3,84	3,78	3,73	3,78	3,77	3,69	3,74	3,73	3,76	0,0424	0,011
84,0	3,81	3,75	3,71	3,76	3,75	3,66	3,72	3,71	3,73	0,0415	0,011
90,0	3,78	3,73	3,69	3,73	3,73	3,63	3,70	3,69	3,71	0,0409	0,011
96,0	3,77	3,72	3,66	3,71	3,70	3,62	3,67	3,66	3,69	0,0431	0,012
02,0	3,74	3,69	3,64	3,68	3,67	3,59	3,65	3,64	3,66	0,0412	0,011
08,0	3,71	3,67	3,62	3,66	3,66	3,57	3,53	3,62	3,64	0,0393	0,011
14,0	3,70	3,65	3,61	3,64	3,63	3,55	3,61	3,60	3,62	0,0406	0,011
20,0	3,68	3,64	3,60	3,63	3,61	3,54	3,59	3,58	3,61	0,0395	0,011
26,0	3,66	3,62	3,58	3,61	3,60	3,52	3,57	3,56	3,59	0,0397	0,011
32,0	3,65	3,60	3,56	3,60	3,59	3,51	3,56	3,55	3,58	0,0393	0,011
38,0	3,63	3,59	3,55	3,59	3,58	3,50	3,54	3,53	3,56	0,0387	0,011
44,0	3,62	3,58	3,53	3,57	3,56	3,49	3,53	3,52	3,55	0,0381	0,011
50,0	3,61	3,56	3,52	3,56	3,55	3,47	3,51	3,50	3,53	0,0409	0,012
56,0	3,59	3,54	3,51	3,55	3,54	3,45	3,49	3,48	3,52	0,0420	0,012
62,0	3,58	3,53	3,49	3,53	3,52	3,44	3,48	3,47	3,50	0,0409	0,012
68,0	3,57	3,52	3,48	3,52	3,51	3,43	3,47	3,46	3,49	0,0409	0,012
74,0	3,56	3,51	3,47	3,51	3,50	3,42	3,46	3,45	3,48	0,0409	0,012
80,0	3,55	3,50	3,46	3,50	3,49	3,41	3,45	3,44	3,47	0,0409	0,012

ANEXO 3 (cont.) - VALORES DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 3 V=43 mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,68	5,55	5,60	5,51	5,68	5,60	5,62	5,56	5,60	0,0563	0,010
1,2	5,45	5,33	5,34	5,31	5,42	5,32	5,33	5,32	5,35	0,0489	0,009
2,4	5,20	5,06	5,04	5,04	5,12	5,03	5,04	5,03	5,07	0,0563	0,011
3,6	5,02	4,91	4,90	4,90	4,93	4,90	4,88	4,87	4,91	0,0436	0,009
4,8	4,89	4,79	4,75	4,78	4,82	4,72	4,76	4,75	4,78	0,0494	0,010
6,0	4,81	4,71	4,68	4,70	4,73	4,64	4,65	4,66	4,70	0,0514	0,011
12,0	4,52	4,45	4,41	4,43	4,47	4,37	4,38	4,37	4,42	0,0500	0,011
18,0	4,37	4,30	4,26	4,28	4,30	4,20	4,24	4,24	4,27	0,0482	0,011
24,0	4,26	4,18	4,14	4,18	4,20	4,09	4,12	4,12	4,16	0,0511	0,012
30,0	4,17	4,10	4,07	4,10	4,11	4,01	4,04	4,04	4,08	0,0474	0,012
36,0	4,11	4,04	4,01	4,03	4,04	3,95	3,97	3,97	4,01	0,0485	0,012
42,0	4,05	3,98	3,95	3,97	3,99	3,89	3,92	3,92	3,96	0,0470	0,012
48,0	4,00	3,94	3,90	3,94	3,95	3,85	3,87	3,87	3,91	0,0477	0,012
54,0	3,97	3,89	3,86	3,90	3,90	3,81	3,83	3,83	3,87	0,0487	0,012
60,0	3,93	3,85	3,82	3,86	3,86	3,77	3,80	3,79	3,83	0,0477	0,012
66,0	3,89	3,82	3,78	3,82	3,83	3,73	3,77	3,76	3,80	0,0469	0,012
72,0	3,85	3,80	3,76	3,80	3,80	3,71	3,75	3,73	3,77	0,0427	0,011
78,0	3,83	3,77	3,73	3,78	3,77	3,68	3,71	3,71	3,75	0,0455	0,012
84,0	3,80	3,74	3,71	3,76	3,75	3,65	3,69	3,68	3,72	0,0458	0,012
90,0	3,78	3,72	3,69	3,73	3,73	3,62	3,67	3,66	3,70	0,0469	0,013
96,0	3,77	3,70	3,66	3,71	3,70	3,61	3,65	3,64	3,68	0,0469	0,013
102,0	3,73	3,67	3,64	3,68	3,67	3,58	3,63	3,62	3,65	0,0424	0,012
108,0	3,70	3,65	3,62	3,67	3,66	3,56	3,61	3,60	3,63	0,0418	0,011
114,0	3,69	3,64	3,61	3,64	3,63	3,55	3,59	3,58	3,62	0,0406	0,011
120,0	3,67	3,63	3,60	3,63	3,61	3,54	3,57	3,56	3,60	0,0401	0,011
126,0	3,65	3,61	3,58	3,61	3,60	3,51	3,55	3,55	3,58	0,0415	0,012
132,0	3,64	3,59	3,57	3,60	3,59	3,50	3,54	3,53	3,57	0,0418	0,012
138,0	3,63	3,58	3,55	3,59	3,58	3,49	3,52	3,51	3,56	0,0441	0,012
144,0	3,62	3,56	3,54	3,57	3,56	3,48	3,51	3,50	3,54	0,0421	0,012
150,0	3,61	3,55	3,53	3,56	3,55	3,46	3,49	3,49	3,53	0,0450	0,013
156,0	3,59	3,53	3,52	3,55	3,54	3,45	3,47	3,47	3,51	0,0447	0,013
162,0	3,58	3,52	3,50	3,54	3,52	3,44	3,46	3,46	3,50	0,0441	0,013
168,0	3,57	3,51	3,49	3,53	3,51	3,43	3,45	3,45	3,49	0,0441	0,013
174,0	3,56	3,50	3,48	3,52	3,50	3,42	3,44	3,44	3,48	0,0441	0,013
180,0	3,55	3,49	3,47	3,51	3,49	3,41	3,43	3,43	3,47	0,0441	0,013

ANEXO 3 (cont.) - VALORES DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 3 V=50 mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,68	5,54	5,60	5,50	5,68	5,60	5,61	5,56	5,60	0,0591	0,010
1,2	5,45	5,32	5,34	5,31	5,42	5,31	5,32	5,31	5,35	0,0519	0,010
2,4	5,20	5,05	5,04	5,04	5,12	5,02	5,02	5,02	5,06	0,0600	0,010
3,6	5,01	4,90	4,89	4,89	4,93	4,89	4,86	4,86	4,90	0,0453	0,009
4,8	4,89	4,78	4,74	4,78	4,82	4,71	4,74	4,74	4,78	0,0531	0,010
6,0	4,80	4,70	4,68	4,70	4,72	4,63	4,64	4,65	4,69	0,0512	0,010
12,0	4,51	4,43	4,40	4,43	4,46	4,36	4,37	4,36	4,41	0,0497	0,010
18,0	4,36	4,29	4,25	4,28	4,29	4,19	4,22	4,23	4,26	0,0495	0,010
24,0	4,25	4,17	4,14	4,18	4,19	4,08	4,11	4,11	4,15	0,0512	0,010
30,0	4,16	4,09	4,07	4,10	4,11	4,00	4,02	4,03	4,07	0,0499	0,010
36,0	4,10	4,02	4,00	4,03	4,04	3,93	3,96	3,96	4,00	0,0510	0,010
42,0	4,04	3,97	3,95	3,97	3,98	3,88	3,91	3,91	3,95	0,0473	0,010
48,0	3,99	3,92	3,90	3,94	3,95	3,84	3,85	3,85	3,90	0,0512	0,010
54,0	3,96	3,88	3,86	3,90	3,90	3,80	3,81	3,81	3,86	0,0524	0,010
60,0	3,92	3,83	3,82	3,86	3,86	3,75	3,78	3,77	3,82	0,0527	0,010
66,0	3,88	3,81	3,78	3,82	3,83	3,72	3,76	3,75	3,74	0,0479	0,010
72,0	3,84	3,79	3,76	3,80	3,79	3,70	3,73	3,71	3,76	0,0456	0,010
78,0	3,82	3,76	3,73	3,78	3,77	3,67	3,69	3,69	3,74	0,0491	0,010
84,0	3,79	3,73	3,71	3,76	3,75	3,64	3,67	3,66	3,71	0,0497	0,010
90,0	3,77	3,71	3,69	3,73	3,73	3,61	3,65	3,64	3,69	0,0506	0,010
96,0	3,76	3,69	3,66	3,71	3,70	3,60	3,63	3,63	3,67	0,0489	0,010
102,0	3,72	3,66	3,64	3,68	3,67	3,57	3,62	3,60	3,64	0,0477	0,010
108,0	3,69	3,64	3,62	3,67	3,66	3,55	3,59	3,58	3,62	0,0456	0,010
114,0	3,68	3,63	3,61	3,64	3,63	3,54	3,58	3,57	3,61	0,0418	0,010
120,0	3,66	3,62	3,60	3,63	3,61	3,53	3,55	3,55	3,59	0,0427	0,010
126,0	3,64	3,60	3,58	3,61	3,60	3,50	3,54	3,54	3,58	0,0430	0,010
132,0	3,63	3,58	3,57	3,60	3,59	3,49	3,53	3,51	3,56	0,0449	0,010
138,0	3,62	3,57	3,55	3,59	3,58	3,48	3,51	3,50	3,55	0,0458	0,010
144,0	3,61	3,55	3,54	3,57	3,56	3,47	3,49	3,49	3,53	0,0447	0,010
150,0	3,60	3,54	3,53	3,56	3,55	3,45	3,48	3,48	3,52	0,0466	0,010
156,0	3,58	3,52	3,52	3,55	3,54	3,44	3,46	3,46	3,51	0,0468	0,010
162,0	3,57	3,51	3,50	3,54	3,52	3,43	3,45	3,45	3,50	0,0458	0,010
168,0	3,56	3,50	3,49	3,53	3,51	3,42	3,44	3,44	3,49	0,0458	0,010
174,0	3,55	3,49	3,48	3,52	3,50	3,41	3,43	3,43	3,48	0,0458	0,010
180,0	3,54	3,48	3,47	3,51	3,49	3,40	3,42	3,42	3,47	0,0458	0,010

ANEXO 3 (cont.) - VALORES DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 3 V=57 mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,68	5,53	5,60	5,49	5,68	5,60	5,60	5,56	5,59	0,0622	0,011
1,2	5,45	5,30	5,34	5,30	5,41	5,30	5,30	5,30	5,34	0,0558	0,010
2,4	5,19	5,03	5,03	5,03	5,11	5,00	5,00	5,00	5,05	0,0631	0,012
3,6	5,00	4,88	4,88	4,88	4,92	4,88	4,84	4,84	4,89	0,0480	0,010
4,8	4,88	4,77	4,73	4,77	4,81	4,70	4,73	4,73	4,76	0,0539	0,011
6,0	4,79	4,69	4,67	4,69	4,71	4,62	4,62	4,64	4,68	0,0525	0,011
12,0	4,50	4,42	4,39	4,43	4,45	4,35	4,35	4,35	4,40	0,0515	0,012
18,0	4,35	4,27	4,24	4,28	4,28	4,18	4,20	4,20	4,25	0,0527	0,012
24,0	4,24	4,15	4,13	4,18	4,18	4,07	4,09	4,09	4,14	0,0540	0,013
30,0	4,15	4,07	4,06	4,10	4,10	3,98	4,00	4,01	4,06	0,0546	0,013
36,0	4,09	4,01	3,99	4,03	4,03	3,92	3,94	3,94	3,99	0,0541	0,014
42,0	4,03	3,95	3,94	3,97	3,97	3,86	3,89	3,89	3,94	0,0517	0,013
48,0	3,98	3,91	3,90	3,94	3,94	3,82	3,84	3,83	3,89	0,0552	0,014
54,0	3,95	3,86	3,85	3,90	3,89	3,78	3,79	3,79	3,85	0,0573	0,015
60,0	3,91	3,82	3,81	3,86	3,85	3,74	3,77	3,76	3,81	0,0536	0,014
66,0	3,87	3,79	3,78	3,82	3,82	3,71	3,74	3,73	3,78	0,0504	0,013
72,0	3,83	3,77	3,76	3,80	3,78	3,69	3,71	3,69	3,75	0,0487	0,013
78,0	3,81	3,74	3,73	3,78	3,77	3,65	3,67	3,67	3,73	0,0549	0,015
84,0	3,78	3,71	3,71	3,76	3,74	3,63	3,65	3,64	3,70	0,0533	0,014
90,0	3,76	3,69	3,69	3,73	3,72	3,60	3,63	3,62	3,68	0,0539	0,015
96,0	3,75	3,67	3,66	3,71	3,69	3,59	3,61	3,61	3,66	0,0518	0,014
102,0	3,71	3,64	3,64	3,68	3,67	3,56	3,60	3,58	3,63	0,0485	0,013
108,0	3,68	3,62	3,62	3,67	3,65	3,54	3,57	3,57	3,61	0,0477	0,013
114,0	3,67	3,61	3,61	3,64	3,63	3,53	3,56	3,55	3,60	0,0456	0,013
120,0	3,64	3,60	3,60	3,60	3,63	3,61	3,52	3,53	3,53	0,0452	0,013
126,0	3,63	3,58	3,58	3,61	3,60	3,49	3,52	3,52	3,57	0,0469	0,013
132,0	3,62	3,56	3,57	3,60	3,59	3,48	3,51	3,49	3,55	0,0494	0,014
138,0	3,61	3,55	3,55	3,59	3,58	3,46	3,49	3,48	3,54	0,0521	0,015
144,0	3,60	3,53	3,54	3,57	3,56	3,45	3,48	3,47	3,52	0,0497	0,014
150,0	3,59	3,52	3,53	3,56	3,55	3,44	3,46	3,46	3,51	0,0510	0,014
156,0	3,57	3,50	3,52	3,55	3,54	3,43	3,44	3,45	3,50	0,0505	0,014
162,0	3,56	3,49	3,50	3,54	3,52	3,42	3,43	3,44	3,49	0,0492	0,014
168,0	3,55	3,48	3,49	3,53	3,51	3,41	3,42	3,43	3,48	0,0492	0,014
174,0	3,54	3,47	3,48	3,52	3,50	3,40	3,41	3,42	3,47	0,0442	0,014
180,0	3,53	3,46	3,47	3,51	3,49	3,39	3,40	3,41	3,46	0,0492	0,014

ANEXO 3 (cont.) - VALORES DE TENSÃO [Kgf/cm²] - Composição 3 V=64 mm/min

Tempo	Número da amostra								$\bar{\sigma}$	DP	CV
	01	02	03	04	05	06	07	08			
0,0	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	6,06	-	-
0,6	5,67	5,52	5,58	5,50	5,66	5,60	5,60	5,60	5,59	0,0556	0,010
1,2	5,44	5,28	5,33	5,30	5,38	5,31	5,29	5,33	5,33	0,0499	0,009
2,4	5,17	5,02	5,02	5,01	5,10	5,02	5,00	5,07	5,05	0,0549	0,011
3,6	4,99	4,86	4,87	4,86	4,90	4,89	4,84	4,92	4,89	0,0443	0,009
4,8	4,86	4,75	4,72	4,75	4,80	4,70	4,73	4,76	4,76	0,0473	0,010
6,0	4,78	4,68	4,66	4,67	4,70	4,62	4,64	4,68	4,68	0,0448	0,010
12,0	4,49	4,41	4,37	4,41	4,43	4,35	4,35	4,40	4,40	0,0434	0,010
18,0	4,33	4,25	4,23	4,27	4,26	4,18	4,20	2,23	4,24	0,0430	0,010
24,0	4,23	4,14	4,12	4,17	4,17	4,07	4,09	4,12	4,14	0,0475	0,011
30,0	4,14	4,06	4,05	4,08	4,09	3,98	4,01	4,03	4,05	0,0466	0,011
36,0	4,07	4,00	3,97	4,01	4,01	3,92	3,94	3,98	3,99	0,0435	0,011
42,0	4,02	3,93	3,93	3,96	3,96	3,86	3,89	3,91	3,93	0,0458	0,012
48,0	3,96	3,89	3,89	3,92	3,92	3,82	3,83	3,86	3,89	0,0447	0,011
54,0	3,93	3,85	3,84	3,88	3,88	3,78	3,79	3,82	3,85	0,0469	0,012
60,0	3,90	3,81	3,80	3,84	3,84	3,74	3,76	3,79	3,81	0,0472	0,012
66,0	3,86	3,78	3,77	3,80	3,81	3,71	3,73	3,75	3,78	0,0447	0,012
72,0	3,82	3,76	3,75	3,78	3,77	3,69	3,69	3,72	3,75	0,0424	0,011
78,0	3,79	3,73	3,72	3,76	3,76	3,65	3,67	3,69	3,72	0,0454	0,012
84,0	3,77	3,70	3,70	3,74	3,73	3,63	3,64	3,67	3,70	0,0458	0,012
90,0	3,75	3,68	3,68	3,71	3,71	3,60	3,62	3,65	3,67	0,0466	0,013
96,0	3,73	3,66	3,65	3,69	3,68	3,59	3,61	3,63	3,65	0,0424	0,012
102,0	3,70	3,63	3,62	3,66	3,66	3,56	3,58	3,60	3,63	0,0433	0,012
108,0	3,67	3,61	3,61	3,65	3,64	3,54	3,57	3,58	3,61	0,0411	0,011
114,0	3,65	3,59	3,60	3,62	3,62	3,53	3,55	3,56	3,59	0,0381	0,011
120,0	3,63	3,58	3,58	3,61	3,60	3,52	3,53	3,55	3,57	0,0364	0,010
126,0	3,62	3,56	3,57	3,60	3,59	3,49	3,52	3,52	3,56	0,0423	0,012
132,0	3,61	3,55	3,56	3,58	3,57	3,48	3,49	3,51	3,54	0,0430	0,012
138,0	3,60	3,54	3,54	3,57	3,56	3,46	3,48	3,50	3,53	0,0446	0,013
144,0	3,59	3,52	3,53	3,55	3,55	3,45	3,47	3,49	3,52	0,0434	0,012
150,0	3,58	3,51	3,52	3,54	3,53	3,44	3,46	3,47	3,51	0,0436	0,012
156,0	3,56	3,49	3,51	3,53	3,52	3,42	3,45	3,45	3,49	0,0426	0,012
162,0	3,55	3,48	3,49	3,52	3,51	3,42	3,44	3,44	3,48	0,0423	0,012
168,0	3,54	3,47	3,48	3,51	3,50	3,41	3,43	3,43	3,47	0,0423	0,012
174,0	3,52	3,46	3,47	3,50	3,49	3,40	3,42	3,42	3,46	0,0403	0,013
180,0	3,51	3,45	3,46	3,49	3,48	3,39	3,41	3,41	3,45	0,0403	0,013