

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE 4 MODELOS DE  
PNEUMÁTICOS AGRÍCOLAS EM  
SOLO DE TEXTURA MÉDIA**

**MARCOS MILAN**

Engenheiro Agrônomo

**Orientador: LUIZ GERALDO MIALHE**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

**PIRACICABA**

Estado de São Paulo - Brasil

Setembro - 1986

A meus pais  
Manoel Milan Aguilár  
e  
Ana Goegan Milan  
minha homenagem é  
gratidão.

## AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Luiz Geraldo Mialhe, pela orientação e estímulo;
- À PIRELLI do BRASIL S.A., pelo pioneirismo e apoio para a realização desta pesquisa e em especial aos Engenheiros: Fulcieri Fausti e Roberto Iunes Junior.
- Aos Professores, respectivamente, Roberto Simionato de Moraes, Antonio Francisco Iemma e Cassio R. de Melo Godoi, pela orientação e sugestões na análise estatística;
- Aos Professores, respectivamente, Luiz A. Balastreire e Tomaz C.C. Ripoli, pelas sugestões;
- Aos colegas do Grupo Especial de Projetos (GPE/DER/ESALQ-USP), sem os quais este trabalho não poderia ser realizado;
- À srta Solange Munhoz, secretária do Departamento de Engenharia Rural (ESALQ/USP), pelos serviços de datilografia.

## SUMÁRIO

## PÁGINA

Lista de Tabelas .....	v.i.
Lista de Figuras .....	i.x.
Lista de Quadros .....	x.i.i.
Lista de Variáveis .....	x.i.i.i.
RESUMO .....	x.i.v.
SUMMARY .....	x.v.i.
1. - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
2. - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u> .....	3
3. - <u>MATERIAL E MÉTODO</u> .....	11
3.1. - MATERIAL .....	11
3.1.1. - <u>Pneumáticos</u> .....	11
3.1.2. - <u>Tratores</u> .....	12
3.1.3. - <u>Equipamentos de mensuração</u> .....	13
3.1.4. - <u>Campo de ensaio</u> .....	13
3.2. - MÉTODO .....	14
3.2.1. - <u>Método de avaliação do desem-</u> <u>penho dos pneumáticos</u> .....	14
3.2.2. - <u>Método de ensaio de campo</u> .....	14
3.2.2.1. - Programação dos ensaios .....	15
3.2.2.2. - Comboio de ensaio .....	16
3.2.2.3. - Mensuração da tração na barra (Ft) .....	16
3.2.2.4. - Mensuração da velocidade de deslocamento (Vt) .....	17
3.2.2.5. - Mensuração do patinamento .....	18
3.2.2.6. - Mensuração do consumo de combustível (C.C) .....	20
3.2.2.7. - Caracterização das condi- ções de campo .....	20
3.2.3. - <u>Método estatístico de inter-</u> <u>pretação</u> .....	21



4.4.2. - <u>Comparação de desempenho na</u> <u>faixa normal de operação .....</u>	75
4.5. - DISCUSSÃO GERAL .....	82
5. - <u>CONCLUSÕES .....</u>	84
<u>LITERATURA CITADA .....</u>	85
APÊNDICE I	
APÊNDICE II	
APÊNDICE III	
APÊNDICE IV	
APÊNDICE V	

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela I. Dados obtidos para o pneu A na condição sem lastro (A/SL) .....	23
Tabela II. Dados obtidos para o pneu B na condição sem lastro (B/SL) .....	24
Tabela III. Dados obtidos para o pneu C na condição sem lastro (C/SL) .....	25
Tabela IV. Dados obtidos para o pneu D na condição sem lastro (D/SL) .....	26
Tabela V. Desempenho do pneumático A, na condição sem lastro .....	29
Tabela VI. Desempenho do pneumático B, na condição sem lastro .....	30
Tabela VII. Desempenho do pneumático C, na condição sem lastro .....	31
Tabela VIII. Desempenho do pneumático D, na condição sem lastro .....	32
Tabela IX. Valores de F e dos coeficientes de determinação ( $r^2$ ), para a condição SL ...	34

Tabela X.	Valores de Ft, Pb e Rdt máximos e C.esp. mínimo, obtidos pelos pneumáticos para a condição SL .....	42
Tabela XI.	Consumo específico dos pneumáticos para nível de Pi que obteve C.esp. mínimo na condição C/SL (Pi% = 23,55) .....	44
Tabela XII.	Valores de Ft, Pb, Rdt e C.esp., para índices de Pi situados dentro da faixa normal de operação (condição SL) .....	45
Tabela XIII.	Dados obtidos para o pneu A na condição com lastro (A/CL) .....	48
Tabela XIV.	Dados obtidos para o pneu B na condição com lastro (B/CL) .....	49
Tabela XV.	Dados obtidos para o pneu C na condição com lastro (C/CL) .....	50
Tabela XVI.	Dados obtidos para o pneu D na condição com lastro (D/CL) .....	51
Tabela XVII.	Desempenho do pneumático A, na condição com lastro .....	54
Tabela XVIII.	Desempenho do pneumático B, na condição com lastro .....	55
Tabela XIX.	Desempenho do pneumático C, na condição com lastro .....	56

Tabela XX.	Desempenho do pneumático D, na condição com lastro .....	57
Tabela XXI.	Valores de F e dos coeficientes de determinação ( $r^2$ ), para a condição CL ...	58
Tabela XXII.	Valores de Ft, Pb e Rdt máximos e C.esp. mínimo, obtidos pelos pneumáticos para a condição CL .....	65
Tabela XXIII.	Valores de Ft, Pb, Rdt e C.esp., para índices de Pi situados dentro da faixa normal de operação (condição CL) .....	68
Tabela XXIV.	Comparação de desempenho máximo dos pneumáticos nas condições SL e CL .....	72
Tabela XXV.	Comparação de desempenho dos pneumáticos a 10% de Pi nas condições SL e CL .....	76
Tabela XXVI.	Comparação de desempenho dos pneumáticos a 20% de Pi nas condições SL e CL .....	78
Tabela XXVII.	Comparação de desempenho dos pneumáticos a 30% de Pi nas condições SL e CL .....	80

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Desenho da banda de rodagem dos modelos avaliados .....	12
Figura 2. Código das condições de ensaio .....	15
Figura 3. Comboio de ensaio .....	16
Figura 4. Trecho de uma fita impressa .....	17
Figura 5. Histograma da distribuição de frequência dos valores dos coeficientes de variação (condição SL) .....	27
Figura 6. Região de inflexão a níveis altos de $P_i$ (condição A/SL) .....	36
Figura 7. Gráfico da tração na barra ( $F_t$ ) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição sem lastro .....	38
Figura 8. Gráfico da potência na barra ( $P_b$ ) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição sem lastro .....	39
Figura 9. Gráfico da razão dinâmica de tração ( $R_{dt}$ ) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição sem lastro .....	40

Figura 10. Gráfico do consumo específico (C.esp.) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição sem lastro .....	41
Figura 11. Desempenho dos pneumáticos para as variáveis $F_t$ , $P_b$ , $R_{dt}$ no ponto de máximo e C.esp. no ponto de mínimo - condição sem lastro .....	43
Figura 12. Desempenho dos pneumáticos para as variáveis $F_t$ , $P_b$ , $R_{dt}$ e C.esp. a 10%, 20% e 30% de $P_i$ .....	46
Figura 13. Histograma da distribuição de frequência dos valores dos coeficientes de variação (condição CL) .....	52
Figura 14. Gráfico da tração na barra ( $F_t$ ) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição com lastro .....	61
Figura 15. Gráfico da potência na barra ( $P_b$ ) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição com lastro .....	62
Figura 16. Gráfico da razão dinâmica de tração ( $R_{dt}$ ) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição com lastro .....	63
Figura 17. Gráfico do consumo específico (C.esp.) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição com lastro .....	64

Figura 18. Desempenho dos pneumáticos para as variáveis Ft, Pb, Rdt no ponto de máximo e C.esp. no ponto de mínimo (condição com lastro) .....	66
Figura 19. Desempenho dos pneumáticos para as variáveis Ft, Pb, Rdt e C.esp. a 10%, 20% e 30% de Pi (condição com lastro) .....	69
Figura 20. Comparação de desempenho máximo entre os modelos operando nas condições SL e CL ..	73
Figura 21. Comparação de desempenho, a 10% de Pi, para os modelos operando nas condições SL e CL .....	77
Figura 22. Comparação de desempenho, a 20% de Pi, para os modelos operando nas condições SL e CL .....	79
Figura 23. Comparação de desempenho, a 30% de Pi, para os modelos operando nas condições SL e CL .....	81

LISTA DE QUADROS

Página

Quadro I.	Marchas e rotações do motor (rpm) no Tf para obter níveis de $Pi\%$ predefinidos .....	19
-----------	--	----

## LISTA DE VARIÁVEIS

Símbolo	Denominação	Unidade
. Cc	Consumo de combustível	ml
C.esp	Consumo específico	ml/kW.h
Ft	Força de tração	kN
Pb	Potência na barra	kW
Pi	Patinamento	%
Rdt	Razão dinâmica de tração	%
t	Tempo	s
Vt	velocidade	m/s
Wd	Carga dinâmica sobre o roda <u>do</u> traseiro	kN
We	Carga estática sobre o roda <u>do</u> traseiro	kN

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE 4 MODELOS DE PNEUMÁTICOS AGRÍCOLAS  
EM SOLO DE TEXTURA MÉDIA.

MARCOS MILAN

LUIZ GERALDO MIALHE  
- orientador -

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo avaliar o desempenho de 4 modelos de pneumáticos agrícolas de medida 16.9/14 x 30. Os ensaios foram realizados em Latossolo Vermelho Amarelo de textura média, com cobertura vegetal. As avaliações foram efetuadas com o trator operando nas condições com e sem lastros.

Os resultados obtidos a partir dos ensaios de campo foram:

- . Tração na barra;
- . Consumo de combustível;
- . Tempo de duração do ensaio;
- . nº de pulsos emitidos pelos sensores instalados na roda odométrica e no trator de tração.

À partir dos resultados de campo, os dados foram analisados obtendo-se as equações de regressão (polinômios de grau 2) para as variáveis tração na barra, potência na barra, consumo específico e razão dinâmica de tração em função do patinamento. Das equações, efetuou-se a análise do desempenho

dos pneumáticos no intervalo compreendido pela faixa normal de operação (0% a 30% de patinamento) e para o desempenho máximo dos pneus.

Os resultados evidenciaram o efeito da adição de lastros no aumento da tração e potência na barra, bem como uma melhor eficiência no aproveitamento do combustível. Para a condição sem lastro, o pneu denominado B obteve um melhor desempenho na situação limite de exigência, enquanto que para a faixa normal de operação não ocorreram diferenças significativas entre os modelos A, B e C. Para a condição lastrada, os três modelos A, B e C, apresentaram desempenhos equivalentes nas duas situações (faixa normal de operação e condição limite de exigência), desempenho este sempre superior ao modelo D.

PERFORMANCE EVALUATION OF 4 AGRICULTURAL TYRE MODELS ON  
MEDIAN TEXTURE SOIL.

MARCOS MILAN

Adviser: *Luiz Geraldo Mialhe*

SUMMARY

In this work the performance of four models of 16.9/14 x 30 agricultural tyres was evaluated. The field tests were run on a median texture red-yellow clay, with grass cover. Data were obtained operating the tractor with and without ballast.

The results obtained in the field were the drawbar pull, fuel consumption, speed and slip. The field data were analysed to obtain the regression equations (second degree polynomials) for the variables drawbar pull, drawbar power, specific fuel consumption, and dynamic ratio vs slip.

With the equations the tyre performances were evaluated in the range of 0% to 30% slip, and of the slip for maximum performance.

The results showed the effect of ballast addition in the increase of drawbar pull and power, as well as a better efficiency in fuel usage. For the condition without ballast, tyre B showed the best performance for the limiting slip, while for the normal operating limit significant differences were not detected between tyres A, B and C. For the condition with ballast, tyres A, B and C showed equivalent performance in both situations (normal operating range and limiting slip), which in turn were always better than tyre D.

## 1. - INTRODUÇÃO

No atual estágio da economia mundial, as atividades produtivas em qualquer setor, estão voltadas para a maximização dos recursos por elas empregados, através de mudanças em processos e/ou por um aumento na eficiência dos mesmos.

Segundo MIALHE (1980), o trabalho de produção agropecuária caracteriza-se pela realização cíclica e cronologicamente ordenada, de uma série de operações agrícolas. Estas, são realizadas por um conjunto diversificado de máquinas e ferramentas que exigem um fornecedor de energia mecânica - a máquina motora. O autor afirma que, ao analisar os avanços tecnológicos da mecanização agrícola nas últimas décadas, e suas tendências atuais de desenvolvimento, verifica-se que o trator tem sido e provavelmente ainda continuará a ser a mais importante máquina motora na agricultura.

Tendo em vista estes aspectos, a seleção e utilização criteriosa do trator, executada pelo usuário, bem como a melhoria do desempenho deste equipamento através de alterações no projeto, executada pelo fabricante, são fatores que contribuem decisivamente para a redução dos custos na atividade agropecuária.

Sob este enfoque, os pneumáticos apresentam-se como um dos mais importantes componentes do trator, na medida em que cabe a eles a responsabilidade de transmitir a potência gerada pela unidade motriz ao solo, para a realização das tarefas. De acordo com Heichel citado por TAYLOR et alii (1976), 60% da energia gasta na agricultura dos EUA advém do

petróleo e esta energia é consumida em sua maioria por tratores e colhedoras automotrizes. Portanto, um melhoramento que possa ser executado nos pneus, contribui diretamente para uma melhor eficiência de produção, reduzindo também o consumo de combustíveis fósseis.

A avaliação do desempenho de pneumáticos de tratores agrícolas tem sido feita segundo duas diretrizes. A primeira delas, consiste na verificação da influência de uma característica de construção no desempenho do pneumático, por exemplo: a altura da garra, o espaçamento entre garras, a construção da carcaça (diagonal ou radial) etc. A outra, avalia o desempenho de um pneumático isoladamente ou em comparação com outros. A primeira tem como vantagem fornecer dados precisos no tocante ao fator específico analisado; a sua principal desvantagem é o custo, por exigir moldes e processos especiais de fabricação dos modelos a serem avaliados. A segunda, reduz os custos da pesquisa e fornece subsídios quanto ao desempenho global do pneu em comparação com outros modelos, mas, não é possível isolar as influências dos fatores de construção específica.

A presente pesquisa, tem como objetivo a avaliação do desempenho de 4 modelos de pneumáticos comerciais agrícolas, de medida 16.9/14 x 30. Trata-se de uma avaliação dirigida de acordo com a segunda diretriz acima citada, ou seja, confronto entre diferentes espécimes.

## 2. - REVISÃO DE LITERATURA

Um breve histórico sobre estudos desenvolvidos com rodados foi realizado por MIALHE (1980). Segundo o autor, os primeiros trabalhos foram executados após o término da I Grande Guerra; no período compreendido entre a I e II Grandes Guerras, desenvolveram-se várias linhas de pesquisas em países como Estados Unidos, Inglaterra, França e União Soviética. Um impulso muito grande nos estudos sobre tração por rodados foi dado a partir da criação do "USDA Tillage Machinery Laboratory" no Estado do Alabama, EE.UU. Nesse laboratório, te ve início em 1946 um programa de ensaios com pneus de tratores sob condições controladas de solo, em colaboração com os mais importantes fabricantes de pneumáticos da época.

Esses ensaios, realizados por Reed e Shields (GIL e VANDEN BERG, 1967), foram executados com uma série de 37 pneus experimentais de dimensão 11-38, 4 lonas. Avaliou-se o efeito da altura, espaçamento e ângulo das garras, da largura e raio de curvatura da banda de rodagem no desempenho dos pneus. Os ensaios foram realizados em três tipos de solo: arenoso, marga e argiloso. Os resultados evidenciaram um melhor desempenho das garras de menor altura nas três condições de so lo, em termos de eficiência de potência; para força de tração máxima, a influência do fator é pequena. Nos ensaios, incluiu- se um pneu liso (sem garras) que obteve melhor desempenho em solo arenoso; para solo de marga, a tração obtida foi muito me nor, comparando-se com as outras duas situações, indicando que alguma ação da garra é necessária para penetrar ou escavar através da camada superficial. Em termos de espaçamento entre

garras obteve-se, para as três condições, uma melhor eficiência de potência com maior espaçamento; este fato, é atribuído à menor movimentação do solo e conseqüentemente menor trabalho deve ser realizado para obter tração, raciocínio este também considerado válido para o efeito da altura da garra. Em relação a força de tração os dados obtidos não possibilitam avaliar a máxima tração desenvolvida. Em termos de ângulo da garra, os efeitos são menores que os observados para a altura e espaçamento e nenhuma tendência geral parece estar relacionada com este fator. Mesmo assim, para eficiência de potência, os dados indicam uma variação máxima de 2% a 6% para o ângulo da garra enquanto que as diferenças máximas obtidas pela alteração da altura e espaçamento atingem o intervalo de 5% a 10%. Os dois outros fatores estudados - largura e raio de curvatura da banda de rodagem - quando comparados com os efeitos obtidos pela altura, espaçamento e ângulo da garra, apresentam alterações negligíveis no desempenho.

VASEY e NAYLOR (1958), utilizando de 7 tipos de pneus, sendo 5 agrícolas com diferentes desenhos de banda de rodagem, um modelo industrial e um liso, tentaram realizar ensaios de campo em três condições de solo: solo firme com restos de vegetação (marga argiloso), solo arado e solo irrigado recentemente sistematizado e nivelado. Incluiu-se também, uma superfície pavimentada para reproduzir as condições de ensaio padrão (ensaio de pista). Todavia, na condição de solo irrigado, não foi possível manter a carga de frenação constante, razão pela qual esta condição foi excluída dos ensaios. Os autores tentaram avaliar o desempenho dos pneumáticos em termos de tração na barra, patinamento e potência. Dada a inexistência de uma metodologia específica as comparações foram realizadas, para cada superfície a três níveis de patinamento e com base na tração na barra. A avaliação em termos de potência não foi efetuada porque, a baixa velocidade de deslocamento não possibilitou a obtenção de dados que permitissem confiabilidade no confronto. A comparação entre os

pneus foi realizada nos seguintes níveis de patinamento:

Superfície	Patinamento %		
pavimentada	10	15	20
solo firme	10	20	30
solo arado	15	25	35

Os resultados obtidos por VASEY e NAYLOR (1958), demonstraram que em superfície pavimentada, o pneu industrial e o liso apresentaram um desempenho melhor, tendência esta contrária quando operando em superfícies com restos de cultura e arada, onde a ação da garra torna-se necessária. O pneu D, que possuía garras consideradas como mais agressivas, apresentou um melhor desempenho em terreno arado. Os autores ressaltam a tendência de os modelos de pneus apresentarem para um dado valor de patinamento, alta tração em superfície pavimentada, tração mínima em terreno arado e intermediária em superfície vegetada.

TAYLOR (1973 a), reavaliou alguns modelos de pneus da série de 37 ensaiados por REED e SHIELDS (1950), por considerar que os dados publicados foram insuficientes e que, na época, os autores julgaram alguns ensaios como não conclusivos. TAYLOR (1973 a) utilizou-se de 4 modelos de pneumáticos, onde a única variável consistia no ângulo da garra; um pneu liso foi incluído como padrão. Os pneus apresentavam ângulos de garra de  $40^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ ,  $70^{\circ}$  e  $80^{\circ}$  e por inversão do sentido de giro, ângulos de  $140^{\circ}$ ,  $130^{\circ}$ ,  $110^{\circ}$  e  $100^{\circ}$ . A dimensão dos pneumáticos era 11 x 38, 4 lonas com desenho da banda de rodagem R-1. Os pneus foram avaliados em condição de laboratório, em 6 tipos de solo, e os dados obtidos - razão dinâmica de tração e eficiência tratória - analisados em função do patinamento. A não existência de valores padrões fixados para o

patinamento, levou o autor a utilizar a média dos dados obtidos para 10%, 15%, 20%, 25% e 30% de redução de deslocamento nas análises. Quanto à razão dinâmica de tração os resultados revelaram que não houve variação significativa de desempenho para o ângulo das garras quando comparados ao pneu liso; a mesma tendência, embora com maior variação, foi encontrada para a eficiência tratória. TAYLOR (1973 a) considera, com base em sua vivência na área de pesquisas, que diferenças de desempenho de até 3% podem não ser significativas. O autor conclui, baseado nos testes e em pesquisas anteriores, que os efeitos do ângulo da garra na performance de tração são negligíveis.

TAYLOR (1973 b), utilizou-se da mesma série de 37 pneumáticos e realizou novos estudos com relação ao efeito do espaçamento das garras no desempenho de tração. Um grupo de 5 pneus foi utilizado onde a única variável alterada foi o espaçamento entre as garras. Os pneus apresentavam 20, 23, 26, 29 e 32 garras por lado, dimensão 11 x 38, 4 lonas e desenho de banda de rodagem modelo R-1; os ensaios foram realizados em canal de solo com 6 tipos de solos. Os dados obtidos - razão dinâmica de tração e eficiência tratória - foram analisados em função do patinamento. Conforme citação anterior do mesmo autor, a inexistência de valor padrão para a patinagem levou-o a utilizar-se da média dos valores obtidos no intervalo de 20% a 40% de patinamento. Para os resultados obtidos, o autor afirma ser válido admitir que no solo Hurricane (argilo so), com cobertura vegetal, o espaçamento ideal é aquele do pneu com 23 garras por lado. No solo Norfolk (marga arenoso) existe uma ligeira superioridade dos pneus com 26 e 29 garras. Para os outros solos analisados, não se constatou evidência de que o espaçamento das garras afete o desempenho dos pneumáticos.

TAYLOR (1975), preocupado com o desgaste acentuado dos pneumáticos agrícolas que trafegam frequentemente em superfícies pavimentadas, realizou avaliações de desempe-

nho de pneus com desenhos de banda de rodagem não adaptados a terrenos agrícolas. Foram utilizados pneus de dimensão 16.9 x 24 com desenhos de banda de rodagem R-1, R-3 e R-4 e em quatro tipos de solos. Os resultados dos coeficientes de tração líquida e razão dinâmica de tração - foram analisados em função do patinamento. O pneu com desenho R-1 apresentou desempenho superior aos outros dois, principalmente em solo com condições de tração não ideais. O autor sugere que o modelo R-4 é uma alternativa a ser considerada, quando o trator deve trafegar sobre superfícies pavimentadas por longos períodos de tempo, e desde que as características dos solos nos terrenos agrícolas permitam boas condições de tração. Para patinamentos inferiores a 20%, os modelos R-3 e R-4 são tão efetivos quanto o modelo R-1, em termos de razão dinâmica de tração.

Forrest et alii (TAYLOR et alii 1976), obtiveram um desempenho de 8% a 33% maior, em termos de tração na barra, para pneus de construção radial sobre os de construção diagonal em quatro condições de testes, para valores de patinamento situados dentro da faixa normal de operação. TAYLOR et alii (1976), definem esta faixa como o intervalo de patinamento situado entre 0% a 30%, intervalo este a ser utilizado nas operações agrícolas.

TAYLOR et alii (1976), pesquisaram as diferenças no desempenho entre pneumáticos de construção radial e diagonal, com dimensão 18.4 x 34, 6 lonas e desenho de banda de rodagem R-1. Os ensaios foram realizados em oito diferentes tipos de solo e os resultados - eficiência tratória e razão dinâmica de tração - analisados em função do patinamento. Para solos de consistência considerada macia, constatou-se pequena diferença entre o desempenho dos pneus; em solos de consistência firme, observou-se uma nítida vantagem para o pneu radial em termos de razão dinâmica de tração em relação ao pneu diagonal (0,38 para 0,32). Esta diferença, 0,38 vs 0,32, a maior obtida em todos os ensaios, representa um incremento de 18% da razão dinâmica de tração do pneu radial em relação ao diagonal. Os

autores atribuem essa diferença de desempenho à área de contato dos pneus. Em solos macios, a maior parte da deformação ocorre no solo, existindo uma pequena diferença na área de contato pneu-solo entre o radial e o diagonal. Em solo firme, a maior parte da deformação ocorre nos pneus, maximizando as diferenças de área de contato do pneu radial em relação ao diagonal.

CAVALCHINI (1978), avaliou o desempenho de 3 modelos de pneus, um de construção radial e dois de construção diagonal (designados A e B) de tamanho 18.4 - 38, 8 lonas. Os pneus foram ensaiados em duas condições de superfície: terreno com restos de cultura de alfafa e terreno com restos de cultura de beterraba. Os resultados - tração na barra e potência na barra - foram analisados em função do patinamento, e o consumo específico em função da tração na barra; o modelo de curva adotado foi o polinômio de grau 2. Os resultados demonstraram, segundo o autor, uma nítida vantagem do pneu de construção radial em relação aos diagonais. CAVALCHINI (1978) ressaltou que o pneu radial forneceu 5% a mais de tração máxima, no campo de alfafa, e 10% sobre o campo de beterraba quando comparado aos pneus A e B; nas duas condições, o patinamento para o pneu radial foi menor. Para a potência máxima os valores obtidos foram 7% e 4,5% maiores respectivamente. O consumo específico obtido para o pneu radial foi menor, quando comparado aos pneus A e B nas duas condições de solo (campo de alfafa e campo de beterraba).

BURT et alii (1979) realizaram um estudo sobre o efeito da carga dinâmica e do patinamento no desempenho de pneumáticos. Neste trabalho, foram utilizados pneus de dimensões 12.4 x 28 de 4 lonas e 12.4 x 38 de 6 lonas com desenho de banda de rodagem R-1; os ensaios foram realizados em três tipos de solos. Os resultados foram expressos em termos de tração líquida, potência motora, potência útil e eficiência tratorria em função da carga dinâmica e patinamento; foram realizados gráficos tridimensionais com as variáveis independentes plotadas no eixo x e y e as dependentes no eixo z. Os re-

sultados mostram a importância de se considerar a performance do pneu como uma função da redução de deslocamento e carga dinâmica; mostram também que o inverso do raio de rolamento, para uma dada condição de solo e pneu, é uma função linear da carga dinâmica aplicada. Com redução de deslocamento constante, verifica-se aumento na eficiência tratorária com o aumento na carga dinâmica, sobre solo compactado e um decréscimo na eficiência tratorária com aumento da carga dinâmica, em solo com superfície não compactada. A potência motora apresenta relação linear com a carga dinâmica e não linear a redução de deslocamento. A potência útil não apresenta linearidade com relação a carga dinâmica e a redução de deslocamento.

BURT e BAILEY (1982) estudaram o efeito de pressão de inflação e da carga dinâmica sobre os pneus 20.8 R-38, 8 lonas, com desenho de banda de rodagem R-1. Os testes foram conduzidos em dois tipos de solos e os procedimentos adotados foram: variação da carga dinâmica com patinamento e pressão de inflação constantes; variação na pressão de inflação com carga dinâmica e patinamento constantes. Os resultados obtidos mostraram que a eficiência tratorária, para tração líquida constante, pode ser maximizada pela seleção apropriada do nível de carga dinâmica e pressão de inflação; diferenças de 6% a 10% foram obtidas durante os ensaios. Os valores de carga dinâmica para obter a eficiência tratorária máxima, encontram-se a níveis típicos de ocorrência em operações de campo.

BURT et alii (1983), ressaltam que as pesquisas realizadas mundialmente, mostram que 20% a 55% da energia liberada pelos elementos de tração é perdida e, uma parte desta perda, gera a compactação no solo. Os autores realizaram um trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos da interação entre a carga aplicada aos rodados e a pressão de inflação, sobre a eficiência tratorária; a tração na barra foi mantida constante em 10 kN. A escolha destas variáveis independentes justifica-se por serem promissoras para utilização de equipamento de controle automático, em um sistema para otimização da e

ficiência tratória. Os autores ensaiaram dois modelos de pneus, um de construção radial e o outro diagonal, com tamanho 18.40 x 30. O solo utilizado, de textura argilosa, foi preparado para fornecer duas condições distintas, a saber:

condição de solo	profundi. mm.	umidade %	densidade g/cm <sup>3</sup>
1	0 - 75	18,3	1,32
	75 - 150	17,5	1,30
2	0 - 75	7,5	1,08
	75 - 150	12,0	1,35

O pneu radial operando na condição de solo 1, apresentou uma eficiência tratória de 0,70, com carga dinâmica de 22,8 kN e pressão de inflação de 62 kPa. Este ensaio mostrou uma diferença apreciável entre os valores mínimo (0,55) e máximo (0,70) da eficiência tratória. Nesta condição de solo, o pneu diagonal obteve a máxima eficiência com 124 kPa de pressão, sob carga dinâmica de 26 kN: A mínima eficiência obtida foi 0,54 e a máxima 0,75. Para a condição de solo 2, operando com pneu radial, a máxima eficiência tratória foi 0,76 e para o pneu diagonal 0,69. Os resultados evidenciam que, para uma dada tração na barra, a eficiência do pneu pode ser maximizada pela seleção apropriada do nível de carga dinâmica e pressão de inflação; a máxima eficiência tratória não ocorre a um nível mínimo de patinamento. Um intervalo de 0,10 a 0,21 de diferença na eficiência tratória foi obtido.

### 3. - MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1. - MATERIAL

O material utilizado na presente pesquisa abrange os pneumáticos submetidos a ensaios, os tratores - de tração e frenagem - os equipamentos utilizados na mensuração dos parâmetros de desempenho e na determinação "in situ" das características da camada superficial do campo de ensaio.

##### 3.1.1. - Pneumáticos

Os pneumáticos\* utilizados, designados pelas letras A, B, C e D apresentam as seguintes especificações:

- . Designação de tamanho: 16.9/14 - 30
- . Capacidade de lonas: 6
- . Construção: diagonal
- . Desenho de banda de rodagem: R-1

Os desenhos das bandas de rodagem dos pneus podem ser observados na Figura 1.

---

\* As características de construção e terminologia empregadas são apresentadas no Apêndice I.

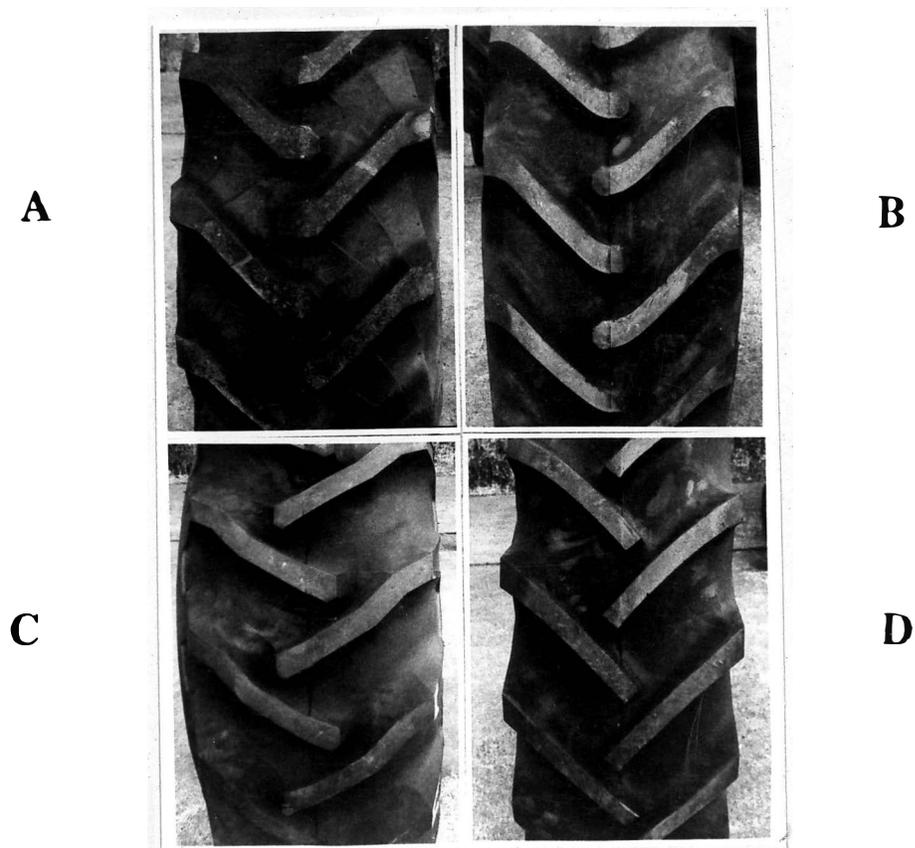


Figura 1 - Desenhos das bandas de rodagem dos modelos avaliados.

### 3.1.2. - Tratores

Para o presente ensaio foram utilizados dois tratores: um da marca Ford, modelo 5600 doravante denominado trator de tração (Tt); o outro da marca Valmet, modelo 118-4 com tração auxiliar, doravante denominado trator de frenagem (Tf). As características técnicas de ambos os modelos constam do Apêndice II. O trator Tt foi utilizado sob duas condições de operação, com e sem lastros, designadas respectivamente pelas letras CL e SL.

### 3.1.3. - Equipamentos de mensuração

Os equipamentos de mensuração utilizados na presente pesquisa foram:

.) Célula de carga com extensômetros elétricos, de marca Kratos, modelo CCI, nº de série 4768, capacidade para 196 kN, com impressora. O equipamento foi fornecido com garantia de aferição e sua precisão é de  $\pm 0,2\%$ .

.) Conjunto odométrico, constituído de roda odométrica e dois dispositivos compostos de sensores magnéticos e engrenagens (100 dentes).

.) Cronodômetro de fabricação própria (Deptº de Engª Rural ESALQ/USP), composto de três "displays", dois para indicação de número de pulsos emitidos pelos sensores do conjunto odométrico e um, para indicação do tempo.

.) Medidor de consumo de combustível de fabricação própria, (Deptº de Engª Rural, ESALQ/USP) composto de buretas e eletroválvulas.

A descrição, as calibrações efetuadas e os detalhes de instalação dos equipamentos constam do Apêndice III.

### 3.1.4. - Campo de ensaio

Para os ensaios, escolheu-se uma área de terreno plano, de propriedade da E.S.A. "Luiz de Queiroz". O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura média, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, que está sendo desenvolvido pelo SNLCS/EMBRAPA (1986).

Os ensaios foram realizados em área de formato retangular com aproximadamente 60-70 m. de largura por 300-350 m. de comprimento; a superfície estava coberta com vegetação rasteira (vegetação natural), predominantemente gramíneas.

### 3.2. - MÉTODO

O método utilizado na presente pesquisa abrange:

- . Método de avaliação do desempenho dos pneumáticos.
- . Método de ensaio de campo.
- . Método estatístico de interpretação.

#### 3.2.1. - Método de avaliação do desempenho dos pneumáticos

As análises comparativas do desempenho dos pneumáticos, nas condições propostas por este trabalho e dentro dos recursos técnicos disponíveis, foram realizadas utilizando-se os seguintes parâmetros:

- .) Tração na barra (Ft)
- .) Potência na barra de tração (Pb)
- .) Razão dinâmica de tração (Rdt%)
- .) Patinação (Pi%)
- .) Consumo específico (C. esp).

As definições dos parâmetros Ft, Pb, Rdt e Pi são aquelas preconizadas pela padronização ASAE S 296.2 e descritas no Apêndice IV.

#### 3.2.2. - Método de ensaio de campo.

A metodologia utilizada nos ensaios de campo abrange a programação dos ensaios e os procedimentos para a mensuração da tração da barra, velocidade de deslocamento, patinação e consumo de combustível.

## 3.2.2.1. - Programação dos ensaios

Os ensaios foram delineados segundo um esquema fatorial, incluindo as seguintes variáveis:

tipos de pneus - A, B, C e D\*.

Lastragem do Tt - SL e CL

A Figura 2 apresenta as combinações das variáveis, resultando em 8 condições de ensaios que serão doravante designadas através dos códigos

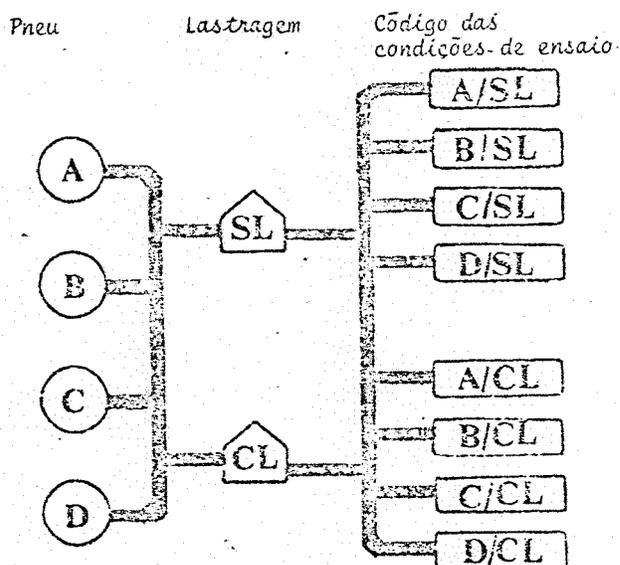


Figura 2 - Códigos das condições de ensaio.

---

(\*) A pressão de inflação adotada para os pneumáticos e verificada antes do início de cada condição de ensaio, foi de 110 kPa (16 psi).

### 3.2.2.2. - Comboio de ensaio

Os tratores, equipamentos e dispositivos utilizados na realização dos ensaios foram dispostos em um conjunto doravante denominado como "comboio de ensaio". A disposição dos elementos do conjunto pode ser visualizada na Figura 3.

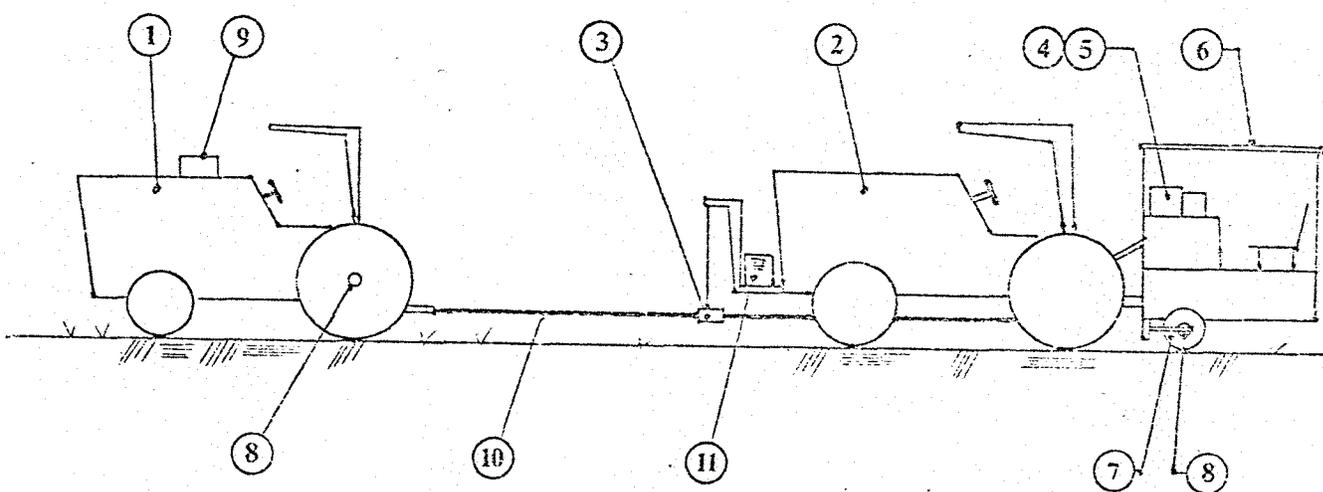


Figura 3 - Comboio de ensaio (1) Trator de tração - Tt; (2) Trator de frenagem - Tf; (3) Célula de carga; (4) Indicador digital e impressora; (5) Cronodômetro; (6) Estrutura para alojar técnicos e equipamentos; (7) Roda odométrica; (8) Sensores; (9) Medidor de consumo; (10) Cabo de aço; (11) Gerador.

### 3.2.2.3. - Mensuração da tração na barra (Ft)

A mensuração da tração desenvolvida na barra do Tt, foi realizada através da célula de carga em conexão com o equipamento de impressão e indicador.

A célula de carga foi mantida suspensa à frente do Tf, através de um dispositivo e acoplada à barra de tração por um cabo de aço. Também, através de um cabo de aço, com a-

proximadamente 6 m. de comprimento estabeleceu-se a ligação entre a célula de carga e a barra de tração do Tt.

Por ocasião dos ensaios, tomou-se a precaução de manter o cabo de aço paralelo ao nível do solo e o alinhamento entre os planos médios verticais do Tt e Tf.

A variação da carga imposta ao Tt, durante o decorrer dos ensaios, realizou-se de maneira a obter níveis de patinamento predeterminados e esse procedimento acha-se descrito em 3.2.2.5.

O equipamento permite uma velocidade máxima de impressão de 2 dados por segundo; um dado impresso representa a média aritmética de três leituras. A Figura 4 apresenta um trecho da fita impressa, com dados obtidos no decorrer de um ensaio.

0	0	1	1	4	.	2	÷
0	0	0	9	9	.	9	÷
0	0	1	1	2	.	3	÷
0	0	1	0	0	.	9	÷
0	0	1	0	5	.	8	÷
0	0	1	2	4	.	9	÷
0	0	1	0	3	.	3	÷
0	0	1	1	9	.	1	÷
0	0	0	9	1	.	1	÷
0	0	0	9	4	.	8	÷
0	0	0	9	6	.	7	÷

Figura 4 - Trecho de uma fita impressa - (Valores em kgf).

A cada nível de carga de frenagem imposta ao Tt, obteve-se um mínimo de 22 e um máximo de 145 dados impressos.

#### 3.2.2.4. - Mensuração da velocidade de deslocamento (Vt)

A velocidade média de deslocamento (Vt) por ocasião de cada condição de ensaio é calculada através da equação:

$$Vt \text{ (m/s)} = \frac{Noi/Pm}{t} \quad (1)$$

onde:

Noi = número de pulsos da roda odométrica, no ensaio i.

Pm = número de pulsos por metro linear percorrido pela roda odométrica (Apêndice III)

t = tempo de duração do ensaio i, em segundos.

### 3.2.2.5. - Mensuração do patinamento.

A determinação do patinamento (Pi), ao qual está submetido o Tt em um determinado ensaio, consiste em obter a relação entre o número de pulsos emitidos pelo sensor instalado no Tt e na roda odométrica. O patinamento é expresso pela equação:

$$Pi\% = \left( 1 - \frac{No}{Nt} \cdot R \right) \cdot 100 \quad (2)$$

onde:

No = número de pulsos registrados durante o ensaio i e emitidos pelo sensor instalado na roda odométrica.

Nt = número de pulsos registrados durante o ensaio i e emitidos pelo sensor instalado no eixo de tração do Tt.

$$R = \frac{\text{nº de pulsos sensor Tt}}{\text{nº de pulsos roda odométrica}} \quad (3)$$

O valor de R foi determinado antes do início de cada ensaio para levar em conta as alterações de perímetro efi

caz\* entre os pneumáticos do Tt e pela adição e retirada de lastros.

Os níveis de patinamento e conseqüentemente a Ft à qual submeteu-se o Tt foram obtidos pela seleção da relação de transmissão e do débito da bomba injetora do Tf. Para tanto, calculou-se previamente as marchas e rotações do motor do Tf que impõem níveis de Pi predeterminados. Estes cálculos - Pi, rotação do motor e relação de transmissão - são realizados baseados na diferença de velocidade entre o Tt, que operou nos ensaios em 3ª marcha a 1800 rpm do motor com bloqueio de diferencial acionado, e o Tf operando a rotação e marchas previamente determinadas. O Quadro I exemplifica as relações de transmissão\*\* e rotações do motor do Tf que impõem ao Tt os níveis de Pi desejados.

Quadro I - Marchas e rotações do motor (rpm) no Tf para obter níveis de Pi% predeterminados

Pi%	Marcha/rpm			Pi%	Marcha/rpm		
5	L4/1880	M1/2050		40	M1/1300	L2/1890	L3/1580
10	L4/1780	M1/1950		45	L2/1730	L3/1450	M1/1190
15	M1/1840	M1/1730	L4/1680	50	L1/2100	L2/1570	L3/1320
20	L3/2100	M1/1620	L4/1590	55	L1/1900	L2/1420	L3/1190
25	L3/1980	M1/1730		60	L1/1690	L2/1260	L3/1050
30	L3/1840	M1/1510		65	L1/1400	L2/1100	
35	L2/2040	L3/1710	M1/1400	70	L1/1270		

(\*). Perímetro eficaz - perímetro da roda medido na condição de ensaio.

(\*\*). Os códigos utilizados para as marchas do Tf são apresentados no Apêndice II com a respectiva relação de transmissão.

De acordo com o nível de Pi a ser obtido, seleciona-se a condição de Marcha/rpm adequada à situação desejada; para um nível de Pi% esperado, duas ou mais condições podem ser utilizadas.

#### 3.2.2.6. - Mensuração do consumo de combustível (CC).

Ao final de cada ensaio, realizava-se a leitura do valor apresentado na bureta central do medidor de combustível; o consumo, no ensaio, é fornecido pela aplicação do valor lido à equação de calibração, (Apêndice III).

#### 3.2.2.7. - Caracterização das condições de campo.

Para caracterizar as condições de campo durante os ensaios utilizou-se os seguintes parâmetros:

##### a) Umidade

Para cada condição de ensaio, foram tomadas amostras com duas repetições na profundidade de 0-10 cm.

As amostras, acondicionadas em recipientes herméticos e previamente tarados, foram levadas ao laboratório e submetidas a secagem por 48 h., em estufa, a 100-105°C. O teor de umidade foi obtido utilizando-se da equação:

$$\text{Umidade (U\%)} = \left( \frac{\text{Peso total úmido} - \text{Peso total seco}}{\text{Peso total seco-tara}} \right) \cdot 100 \quad (4)$$

##### b) Granulometria

A partir das amostras de umidade constitui-se uma amostra composta para caracterizar a textura do solo; a a-

nálise granulométrica foi realizada de acordo com o procedimento descrito por MEDINA (1975).

### 3.2.3. - Método estatístico de interpretação

Os dados dos ensaios foram ajustados através de regressão polinomial da forma:

$$Y_i = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 \dots \dots + a_k x_i^k + l_i$$

onde:

$x_i$  - nível de patinamento

$Y_i$  - variável sob análise

O grau de ajuste dos dados observados ao modelo polinomial, foi avaliado através do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e do teste F de acordo com o seguinte esquema de análise de variância:

Causas de Variação	G.L
Reg. Linear	1
Reg. Quadrática	1
Reg. Cúbica	1
Reg. 4º Grau	1
Desvios de Regressão	n-5
Total	n-1

n = número de observações.

#### 4. - RESULTADO E DISCUSSÃO

##### 4.1. - CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CAMPO

A análise granulométrica do solo apresentou os seguintes resultados médios:

Areia	22,3%
Silte	57,7%
Argila	20,0%

De acordo com esses dados o solo, na área de ensaio, é classificado como Limo Arenoso Barrento.

Os valores que caracterizam a condição de umidade do solo, no momento da realização dos ensaios são apresentados nas Tabelas de dados dos ensaios de campo.

##### 4.2. - CONDIÇÃO SEM LASTRO

###### 4.2.1. - Dados dos ensaios de campo

Os dados obtidos no campo, são apresentados nas Tabelas I a IV. O valor de  $P_m$  obtido para a presente condição é de 46,792 pulsos por metro, correspondendo a média de 4 determinações; o valor de  $R$  é fornecido com as Tabelas para cada condição de ensaio.

Os dados de tração na barra ( $F_t$ ) correspondem à média dos valores obtidos no campo e são apresentados seguidos dos respectivos valores de desvio padrão e coeficiente de

TABELA I - Dados obtidos para o pneu A na condição sem lastro (A/SL).

Ensaio nº	Ft			Consumo CC (ml)	Sensores		Tempo (t) s
	$\bar{M}$ (kN)	s.	c.v. %		nº de pulsos No	Nt	
01	7,685	0,949	12,36	51,6	1522	840	24,4
02	14,187	1,131	7,97	174,6	1602	2042	59,3
03	13,287	1,099	8,27	139,6	1514	1700	50,0
04	10,459	0,993	9,49	72,1	1646	1040	31,1
05	10,780	0,948	8,79	81,1	1771	1156	34,7
06	9,654	1,030	10,67	82,1	1984	1189	35,5
07	11,803	1,206	10,21	105,1	1837	1413	42,3
08	10,930	1,054	9,64	88,6	1708	1218	36,4
09	9,726	0,824	8,47	67,6	1749	1015	30,6
10	13,153	1,077	8,19	108,1	1709	1302	41,6
11	13,089	1,258	9,61	117,6	1744	1493	44,7
12	8,794	0,809	9,20	64,6	1827	1035	30,7
13	4,063	0,496	12,20	47,1	1710	870	25,8
14	10,406	0,985	9,47	82,1	2030	1209	36,0
15	13,577	1,166	8,59	133,6	1777	1654	50,3

$\bar{M}$  = média; s. = desvio padrão; c.v. = coeficiente de variação; valor de R= 0,4835 (média de duas determinações); unidade do solo (U%) = 13,1

TABELA II - Dados obtidos para o pneu B na condição sem lastro (B/SL).

Ensaio nº	Ft			Consumo CC (ml)	Sensores		Tempo (t) s
	$\bar{M}$	s.	c.v.		nº de pulsos No	Nt	
	(kN)		%				
01	12,809	0,816	6,37	88,6	1547	1089	32,3
02	11,234	0,691	6,15	73,6	1576	984	29,3
03	7,551	0,667	8,84	46,1	1328	715	21,2
04	14,782	1,614	10,92	175,6	1584	1973	58,2
05	14,482	1,073	7,41	149,2	1580	1720	51,4
06	13,772	1,257	9,12	121,6	1706	1475	43,9
07	12,637	0,771	6,10	90,6	1669	1181	35,2
08	14,186	1,211	8,54	131,1	1555	1569	47,1
09	11,857	1,028	8,67	80,6	1663	1085	32,2
10	13,065	1,097	8,40	75,6	1187	962	29,0
11	12,878	0,740	5,74	84,6	1435	1085	32,7
12	9,522	0,872	9,15	59,6	1554	906	27,1
13	8,440	0,829	9,82	49,6	1384	773	23,2
14	4,521	0,411	9,09	39,6	1527	785	23,2
15	1,550	0,221	14,25	37,1	1532	776	22,7
16	13,112	1,003	7,65	93,1	1296	1175	35,4
17	10,049	0,794	7,90	63,6	1553	941	28,0

$\bar{M}$  = média; s. = desvio padrão; c.v. = coeficiente de variação; valor de R = 0,4850 (média de duas determinações); umidade do solo (U%) = 14,2

TABELA III - Dados obtidos para o pneu C na condição sem lastro (C/SL).

Ensaio nº	Ft			Consumo CC	Sensores		Tempo (t) s
	$\bar{M}$	s.	c.v.		nº de pulsos		
	(kN)		%	ml	No	Nt	
01	11,130	0,902	8,10	61,1	1256	837	25,0
02	9,342	0,940	10,06	75,6	1905	1143	34,0
03	7,036	0,838	11,91	41,6	1195	673	20,1
04	5,503	0,802	14,58	31,1	1008	538	16,1
05	10,837	1,014	9,36	121,1	1267	1483	44,2
06	12,555	1,100	8,76	134,1	1623	1645	49,6
07	12,148	2,195	18,07	78,6	1050	1019	30,5
08	13,179	1,522	11,55	100,1	1447	1235	37,0
09	9,700	1,763	18,18	43,1	992	636	18,8
10	11,094	0,902	8,13	86,6	1583	1104	33,3
11	11,430	1,254	10,97	94,1	1575	1202	36,1
12	11,502	1,697	14,75	100,1	1514	1267	36,9
13	12,561	0,734	5,84	72,6	995	905	27,2
14	9,846	1,110	11,27	55,1	1240	773	23,0

$\bar{M}$  = média; s. = desvio padrão; c.v. = coeficiente de variação; valor de R = 0,5041 (média de duas determinações); umidade do solo (U%) = 12,4.

TABELA IV - Dados obtidos para o pneu D na condição sem lastro (D/SL)

Ensaio nº	Ft			Consumo CC (ml)	Sensores		Tempo (t) s
	$\bar{M}$	s.	c.v.		nº de pulsos No	Nt	
	(kN)		%				
01	13,996	1,067	7,62	138,6	1488	1587	47,8
02	9,061	1,446	11,56	60,1	1508	896	26,7
03	8,680	1,075	12,38	65,6	1695	1005	29,9
04	6,498	0,703	10,82	44,1	1495	791	23,7
05	11,420	0,820	7,18	92,6	1834	1287	38,6
06	8,904	0,929	10,43	71,6	1896	1112	33,3
07	12,710	1,066	8,39	103,1	1305	1322	39,1
08	10,006	1,011	10,10	77,1	1844	1146	34,2
09	12,137	0,887	7,31	112,1	1966	1497	44,8
10	8,356	0,812	9,71	64,6	1905	1068	31,7
11	4,300	0,829	19,28	49,1	2039	1038	30,3
12	12,212	0,769	6,29	119,6	1962	1579	47,4
13	12,460	1,096	8,80	120,1	1869	1599	47,8
14	10,443	1,085	10,39	81,6	1858	1209	35,9
15	4,656	0,747	16,03	43,6	1761	895	26,4
16	2,587	0,574	22,18	42,6	2007	1017	29,3
17	14,464	1,245	8,61	114,1	1423	1391	41,7
18	11,918	1,041	8,75	120,6	853	1480	44,3
19	11,708	1,149	9,81	177,6	934	2201	64,8

$\bar{M}$  = média; s. = desvio padrão; c.v. = coeficiente de variação; valor de R = 0,4747 (média de duas determinações); umidade do solo (U%) = 11,1.

variação. Os dados de consumo de combustível (CC), representam o consumo do trator ao longo de cada ensaio, no tempo t.

Utilizando-se dos dados dos coeficientes de variação (cv%) obtidos para cada condição de ensaio, construiu-se os histogramas de freqüência apresentados na Figura 5. Os intervalos de classe foram estabelecidos com base na classificação proposta por PIMENTEL GOMES (1963), a saber:

Intervalo do cv%	Qualificação do coeficiente
[0-10]	baixo
(10-20]	médio
(20-30]	alto
> 30	muito alto

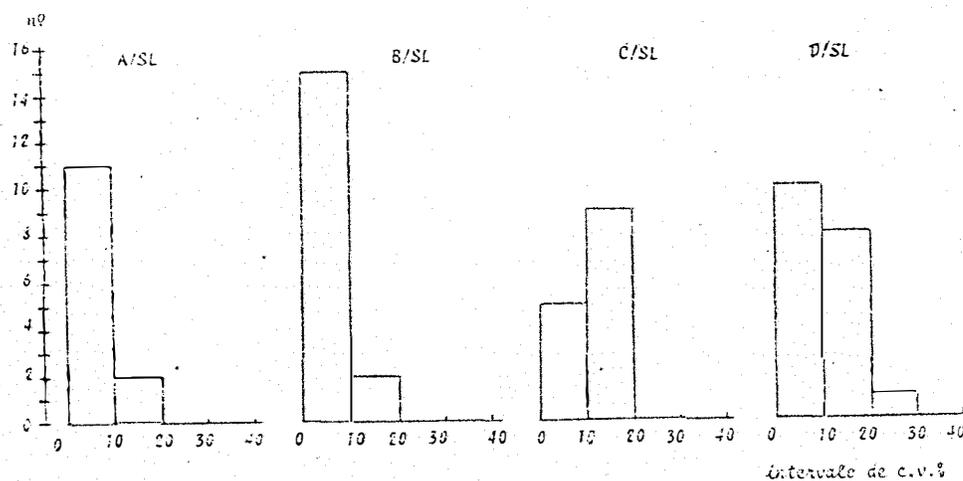


Figura 5 - Histograma da distribuição de freqüência dos valores dos coeficientes de variação (condição SL).

Conforme se observa, no intervalo de classe de 0-10% encontram-se 11 valores de cv% (cerca de 73%) para os ensaios na condição A/SL, 15 valores (88%) na B/SL, 5 valores (36%) na C/SL e 10 valores (53%) na D/SL.

Tendo em vista que a maior parte dos cv% podem ser qualificados de baixos e médios, ficam evidenciados as adequadas características da metodologia, equipamentos e condições de uniformidade do solo.

#### 4.2.2. - Parâmetros de desempenho dos pneumáticos.

Com os dados apresentados no item 4.2.1. (Tabelas I a IV) e com base nas definições e equações apresentadas no Apêndice IV, obteve-se os valores dos parâmetros de desempenho dos pneumáticos constantes nas Tabelas V a VIII. Visando facilitar a interpretação, os valores obtidos foram listados na ordem crescente dos dados de patinamento.

TABELA V - Desempenho do pneumático A, na condição sem lastro

Ensaio nº	Variável				
	Pi %	Ft kN	Pb kW	Rdt %	C.esp. ml/kW.h
13	4,98	4,063	5,753	23,16	1142,4
01	12,41	7,685	10,244	42,12	743,2
12	14,66	8,794	11,177	47,63	677,7
09	16,70	9,726	11,875	52,17	669,7
14	18,83	10,406	12,539	55,43	654,8
06	19,33	9,654	11,527	51,83	722,3
04	23,49	10,459	11,829	55,68	705,6
05	25,94	10,780	11,750	57,20	716,1
08	32,21	10,930	10,963	57,91	799,3
10	36,54	13,153	11,548	68,13	810,1
07	37,15	11,803	10,953	61,98	816,7
11	43,53	13,089	10,916	67,84	867,6
15	48,06	13,577	10,251	70,03	932,8
03	56,95	13,287	8,597	68,73	1169,1
02	62,07	14,187	8,186	72,73	1294,9

TABELA VI - Desempenho do pneumático B, na condição sem lastro

Ensaio nº	Variável				
	Pi	Ft	Pb	Rdt	C.esp.
	%	kN	KW	%	ml/kW.h
15	4,28	1,550	7,574	9,09	776,8
14	5,69	4,521	6,358	25,64	966,5
03	9,95	7,551	10,107	41,44	774,5
13	13,19	8,440	10,757	45,89	715,5
12	16,84	9,522	11,667	51,19	678,6
17	19,98	10,049	11,909	53,73	686,6
02	22,35	11,234	12,910	59,33	700,4
09	25,69	11,857	13,083	62,23	688,8
01	31,12	12,809	13,108	66,58	753,4
07	31,48	12,637	12,802	65,80	723,8
11	35,87	12,878	12,074	66,89	771,4
10	40,18	13,065	11,426	67,73	821,4
06	43,92	13,772	11,435	70,90	872,1
16	46,52	13,112	10,256	67,95	923,2
08	51,95	14,186	10,007	72,73	1001,3
05	55,46	14,482	9,512	74,03	1097,9
04	61,07	14,782	8,596	75,34	1263,7

TABELA VII - Desempenho do pneumático C, na condição sem lastro

Ensaio nº	Variável				
	Pi	Ft	Pb	Rdt	C.esp.
	%	kN	kW	%	ml/kW.h
04	5,56	5,503	7,361	30,87	944,7
03	10,50	7,036	8,937	38,83	33,7
02	15,99	9,342	11,183	50,32	715,8
14	19,14	9,846	11,342	52,75	760,4
09	21,38	9,700	10,936	52,05	754,7
01	24,36	11,130	11,947	58,85	736,4
10	27,73	11,094	11,271	58,62	830,7
11	33,95	11,430	11,609	60,25	808,4
12	39,77	11,502	10,083	60,58	968,6
08	40,94	13,179	11,015	68,18	883,3
13	44,58	12,561	9,818	65,46	978,7
07	48,06	12,148	8,935	63,57	1038,3
06	50,27	12,555	8,777	65,43	1108,9
05	56,94	10,837	6,639	57,47	1485,7

TABELA VIII - Desempenho do pneumático D, na condição sem lastro.

Ensaio nº	Variável				
	Pi	Ft	Pb	Rdt	C.esp.
	%	kN	kW	%	ml/kW.h
16	6,30	2,587	3,786	14,99	1382,4
15	6,58	4,656	6,636	26,36	895,9
11	6,73	4,300	6,183	24,44	943,6
04	10,26	6,498	8,757	36,07	765,0
10	15,31	8,356	10,728	45,47	683,8
06	19,04	8,904	10,832	48,17	714,7
03	19,92	8,680	10,513	47,07	751,2
02	20,09	9,061	10,934	48,94	741,1
08	23,60	10,006	11,527	53,52	704,1
14	27,03	10,443	11,548	55,60	708,6
05	32,34	11,420	11,592	60,20	745,0
09	37,64	12,137	11,380	63,52	791,6
12	41,00	12,212	10,800	63,86	841,1
13	44,50	12,460	10,409	64,99	869,0
17	51,77	14,464	10,472	73,95	940,6
07	53,13	12,710	9,064	66,13	1047,4
01	55,48	13,996	9,309	71,89	1121,3
18	72,63	11,918	4,903	62,51	1998,7
19	79,85	11,708	3,606	61,54	2736,2

#### 4.2.3. - Equações de regressão

Com a finalidade de verificar o melhor grau de ajuste do modelo polinomial adotado, os dados das Tabelas V a VIII foram ajustados até polinômios de grau 4. No Apêndice V são apresentados os resultados da análise de variância, os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) e as equações de regressão obtidas para os pneumáticos.

A Tabela IX, mostra os valores de F e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) utilizados para a escolha do grau do polinômio a ser adotado.

Tabela IX - Valores de F e dos coeficientes de determinação ( $r^2$ ), para a condição SL.

Condição	Grau do polinômio							
	1		2		3		4	
	F	$r^2$	F	$r^2$	F	$r^2$	F	$r^2$
A/SL	250,81820***	0,8104	37,71728***	0,9322	Variável Ft 8,64356**		2,33388	0,9677
B/SL	609,44042***	0,7894	117,60002***	0,9417	29,66031***		3,34106**	0,9845
C/SL	156,51552***	0,6795	62,67882***	0,9516	0,08804		2,05354	0,9609
D/SL	287,63188***	0,6522	136,03251***	0,9607	1,85547		1,48522	0,9683
A/SL	5,6800*	0,0248	160,85265***	0,7036	Variável Pb 48,59371***		11,6749**	0,9578
B/SL	2,35423	0,0108	181,38114***	0,8459	21,41351***		0,05587	0,9448
C/SL	12,53148**	0,0650	167,28742***	0,9325	3,58106		0,44431	0,9533
D/SL	8,32043*	0,0336	201,63508***	0,8473	20,88873***		2,95411	0,9435
A/SL	263,97549***	0,7867	46,44818***	0,9251	Variável Rdt 11,98154**		3,14138	0,9702
B/SL	498,71579***	0,7587	111,68039***	0,9286	30,45225***		4,48563	0,9817
C/SL	171,38038***	0,6742	71,42250***	0,9552	0,00004		2,39247	0,9646
D/SL	275,99570***	0,6417	134,41135***	0,9541	3,74762		1,97596	0,9675
A/SL	196,56796***	0,3623	266,56182***	0,8536	Variável C.cesp 41,57193***		27,88497***	0,9816
B/SL	88,48376***	0,4571	92,24387***	0,9336	0,51316		0,33645	0,9380
C/SL	204,81245***	0,5164	168,93077***	0,9424	1,88731		11,96983**	0,9773
D/SL	187,44790***	0,4559	203,02318***	0,9496	1,12979		5,60289*	0,9660

\*\*\* significativo ao nível de 0,1%

\*\* significativo ao nível de 1%

\* significativo ao nível de 5%

Com base nos valores apresentados, o modelo de regressão adotado é o polinômio de 2º grau pelas seguintes razões:

.) Para a variável Ft, os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) obtidos para o polinômio de grau 2 estão acima de 0,90 e os valores de F, significativos a nível de 0,1%; o polinômio de grau 1 apresentou  $r^2$  inferiores a 0,70 em duas condições, enquanto que para os polinômios de grau 3 e 4, embora apresentassem  $r^2$  acima de 0,95, os valores de F foram não significativos a nível de 5% nas condições C/SL, D/SL.

.) Para a variável Pb, os polinômios de grau 2, apresentaram três  $r^2$  a níveis acima de 0,80 e um com valor de 0,7036; os valores de F apresentaram-se significativos a nível de 0,1%. Os polinômios de grau 1 apresentaram  $r^2$  inferiores a 0,06 e os de grau 3 e 4, embora situassem a níveis superiores a 0,90, os valores de F foram não significativos a nível de 5% nas condições B/SL (4º grau), C/SL (3º e 4º graus) e D/SL (4º grau).

.) Para a variável Rdt, os  $r^2$  obtidos para o polinômio de 2º grau estão acima de 0,90 e os valores de F, significativos a nível de 0,1%. Os  $r^2$  para polinômios do 1º grau encontram-se abaixo de 0,80 enquanto que para os de 3º e 4º graus acima de 0,95 embora para estes os valores de F foram não significativos a nível de 5% para as condições A/SL (4º grau) B/SL (4º grau) C/SL (3º e 4º graus) e D/SL (3º e 4º graus).

.) Para a variável C.esp, os  $r^2$  obtidos para o polinômio de 2º grau estão acima de 0,85 e os valores de F significativos a nível de 0,1%. Para o polinômio do 1º grau os valores de  $r^2$  estão abaixo de 0,52 enquanto que para os polinômios de 3º e 4º graus, os valores de  $r^2$  encontram-se acima de 0,93, mas os valores de F foram não significativos a nível de 5% para as condições B/SL (3º e 4º graus) C/SL (3º e 4º graus) e D/SL (3º grau).

Conforme o exposto, os polinômios de grau 2 apresentaram em todas as condições valores altos de  $r^2$  e os valores de F foram significativos ao nível de 0,1%; os polinômios de grau 1 apresentaram  $r^2$  muito baixos, demonstrando claramente o não ajuste dos dados ao modelo proposto. Para os polinômios de grau 3 e 4, embora os  $r^2$  sejam superiores aos dos polinômios do grau 2, seus valores de F, em várias condições, não são significativos ao nível de 5%; isso demonstra que o aumento em 1 grau no polinômio não se traduz em um aumento no nível de precisão do ajuste dos pontos, em relação ao modelo adotado.

Para o polinômio de grau 3 ocorre, em determinadas condições, a tendência de existir uma região de inflexão da curva a níveis altos de  $P_i$  e dentro do intervalo amostrado. Esta tendência foi verificada para a condição A/SL ilustrada na Figura 6.

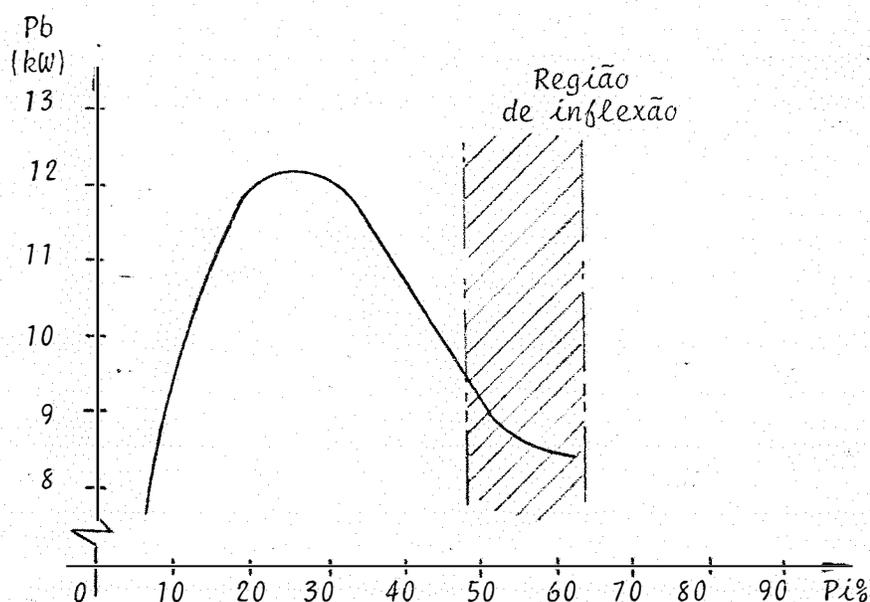


Figura 6 - Região de inflexão a níveis altos de  $P_i$  (condição A/SL).

Essas considerações estão de acordo com o observado por CALVACHINI (1978), que adotou o polinômio de grau 2 para ajuste das curvas de desempenho de pneumáticos, em solos

agrícolas com restos de cultura.

#### 4.2.4. - Avaliação do desempenho

A partir das equações polinomiais de grau 2, elaborou-se os gráficos apresentados nas Figuras 7 a 10. Observa-se, através destas Figuras, que não existe uma tendência definida de um pneu se destacar em relação aos outros, no intervalo de patinamento avaliado. O que ocorre são diferenças no desempenho, a determinados níveis de  $P_i$ , como por exemplo para a variável  $F_t$  a níveis de  $P_i$  acima de 30%, aproximadamente (Figura 7).

A não existência de uma metodologia específica para avaliar comparativamente o desempenho dos pneumáticos, levou a adoção do critério de comparar os pneus a 10%, 20% e 30% de  $P_i$ ; esses níveis, propostos por VASEY e NAYLOR (1958) para solo firme, encontram-se dentro da faixa normal de operação dos tratores agrícolas de acordo com TAYLOR et alii (1976). Por outro lado, o patinamento que forneça melhor desempenho constitui um aspecto a ser discutido, conforme proposto por CALVACHINI (1978).

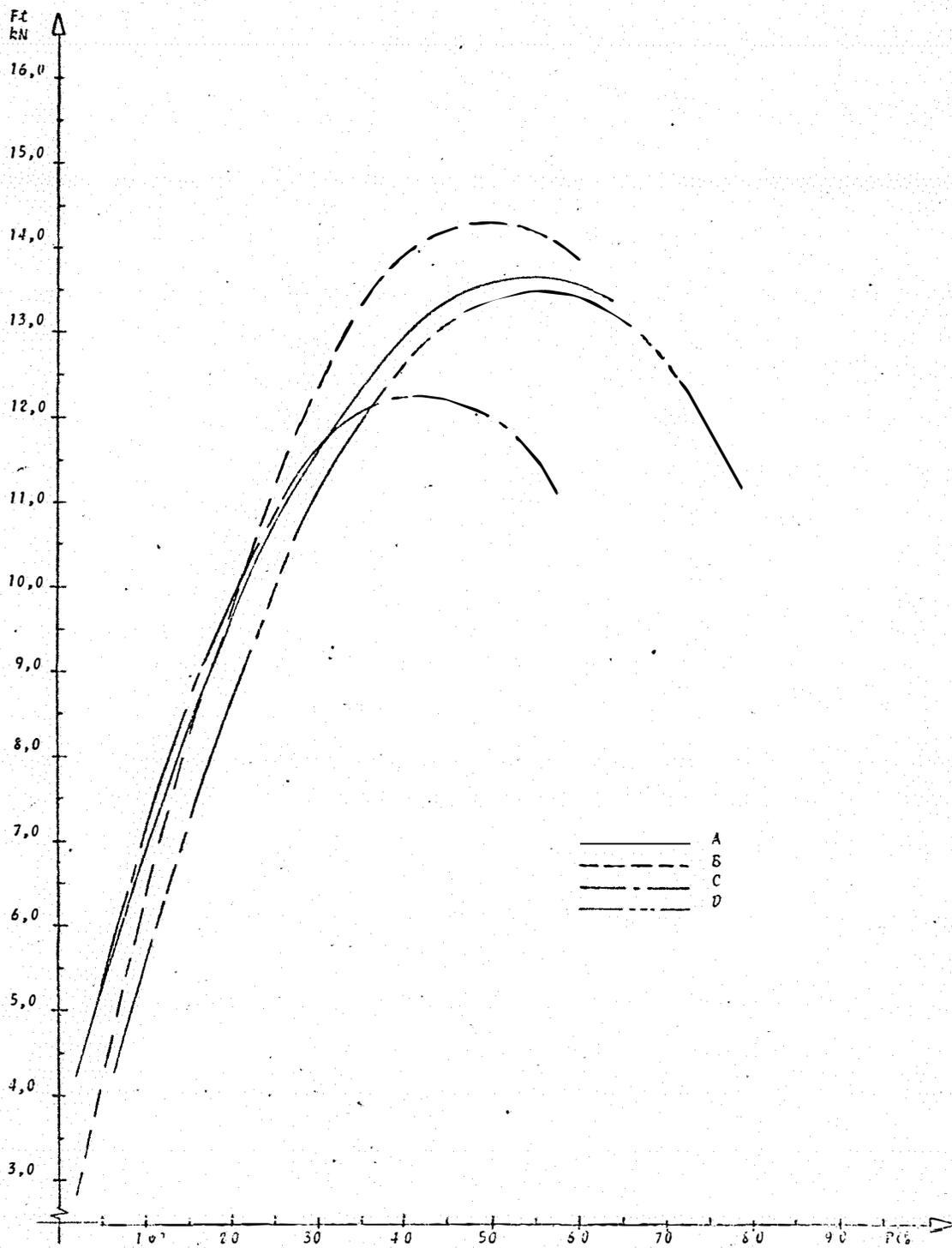


Figura 7 - Gráfico da tração na barra ( $F_t$ ) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição sem lastro.

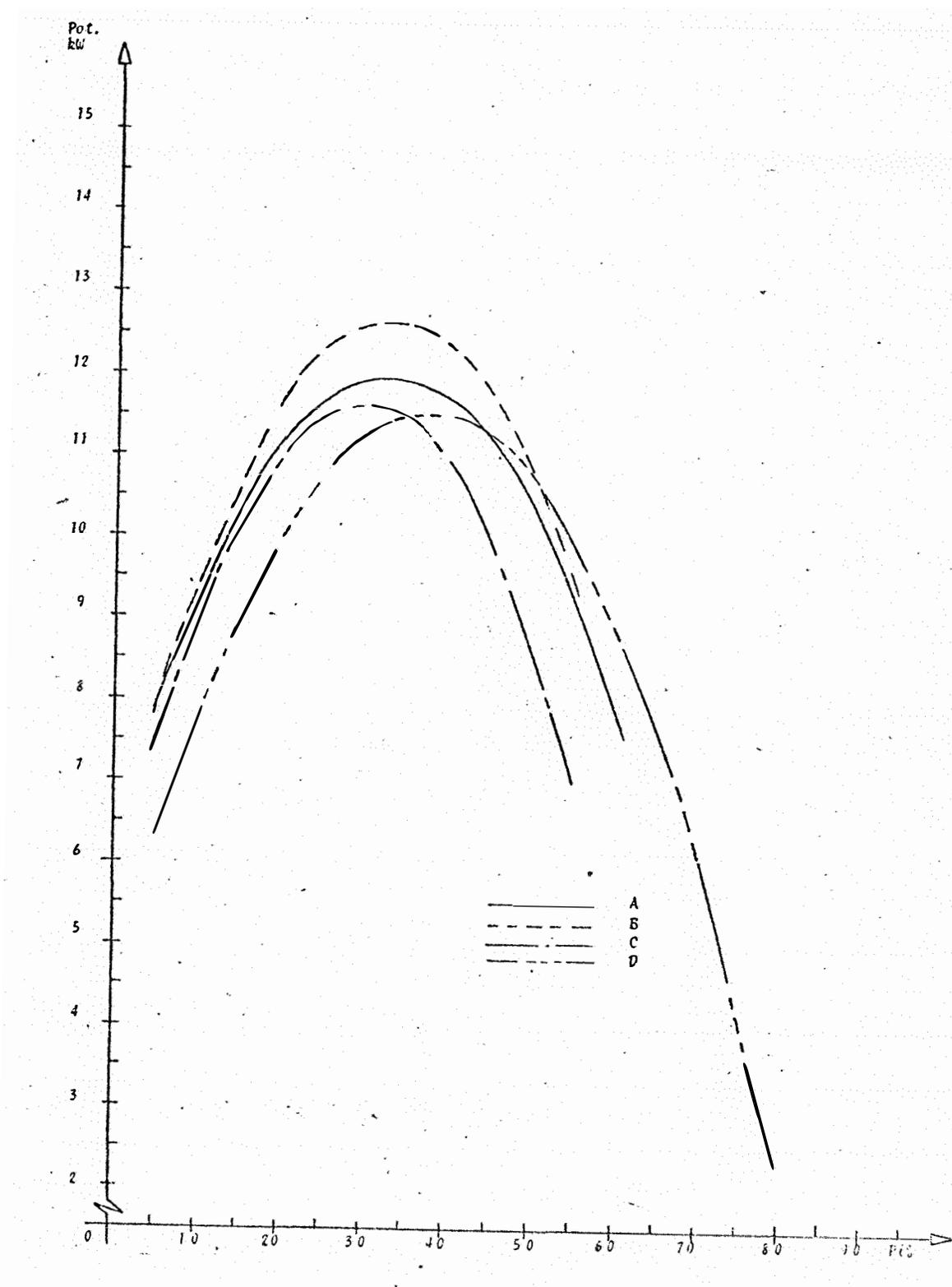


Figura 8 - Gráfico da potência na barra ( $P_b$ ) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição sem lastro.

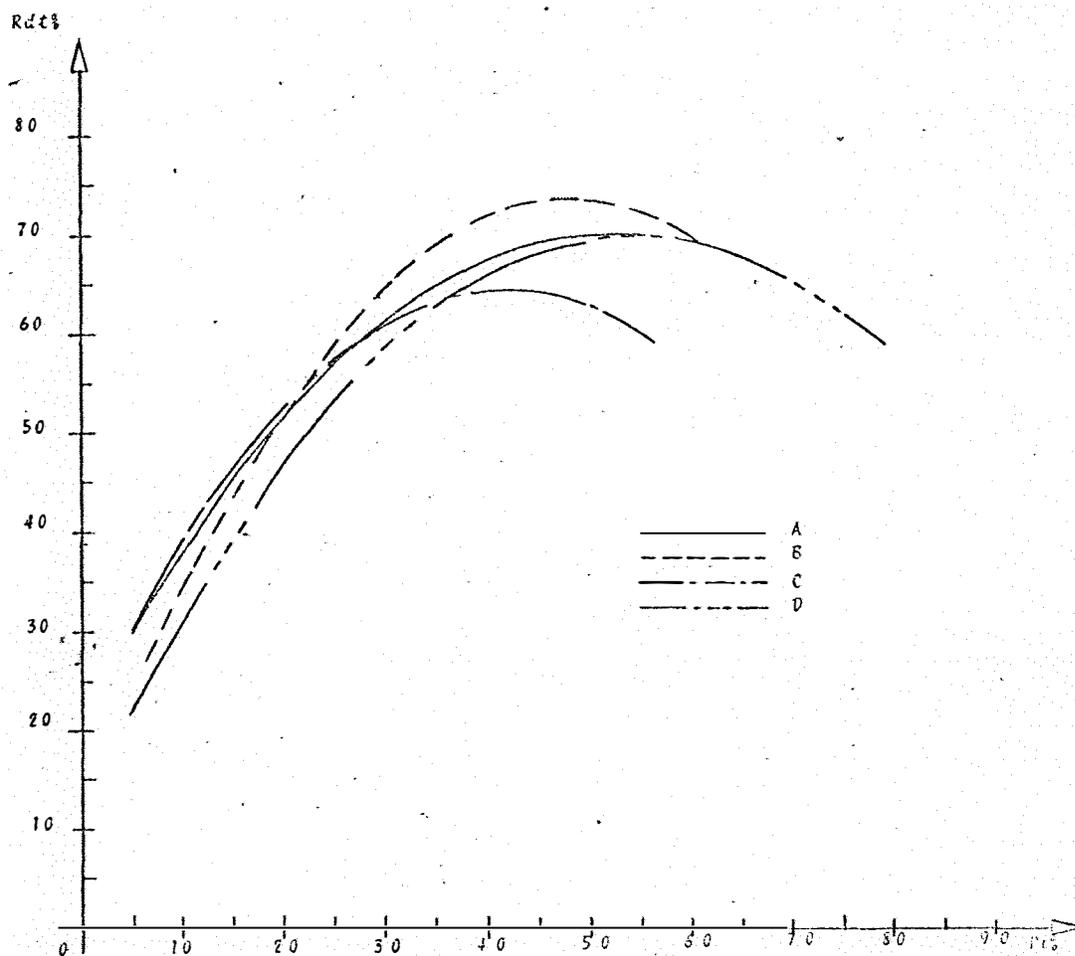


Figura 9 - Gráfico da razão dinâmica de tração (Rdt) em função do patinamento (Pi) para a condição sem lastro.

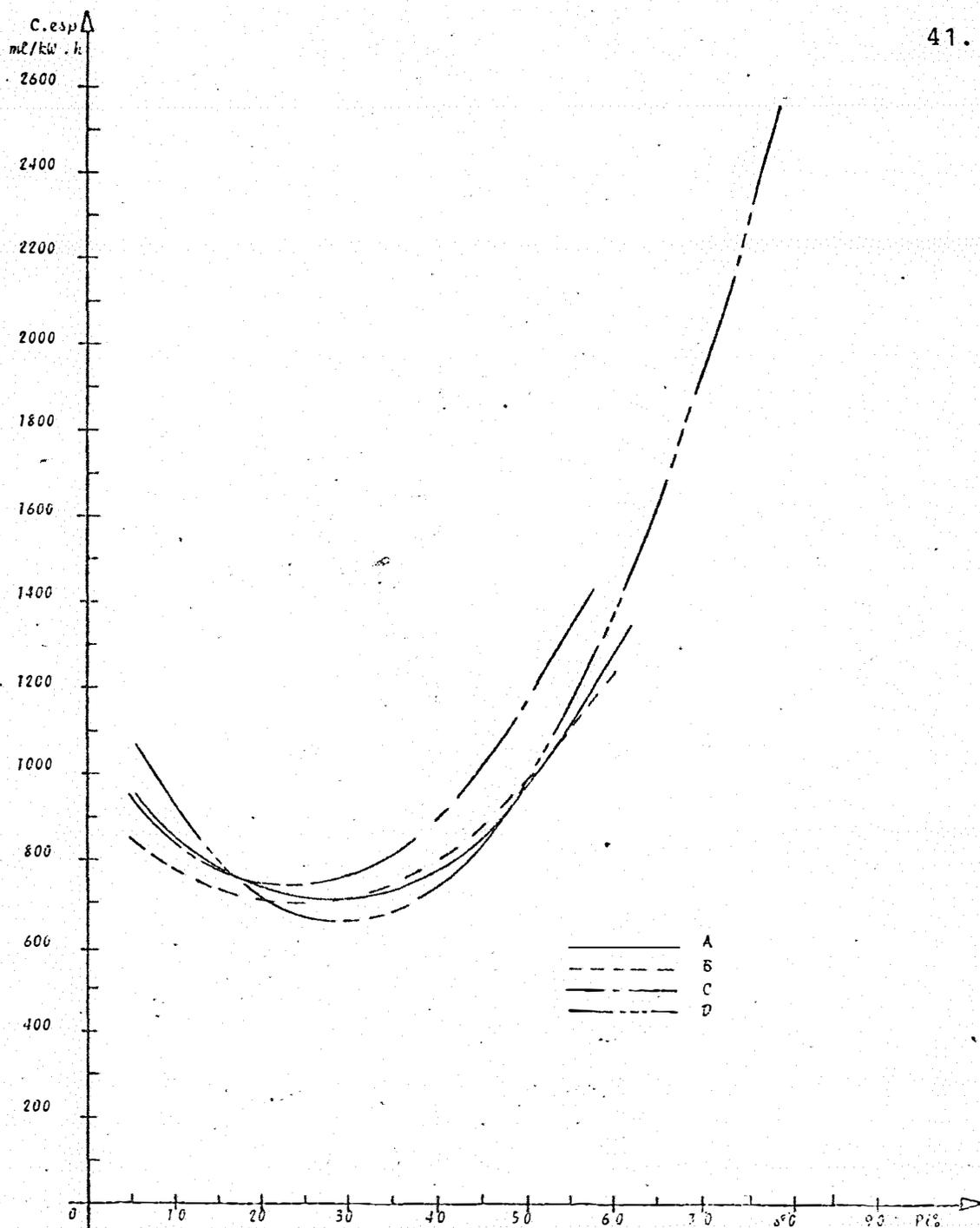


Figura 10 -- Gráfico do consumo específico (C.esp.) em função do patinamento (Pi) para a condição sem lastro.

## 4.2.4.1. - Desempenho máximo dos pneumáticos.

O desempenho máximo\* dos pneumáticos e os níveis de patinamento em que foram obtidos, são apresentados na Tabela X. Atribuiu-se o índice 100 ao pneumático com melhor desempenho e determinou-se as diferenças, para cada variável. Para cada pneu, estas diferenças podem ser melhor visualizadas no gráfico da Figura 11.

Tabela X - Valores de Ft, Pb e Rdt máximos e C.esp mínimo, obtidos pelos pneumáticos para a condição SL.

Pneu	Variável							
	Ft -kN- (Pi%)	Índice	Pb -kW- (Pi%)	Índice	Rdt -%- (Pi%)	Índice	C.esp. -ml/kW.h- (Pi%)	Índice
A	13,711 (54,48)	95,3	12,009 (32,31)	94,6	70,73 (55,92)	95,6	703,9 (26,97)	107,0
B	14,382 (49,71)	100	12,699 (32,50)	100	73,98 (48,41)	100	699,7 (23,80)	106,4
C	12,351 (42,13)	85,9	11,651 (29,29)	91,7	64,65 (41,92)	87,4	740,3 (23,55)	112,6
D	13,555 (55,30)	94,2	11,548 (37,24)	90,9	70,48 (55,10)	95,3	657,6 (28,97)	100

(\*) Como desempenho máximo dos pneumáticos, entende-se aquele onde ocorreu os maiores valores das variáveis Ft, Pb e Rdt máximos e o menor valor de C. esp., na faixa de Pi avaliada.

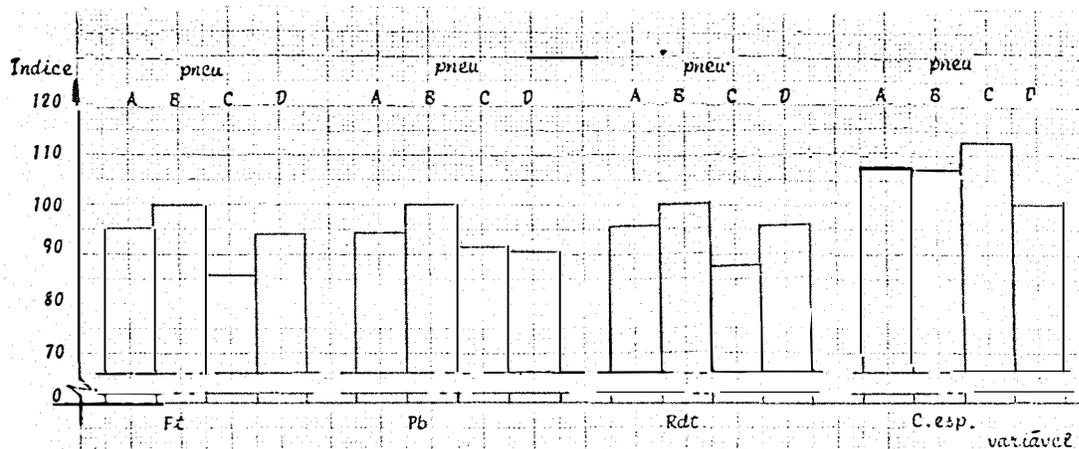


Figura 11 - Desempenho dos pneumáticos para as variáveis Ft, Pb, Rdt no ponto de máximo e C.esp. no ponto de mínimo - condição sem lastro.

De acordo com os resultados obtidos e apresentados na Tabela X e Figura 11, o pneu que melhor desempenho apresentou para as variáveis Ft, Pb e Rdt foi o B, sendo que para C.esp, o pneu D obteve o melhor índice. Os níveis de patinamento situaram-se acima de 30% para as variáveis Ft, Pb e Rdt, com exceção da condição C/SL para a variável Pb. Observa-se que os menores valores do C.esp. ocorreram dentro da faixa normal de operação (0-30% de  $P_i$ ).

Para as variáveis Ft, Rdt e C.esp. o pneu C apresentou os piores índices com valores de 85,9 e 87,4 e 112,6 respectivamente, cabendo ressaltar que para a variável C.esp. o índice 100 é atribuído ao pneu com menor consumo específico; no tocante à variável Pb, o pneu D foi o que apresentou o pior desempenho com um índice de 90,9. Embora o pneu C tenha apresentado os piores índices para 3 variáveis (Ft, Rdt e C.esp.) estes valores foram observados a níveis inferiores de patinamento, em relação aos outros pneumáticos.

Pelos valores obtidos, é válido afirmar que se o critério de escolha de um pneu fosse a exigência em tração, o pneu B deveria ser adotado para as condições de campo avaliadas. Embora o pneu C tenha obtido o seu melhor desempenho a níveis de  $P_i$  menores, a análise dos gráficos - Figuras 7 a 10 - revela que a esses níveis de patinamento, o desempenho do pneu B foi superior ao pneu C nas variáveis  $F_t$ ,  $P_b$  e  $R_{dt}$ . Para a variável  $C_{esp}$ , as diferenças de desempenho são apresentadas na Tabela XI.

Tabela XI - Consumo específico dos pneumáticos para nível de  $P_i$  que obteve  $C_{esp}$  mínimo na condição C/SL ( $P_i\% = 23,55$ )

	Pneu			
	A	B	C	D
Cons. específico (ml/kW.h)	710,0	699,8	740,3	679,8
Índice	104,4	102,9	108,9	100

Conforme se observa, o pneu B apresentou uma diferença de apenas 2,9 em relação ao pneumático de melhor desempenho (D - índice 100) e um consumo específico inferior ao C em 6 unidades. Com estes resultados, levando em conta o discutido no parágrafo anterior, é lícito afirmar-se que para situações limites de exigências e nas condições de campo utilizadas nesta pesquisa, o pneu B deve ser o adotado.

#### 4.2.4.2. - Desempenho na faixa normal de operação

Para os valores de  $P_i$  adotados dentro da faixa normal de operação - 10%, 20% e 30% - os resultados obtidos

são apresentados na Tabela XII.

Tabela XII - Valores de Ft, Pb, Rdt e C.esp., para índices de Pi situados dentro da faixa normal de operação (condição SL).

Pneu	Variável							
	Ft kN	Índice	Pb kW	Índice	Rdt %	Índice	C.esp. ml/kW.h	Índice
Patinamento 10%								
A	6,929	97,9	9,317	98,4	38,08	97,7	853,6	109,8
B	6,336	89,5	9,473	100	34,65	88,9	777,1	100
C	7,078	100	9,064	95,7	38,98	100	850,6	109,5
D	5,656	79,9	7,807	82,4	31,56	81,0	929,5	119,6
Patinamento 20%								
A	9,636	97,6	11,189	95,6	51,52	98,0	729,2	103,3
B	9,878	100	11,703	100	52,46	99,8	705,6	100
C	9,849	99,7	11,051	94,4	52,55	100	747,9	106,0
D	8,757	88,7	10,049	85,9	46,90	89,2	718,4	101,8
Patinamento 30%								
A	11,657	94,0	11,980	94,4	61,42	95,6	708,7	107,6
B	12,400	100	12,659	100	64,95	100	715,3	108,6
C	11,599	93,5	11,647	92,0	61,07	94,0	765,3	116,2
D	11,089	89,9	11,284	89,1	58,42	89,9	658,4	100

As diferenças de desempenho dos pneumáticos, para os três níveis de  $P_i$  analisados, são apresentadas no histograma da Figura 12.

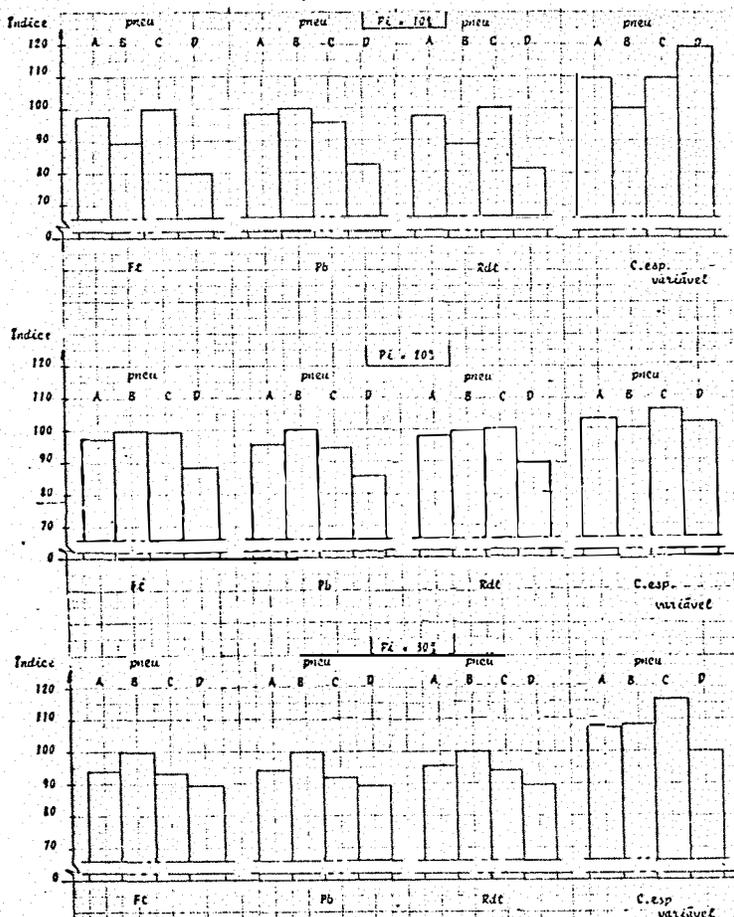


Figura 12 - Desempenho dos pneumáticos para as variáveis Ft, Pb, Rdt e C.esp. a 10%, 20% e 30% de  $P_i$  (condição sem lastro).

Pela análise da Tabela XII e Figura 12 observa-se que ao nível de patinamento de 10%, o pneu C apresentou o melhor desempenho para as variáveis Ft e Rdt enquanto para Pb e C.esp., o pneu B obteve os melhores índices. O pneu D apresentou o pior desempenho para as quatro variáveis, com índices de 79,9, 82,4 81,0 e 119,6 respectivamente.

Para o nível de 20% de  $P_i$  o pneu B apresentou o melhor desempenho para as variáveis Ft, Pb e C.esp., sendo inferior ao pneu C na variável Rdt em 0,2. Os menores índices fo-

ram obtidos pelo pneu D, para as variáveis Ft, Pb, Rdt sendo que o pneu C obteve o maior consumo específico (747,9 ml/kW.h-106,0).

A nível de 30% de Pi, o pneu B obteve os melhores índices para Ft, Pb e Rdt enquanto que para C.esp, o pneu D foi o que melhor se apresentou.

Como uma diferença de 3% no desempenho, de acordo com TAYLOR (1973 a), pode não ser significativa, verifica-se que a tendência para o pneu B em obter um melhor desempenho acentua-se ao nível de 30% de Pi; isso vem de encontro ao exposto anteriormente, no item 4.2.4.1. Para níveis de 10% e 20% de Pi não se observa a tendência de um determinado modelo ser mais eficiente que os outros; por um outro lado, o pneu D foi o que obteve os piores índices, exceção feita à variável C.esp a 20% e 30% de Pi. Por essa razão, pode-se afirmar que o pneumático D é o menos recomendado para operar a níveis situados dentro da faixa normal de operação, e nas condições propostas.

#### 4.3. - CONDIÇÃO COM LASTRO

##### 4.3.1. - Dados dos ensaios de campo

Os dados obtidos no campo, são apresentados nas Tabelas XIII a XVI. O valor de Pm obtido para a presente condição é de 46,792 pulsos por metro<sup>\*</sup>; o valor de R é fornecido com as Tabelas para cada condição de ensaio.

Os dados de tração na barra (Ft) correspondem à média dos valores obtidos no campo e são apresentados seguidos dos respectivos valores de desvio padrão e coeficiente de variação. Os dados de consumo de combustível (CC), representam o consumo do Tt ao longo de cada ensaio no tempo t.

---

(\*) Este valor é idêntico para as condições SL e CL.

TABELA XIII - Dados obtidos para o pneu A na condição com lastro (A/CL).

Ensaio nº	Ft			Consumo CC (ml)	Sensores		Tempo (t) s
	$\bar{M}$	s.	c.v.		nº de pulsos		
	(kN)		%		No	Nt	
01	16,103	1,223	7,59	175,1	1542	1790	54,9
02	17,216	1,204	6,99	162,6	1725	1726	52,0
03	12,570	1,170	9,31	76,6	1612	987	29,7
04	7,502	0,780	10,40	65,6	1969	1047	31,5
05	16,311	1,330	8,16	176,1	1744	1818	55,2
06	12,383	1,149	9,28	75,6	1579	979	29,4
07	10,149	0,837	8,25	63,1	1646	917	27,3
08	16,310	1,731	10,61	139,6	1822	1505	45,1
09	6,582	0,618	9,38	44,1	1450	762	22,6
10	15,446	1,437	9,30	121,1	1687	1362	40,2
11	11,275	0,820	7,28	69,1	1685	963	29,0
12	13,107	1,145	8,73	73,6	1495	939	28,2
13	14,243	0,999	7,02	94,6	1615	1122	33,4
14	14,802	0,933	6,30	110,6	1713	1284	38,6
15	4,829	0,465	9,64	37,1	1378	684	20,3
16	16,465	1,522	9,24	123,6	1395	1315	39,5

$\bar{M}$  = média; s. = desvio padrão; c.v. = coeficiente de variação; valor de R = 0,4880 (média de duas determinações); umidade do solo (U%) = 12,7

TABELA XIV - Dados obtidos para o pneu B na condição com lastro (B/CL).

Ensaio nº	Ft			Consumo CC (ml)	Sensores		Tempo (t) s
	$\bar{M}$	s.	c.v.		nº de pulsos		
	(kN)		%	No	Nt		
01	16,051	2,572	16,02	174,6	1646	1783	52,5
02	16,013	1,293	8,07	101,1	1421	1132	33,9
03	15,102	1,789	11,85	90,7	1474	1006	30,0
04	10,512	1,494	14,22	66,6	1667	939	27,7
05	13,446	1,008	7,80	94,1	1766	1123	33,6
06	8,219	1,065	12,95	53,1	1496	811	23,8
07	11,142	0,976	8,76	67,1	1587	911	27,3
08	14,888	1,134	7,61	113,6	1722	1285	38,7
09	14,405	1,517	10,53	128,6	1705	1433	42,7
10	15,813	1,180	7,46	180,1	1617	1973	58,4
11	13,169	0,973	7,39	63,1	1284	779	24,4
12	5,820	0,787	13,52	56,6	1804	963	27,8
13	6,436	0,823	12,79	50,1	1586	865	24,6

$\bar{M}$  = média; s. = desvio padrão; c.v. = coeficiente de variação; valor de R = 0,4842 (média de duas determinações); umidade do solo (U%) = 15,8

TABELA XV - Dados obtidos para o pneu C na condição com lastro (C/CL).

Ensaio nº	Ft			Consumo CC (ml)	Sensores		Tempo (t) s
	$\bar{M}$ (kN)	s.	c.v. %		nº de pulsos No	Nt	
01	12,859	2,037	15,84	106,1	2015	1301	38,5
02	10,068	1,553	15,42	83,1	1927	1129	33,6
03	17,005	2,311	13,59	195,1	1900	2035	60,4
04	13,980	1,066	7,62	110,1	1869	1308	38,9
05	15,807	1,412	8,93	136,6	1792	1477	43,9
06	12,692	1,642	12,94	123,6	2400	1546	45,7
07	16,704	1,573	9,41	200,6	2087	2086	60,7
08	6,252	1,195	19,12	51,1	1634	881	26,0
09	15,221	1,473	9,68	120,1	1827	1367	40,4
10	11,849	1,491	12,58	90,1	1927	1183	35,2
11	15,752	1,614	10,25	124,1	1736	1395	41,2
12	16,271	1,230	7,56	149,6	1683	1650	48,7
13	16,258	1,362	8,38	120,6	1468	1371	39,6

$\bar{M}$  = média; s. = desvio padrão; c.v. = coeficiente de variação; valor de R = 0,5059 (média de duas determinações); umidade do solo (U%) = 12,1

TABELA XVI - Dados obtidos para o pneu D na condição com lastro (D/CL).

Ensaio nº	Ft			Consumo CC (ml)	Sensores		Tempo (t) s
	$\bar{M}$ (kN)	s.	c.v. %		nº de pulsos No	Nt	
01	17,272	1,417	8,21	159,6	1413	1647	49,7
02	15,108	1,499	9,92	117,6	1601	1291	39,1
03	15,896	1,523	9,58	151,1	1682	1626	49,0
04	14,197	1,792	12,62	111,6	1642	1281	38,6
05	14,168	1,602	11,31	111,6	1774	1326	39,6
06	11,575	1,210	10,45	83,1	1759	1107	33,3
07	11,192	1,466	13,10	88,6	2011	1220	36,7
08	8,447	1,355	16,04	66,1	1817	1022	30,1
09	4,513	0,693	15,36	53,6	1958	994	28,9
10	12,346	1,424	11,54	112,1	2070	1391	42,2
11	16,892	1,365	8,08	224,6	2056	2369	71,5
12	15,371	1,354	8,81	252,4	2524	2210	66,6
13	7,363	1,307	17,75	76,6	2366	1292	38,3
14	11,412	1,668	14,62	85,6	2156	1308	39,4
15	5,906	1,240	20,99	82,6	2749	1475	43,4
16	5,258	4,823	15,65	52,6	2019	1061	30,6

$\bar{M}$  = média; s. = desvio padrão; c.v. = coeficiente de variação; valor de R = 0,4804 (média de duas determinações); umidade do solo (U%) = 15,4

Utilizando-se dos dados dos coeficientes de variação (cv%) obtidos para cada condição de ensaio, construiu-se os histogramas de freqüência apresentados na Figura 13. Os intervalos de classe foram estabelecidos de acordo com o proposto no item 4.2.1.

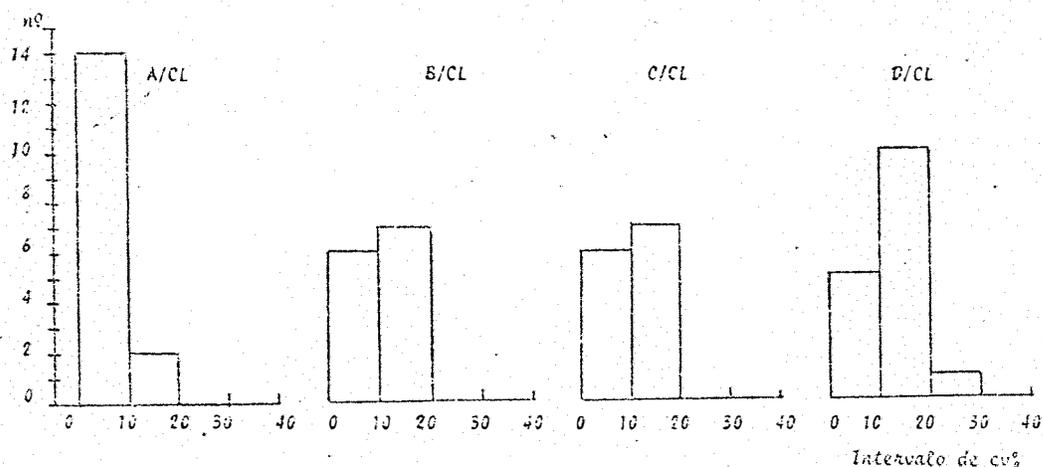


Figura 13 - Histograma da distribuição de freqüência dos valores dos coeficientes de variação (condição CL).

Conforme se observa, no intervalo de classe de 0-10% encontram-se 14 valores de cv% (73%) para os ensaios na condição A/CL, 6 valores (46%) na condição B/CL, 6 valores (46%) para a condição C/CL e 5 valores (31%) na condição D/CL. No intervalo de 10-20% enquadraram-se todos os valores restantes para as quatro condições, com exceção de um valor na condição D/CL que se enquadrou no intervalo de 20-30%.

Tendo em vista que a maior parte dos cv% podem ser qualificados de baixos e médios ficam evidenciadas, novamente, as boas características da metodologia, equipamentos e condições de uniformidade do solo.

#### 4.3.2. - Parâmetros de desempenho dos pneumáticos.

Com os dados apresentados no item 4.3.1. (Tabelas XIII a XVI) e com base nas definições e equações apresentadas no Apêndice IV, obteve-se os valores dos parâmetros de desempenho dos pneumáticos constantes nas Tabelas XVII a XX. Visando facilitar a interpretação, os valores obtidos foram tabelados na ordem crescente do patinamento.

TABELA XVII - Desempenho do pneumático A, na condição com lastro.

Ensaio nº	Variável				
	Pi	Ft	Pb	Rdt	C.esp.
	%	kN	kW	%	ml/kW.h
15	1,82	4,829	7,003	22,99	939,4
09	7,26	6,582	9,023	30,83	778,6
04	8,35	7,502	10,019	34,85	748,3
07	12,52	10,149	13,074	46,05	636,5
11	14,73	11,275	13,997	50,66	612,9
03	20,40	12,570	14,576	55,85	637,0
06	21,40	12,383	14,209	55,11	651,5
12	22,41	13,107	14,846	57,97	632,9
13	29,85	14,243	14,714	62,39	692,9
14	34,98	14,802	14,035	64,53	734,9
10	39,64	15,446	13,849	66,97	783,1
08	41,00	16,310	14,077	70,21	791,6
16	48,30	16,465	12,413	70,78	906,8
02	51,29	17,216	12,203	73,55	922,5
05	53,25	16,311	11,010	70,21	1043,1
01	58,02	16,103	9,663	69,44	1188,2

TABELA XVIII - Desempenho do pneumático B, na condição com lastro.

Ensaio nº	Variável				
	Pi	Ft	Pb	Rdt	C.esp.
	%	kN	kW	%	ml/kW.h
12	9,05	5,820	8,069	27,45	908,3
06	10,44	8,219	11,038	37,94	727,7
13	10,98	6,436	8,866	30,19	827,0
04	13,81	10,512	13,516	47,55	640,4
07	15,42	11,142	13,833	50,12	639,4
11	19,56	13,169	14,806	58,21	628,8
05	23,65	13,446	15,1036	59,30	667,6
03	28,86	15,102	15,854	65,67	685,7
08	34,94	14,888	14,150	64,86	746,8
02	39,05	16,013	14,341	69,10	748,6
09	42,63	14,405	12,292	63,01	882,1
01	55,18	16,051	10,753	69,24	1113,5
10	60,21	15,813	9,355	68,35	1186,7

TABELA XIX - Desempenho do pneumático C, na condição com lastro.

Ensaio nº	Variável				
	Pi	Ft	Pb	Rdt	C.esp.
	%	kN	kW	%	ml/kW.h
08	6,17	6,252	8,395	29,38	842,8
02	13,65	10,068	12,336	45,72	721,8
10	17,59	11,849	13,859	52,98	664,9
06	21,46	12,692	14,240	56,33	683,8
01	21,65	12,859	14,379	57,00	690,0
04	27,71	13,980	14,355	61,37	709,8
09	32,39	15,221	14,707	66,12	727,7
11	37,04	15,752	14,180	68,12	764,7
05	38,62	15,807	13,785	68,33	812,6
13	45,83	16,258	12,876	70,01	851,5
12	48,40	16,271	12,015	70,07	920,5
07	49,39	16,704	12,271	71,67	969,5
03	52,77	17,005	11,429	72,78	1017,4

TABELA XX - Desempenho do pneumático D, na condição com lastro.

Ensaio nº	Variável				
	Pi	Ft	Pot	Rdt	Ĉ.esp.
	%	kN	kW	%	ml/kW.h
09	5,35	4,513	6,534	21,55	1020,4
16	8,57	5,258	7,414	24,93	834,7
15	10,45	5,906	7,993	27,84	857,3
13	12,01	7,363	9,718	34,25	740,9
08	14,57	8,447	10,894	38,91	725,7
07	20,80	11,192	13,102	50,32	663,3
14	20,80	11,412	13,342	51,22	586,2
06	23,65	11,575	13,067	51,87	687,5
10	28,50	12,346	12,939	54,96	739,1
05	35,72	14,168	13,560	62,10	748,1
04	38,41	14,197	12,904	62,21	806,6
02	40,41	15,108	13,216	65,69	819,3
12	45,12	15,371	12,737	66,69	825,8
03	50,30	15,896	11,658	68,66	952,2
11	58,30	16,892	10,378	72,36	1089,7
01	58,78	17,272	10,491	73,76	1102,0

#### 4.3.3. - Equações de regressão

Com a finalidade de verificar o melhor grau de ajuste do modelo polinomial adotado, os dados das Tabelas XVII a XX foram ajustados até polinômios de grau 4. No Apêndice V são apresentados os resultados da análise de variância, os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) e as equações de regressão obtidas para os pneumáticos.

A Tabela XXI mostra os valores de F e os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) utilizados para a escolha do grau do polinômio a ser adotado.

Com base nos valores apresentados, o modelo adotado é o polinômio de grau 2 pelas seguintes razões:

.) Para a variável Ft, os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) do polinômio de grau 2, estão acima de 0,90 e os valores de F significativos a nível de 0,1%; o polinômio de grau 1 apresentou  $r^2$  inferior a 0,70 (condição B/CL) enquanto que para polinômio de grau 3 e 4, embora apresentem  $r^2$  superiores a 0,95, os valores de F foram não significativos a nível de 5% nas condições A/CL (3º e 4º graus), B/CL (4º grau), C/CL (4º grau) e D/CL (4º grau).

.) Para a variável Pb, os polinômios de grau 2 apresentaram  $r^2$  acima de 0,90 com exceção da condição B/CL ( $r^2 = 0,75$ ) e os valores de F significativos a nível de 0,1%. Para polinômios de grau 1, os  $r^2$  foram inferiores a 0,20 enquanto que para polinômios de grau 3 ocorreram duas situações onde o valor de F foi significativo a nível de 1%; os polinômios de grau 4 apresentaram valores de F não significativos ao nível de 5%, nas 4 condições.

.) Para a variável Rdt, os polinômios de grau 2 apresentaram  $r^2$  acima de 0,90 e o valor de F foi significativo ao nível de 0,1%; o polinômio de grau 1 apresentou  $r^2$  inferior a 0,70 na condição B/CL. O polinômio de 3º grau apresentou valores de  $r^2$  acima de 0,95 mas, na condição A/CL o valor

Tabela XXI - Valores de F e dos coeficientes de determinação ( $r^2$ ), para a condição CL.

Condição	Grau do polinômio							
	1		2		3		4	
	F	$r^2$	F	$r^2$	F	$r^2$	F	$r^2$
A/CL	694,12025***	0,8584	100,93776***	0,9832	1,71601	0,9853	0,85385	0,9864
B/CL	176,87802***	0,6990	52,53715***	0,9067	14,28814**	0,9631	1,32477	0,9684
C/CL	2600,83175***	0,8752	340,89707***	0,9899	21,99637**	0,9973	0,07773	0,9973
D/CL	1330,79539***	0,9234	89,93276***	0,9858	8,69969*	0,9918	0,81091	0,9924
				Variável Ft				
A/CL	8,16922**	0,0328	220,46916***	0,9166	9,24520**	0,9537	0,55636	0,9559
B/CL	0,00451	0,0000	80,18528***	0,7501	17,26094**	0,9116	1,44832	0,9252
C/CL	9,67485	0,0118	751,21739***	0,9274	49,83782***	0,9881	1,74367	0,9902
D/CL	59,67755***	0,2045	207,32491***	0,9149	13,73075**	0,9620	0,10300	0,9623
				Variável Rát				
A/CL	688,07321***	0,8420	113,69967***	0,9812	3,45659	0,9854	0,92504	0,9865
B/CL	168,24018***	0,6842	52,71558***	0,8986	15,28031**	0,9608	1,64106	0,9675
C/CL	2706,49111***	0,8572	410,36646***	0,9872	32,51865***	0,9975	0,01073	0,9975
D/CL	1244,80898***	0,9080	103,60628***	0,9835	10,99567**	0,9915	0,59125	0,9920
				Variável C.esp				
A/CL	313,27386***	0,3877	451,25489***	0,9461	11,64892**	0,9605	20,90973**	0,9864
B/CL	72,49016***	0,4949	56,62226***	0,8815	8,04017*	0,9364	1,31702	0,9454
C/CL	234,32217***	0,5232	197,69302***	0,9646	4,35770	0,9743	3,50333	0,9821
D/CL	58,15225***	0,2409	148,29408***	0,8553	18,80145**	0,9332	5,11825*	0,9544

\*\*\* significativo ao nível de 0,1%

\*\* significativo ao nível de 1%

\* significativo ao nível de 5%

de F não foi significativo do nível de 5%. O polinômio de grau 4 apresentou valores de F não significativos a nível de 5% em todas as condições.

.) Para a variável C.esp., o polinômio de grau 2 apresentou  $r^2$  acima de 0,35 e os valores de F foram significativos ao nível de 0,1%; para o polinômio de grau 1 os valores de  $r^2$  foram inferiores a 0,52 enquanto que o de grau 4 apresentou valores de F não significativos a nível de 5% (condição B/CL e C/CL). Os polinômios de grau 3, apresentaram  $r^2$  acima de 0,90 e na condição C/CL, o valor de F não foi significativo a nível de 5%.

Conforme o exposto, os polinômios de grau 2 apresentaram em todas as condições valores altos de  $r^2$  e os valores de F foram significativos ao nível de 0,1%; os polinômios de grau 1 apresentaram  $r^2$  muito baixos, demonstrando o não ajuste dos dados ao modelo proposto. Os polinômios de grau 4 embora apresentem valores altos de  $r^2$ , seus valores de F não são significativos ao nível de 5% para a maioria das condições avaliadas. Quanto aos polinômios de grau 3, os mesmos apresentam valores não significativos a 5% para as variáveis Ft, Rdt e C.esp. Para a variável Pb, embora o ajuste seja mais preciso em relação ao de grau 2, as considerações feitas no item 4.2.3. quanto a região de inflexão e a adoção do modelo polinomial de grau 2 por outros pesquisadores, são também válidas para esta condição.

#### 4.3.4. - Avaliação do desempenho

A partir das equações polinomiais de grau 2, elaborou-se os gráficos apresentados nas Figuras 14 a 17. Observa-se, através destas Figuras, que não existe a tendência dos modelos A, B e C apresentarem diferenças acentuadas de desempenho dentro do intervalo de  $P_i$  analisado; o pneu D foi o que apresentou o pior desempenho sendo que somente a altos índices

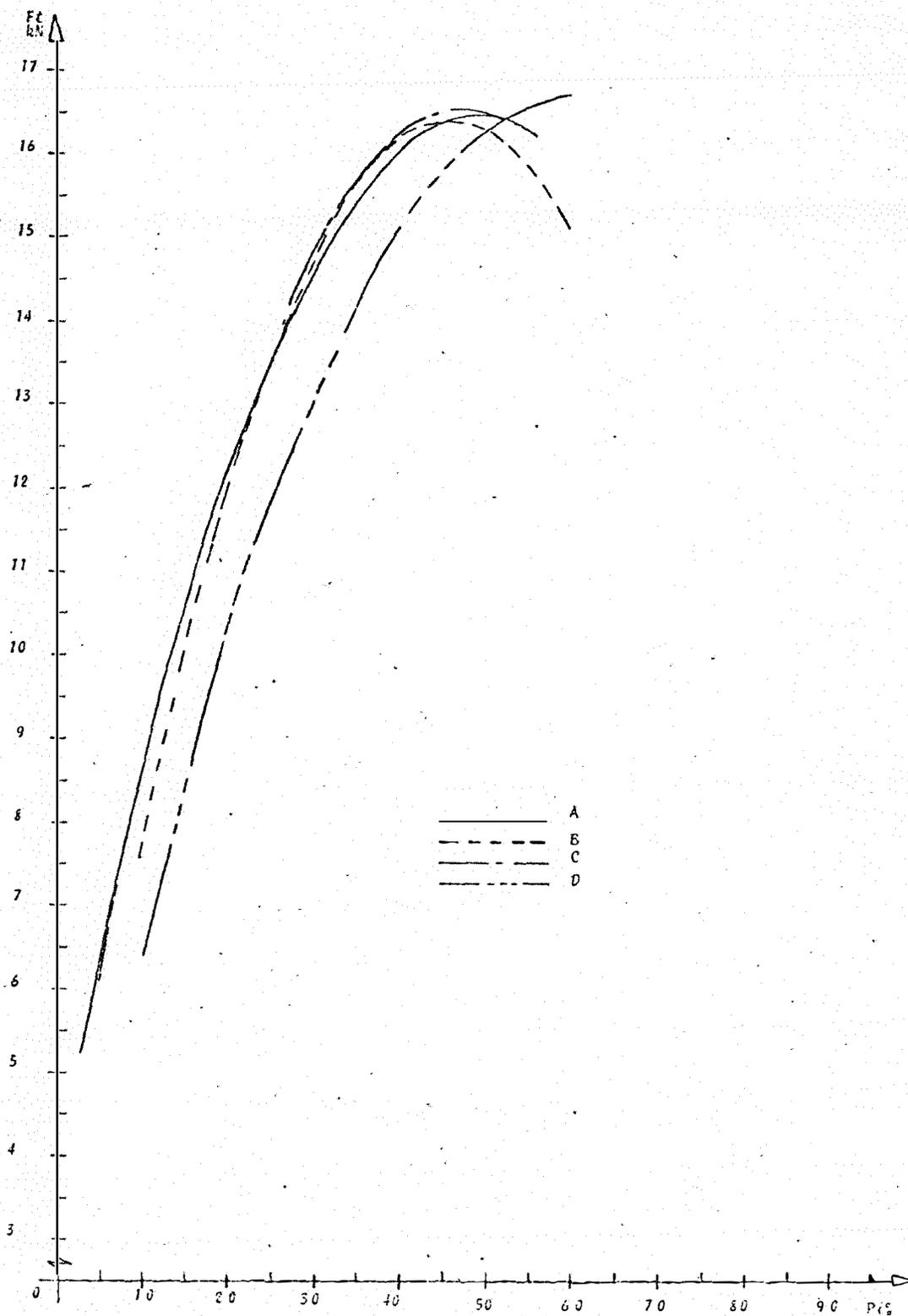


Figura 14 - Gráfico da tração na barra ( $F_t$ ) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição com lastro.

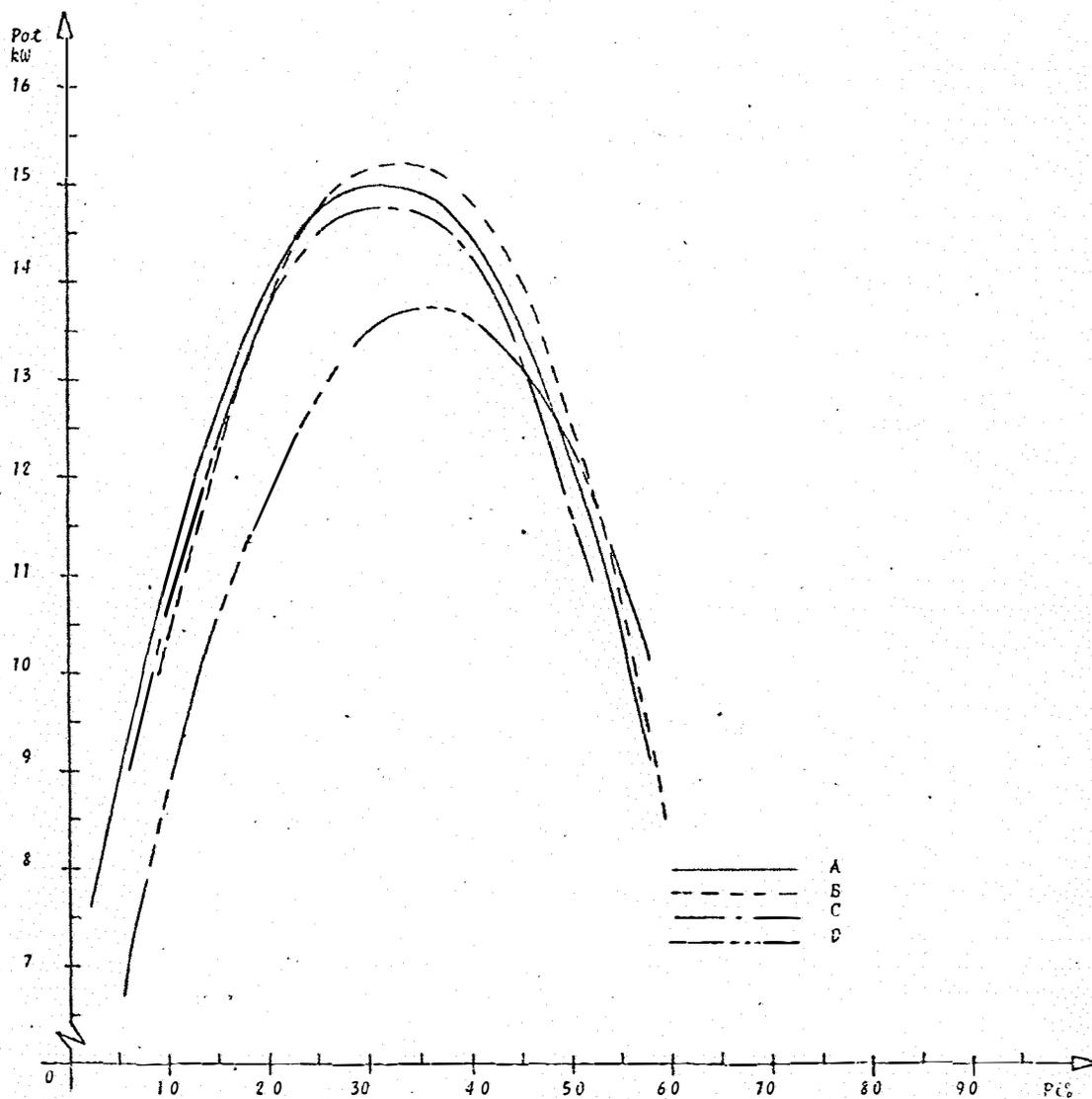


Figura 15 - Gráfico da potência na barra ( $P_b$ ) em função do patinamento ( $P_i$ ) para a condição com lastro.

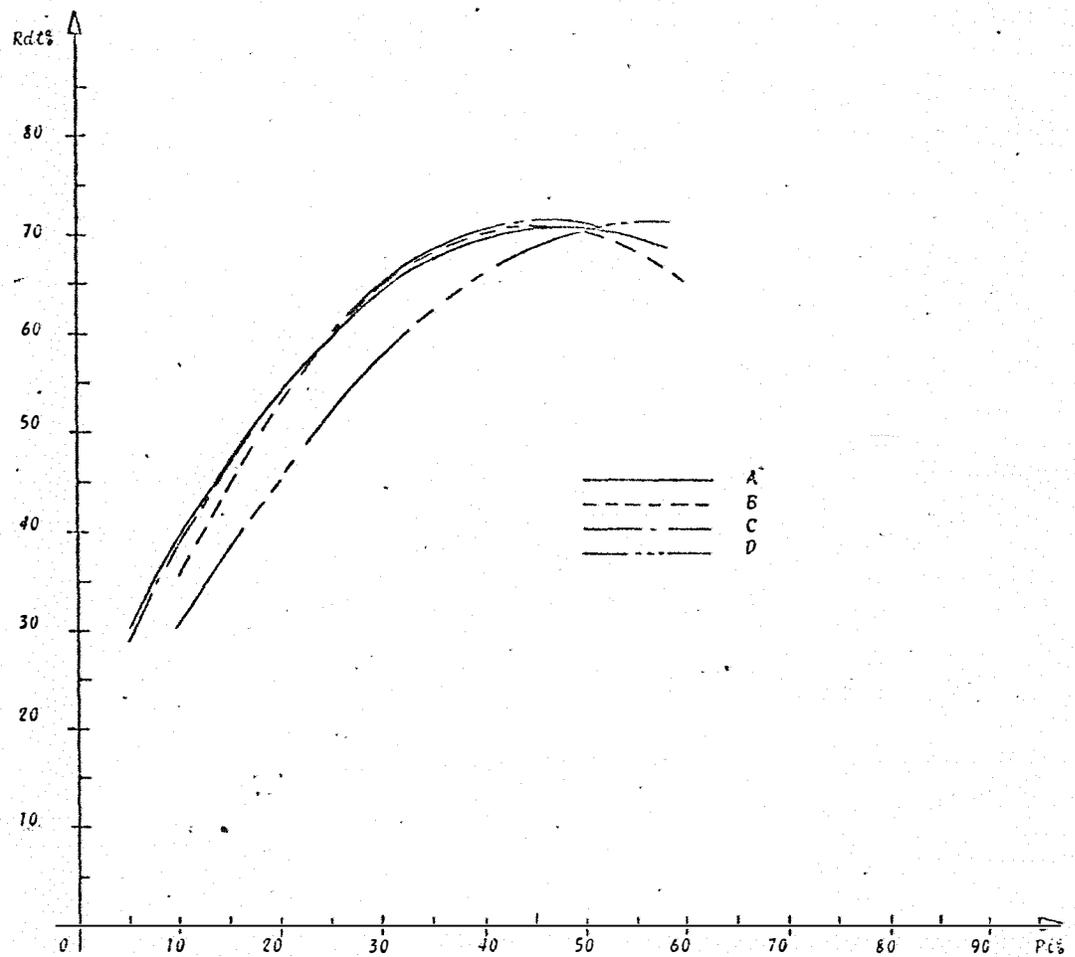


Figura 16 - Gráfico da razão dinâmica de tração (Rdt) em função do patinamento (Pi) para a condição com lastro.

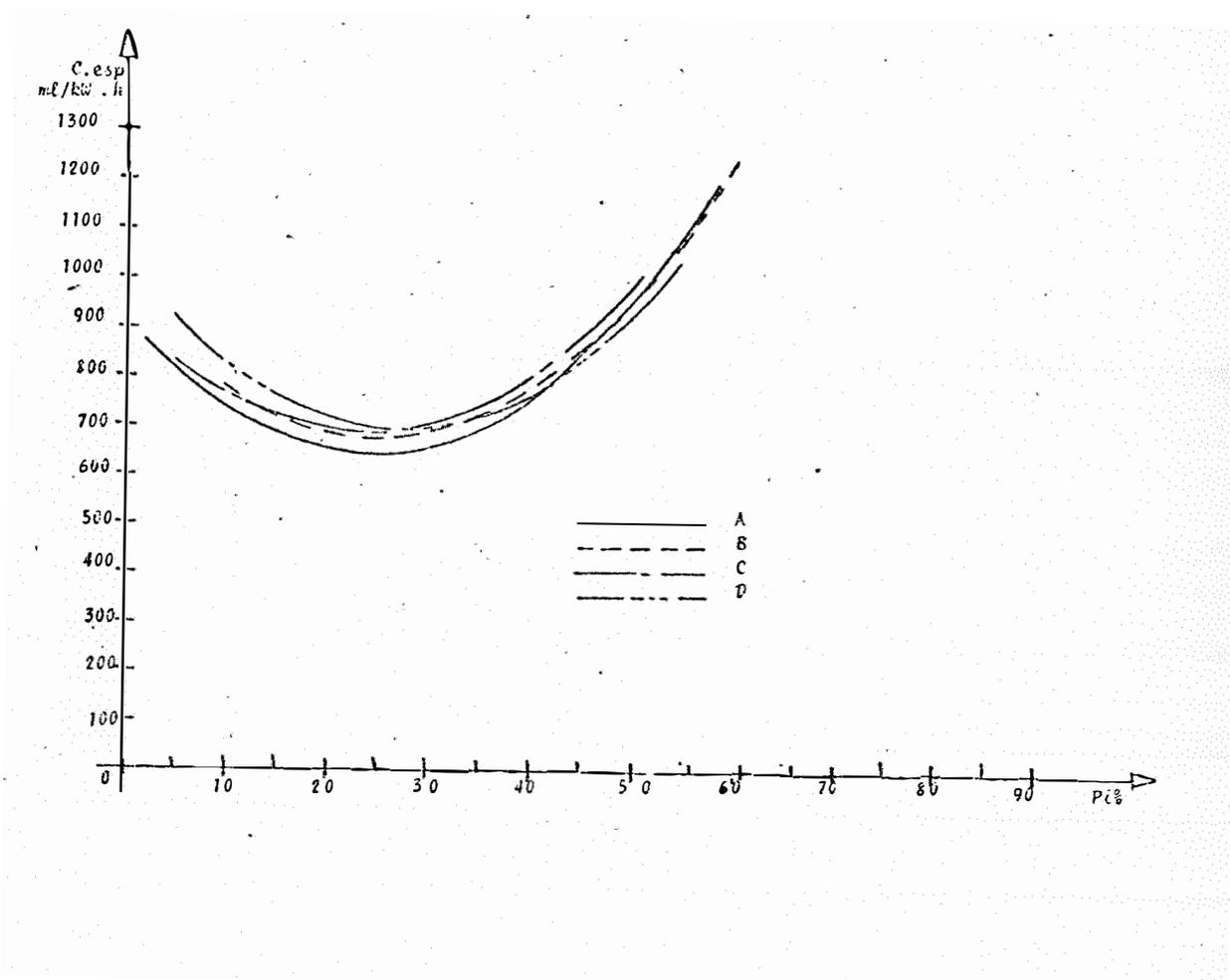


Figura 17 - Gráfico do consumo específico (C.esp) em função do patinamento (Pi) para a condição com lastro.

de  $P_i$ , seu comportamento se iguala ou supera aos outros 3 modelos.

O critério a ser utilizado na avaliação dos pneumáticos será o mesmo que o proposto no item 4.2.4.

#### 4.3.4.1. - Desempenho máximo dos pneumáticos.

O desempenho máximo dos pneumáticos e os níveis de patinamento em que foram obtidos, são apresentados na Tabela XXII. Atribui-se o índice 100 ao pneumático com melhor desempenho e determinou-se as diferenças, para cada variável. Para cada pneu, estas diferenças podem ser melhor visualizadas no gráfico da Figura 18.

Tabela XXII - Valores de  $F_t$ ,  $P_b$  e  $R_{dt}$  máximos e  $C_{esp}$  mínimo, obtidos pelos pneumáticos para a condição CL.

Pneu	Variável							
	$F_t$ kN ( $P_i\%$ )	Índice	$P_b$ kW ( $P_i\%$ )	Índice	$R_{dt}$ % ( $P_i\%$ )	Índice	$C_{esp}$ ml/kW.h ( $P_i\%$ )	Índice
A	16,523 (49,30)	98,7	15,084 (31,61)	98,8	71,18 (48,12)	99,6	638,3 (24,15)	100
B	16,441 (46,10)	98,2	15,266 (32,95)	100	71,12 (45,76)	99,5	671,2 (24,92)	105,2
C	16,590 (48,30)	99,1	14,818 (31,54)	97,1	71,28 (47,08)	99,7	689,6 (23,93)	108,0
D	16,741* (60,23)*	100	13,758 (35,96)	90,1	71,47 (57,44)	100	690,5 (27,44)	108,2

\* Valor obtido fora do intervalo de  $P_i\%$  avaliado. O maior valor de  $P_i\%$  obtido na condição D/CL foi 58,78.

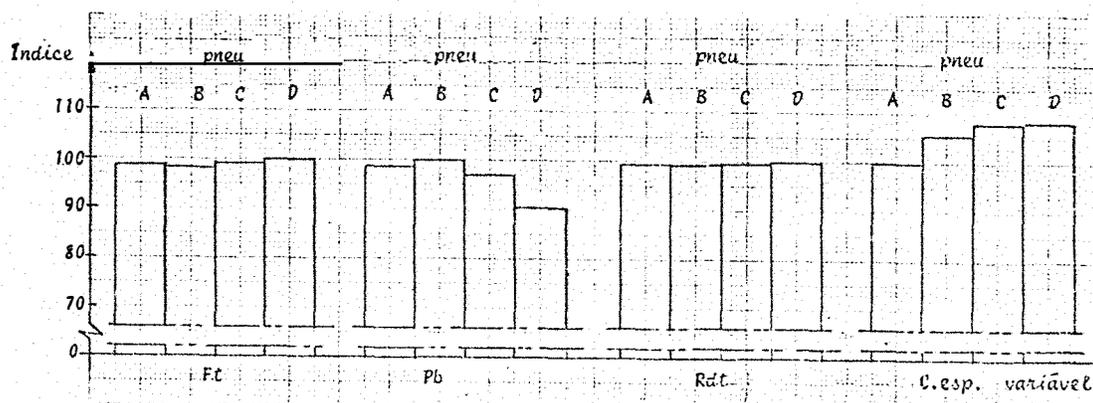


Figura 18 - Desempenho dos pneumáticos para as variáveis Ft, Pb e Rdt no ponto de máximo e C.esp. no ponto de mínimo (condição CL).

De acordo com os resultados obtidos apresentados na Tabela XXII e Figura 18, o índice 100 para as variáveis Ft e Rdt foi obtido pelo pneu D, mas com diferenças mínimas em relação aos demais; todavia, segundo TAYLOR (1973-a) tais diferenças não podem ser consideradas significativas. Cabe ressaltar que o ponto de Ft máximo para o pneu D, é obtido acima do maior valor de Pi avaliado nos ensaios. O nível de patinamento que fornece os valores máximos de Ft e Rdt para os pneus A, B e C situam-se na faixa de 46 a 50%; já para o pneu D, mesmo com um patinamento de 58,78%, este não alcançou o valor máximo para Ft. Esta diferença entre o pneu D em relação aos demais pode significar, ao longo do tempo de uso, em maior desgaste quando operando nas condições de desempenho máximo.

Para a variável Pb, os pneus A, B e C apresentaram um desempenho equivalente, com índices de 98,8; 100 e 97,1 respectivamente; o pneu D foi o que pior desempenho apresentou com um índice de 90,1.

Para a variável C.esp., o pneu A foi o que melhor desempenho apresentou e os níveis de Pi obtidos situaram-se dentro da faixa normal de operação.

Com estes resultados é lícito afirmar que não e

xistem praticamente diferenças acentuadas de desempenho entre os modelos A, B e C; quanto ao modelo D, apresenta um desempenho inferior aos outros em termos de potência na barra.

Para uma recomendação de utilização nas condições de máximo desempenho e na situação proposta por esta pesquisa, os 3 modelos A, B e C são mais adequados do que o modelo D.

#### 4.3.4.2. - Desempenho na faixa normal de operação

Conforme critério descrito no item 4.2.4. já adotado para a condição SL (item 4.2.4.2), os resultados obtidos a 10, 20 e 30% de  $P_i$  para a condição CL, são apresentados na Tabela XXIII.

As diferenças de desempenho dos pneumáticos para os três níveis de  $P_i$  analisados, são apresentadas no histograma da Figura 19.

Tabela XXIII - Valores de Ft, Pb, Rdt e C.esp. para índices de patinamento situados dentro da faixa normal de operação (condição CL).

Pneu	Variável							
	Ft kN	Índice	Pb kW	Índice	Rdt %	Índice C.esp. ml/kW.h	Índice	
Patinamento 10%								
A	8,538	100	11,089	100	39,01	100	732,8	100
B	7,671	89,8	10,408	93,9	35,54	91,1	772,4	105,4
C	8,418	98,6	10,743	96,9	38,67	99,1	767,9	104,8
D	6,440	75,4	8,715	78,6	30,12	77,2	827,7	113,0
Patinamento 20%								
A	12,084	99,6	13,931	100	53,68	99,6	646,5	100
B	11,857	97,8	13,719	98,5	52,66	97,7	682,2	105,5
C	12,128	100	13,648	98,0	53,89	100	695,9	107,6
D	10,133	83,6	11,852	85,1	45,71	84,8	715,4	110,7
Patinamento 30%								
A	14,597	99,1	15,062	99,2	63,92	99,3	654,5	100
B	14,697	99,8	15,186	100	64,21	99,8	682,9	104,3
C	14,724	100	14,797	97,4	64,37	100	704,5	107,6
D	13,010	88,4	13,492	88,8	57,63	89,5	693,4	105,9

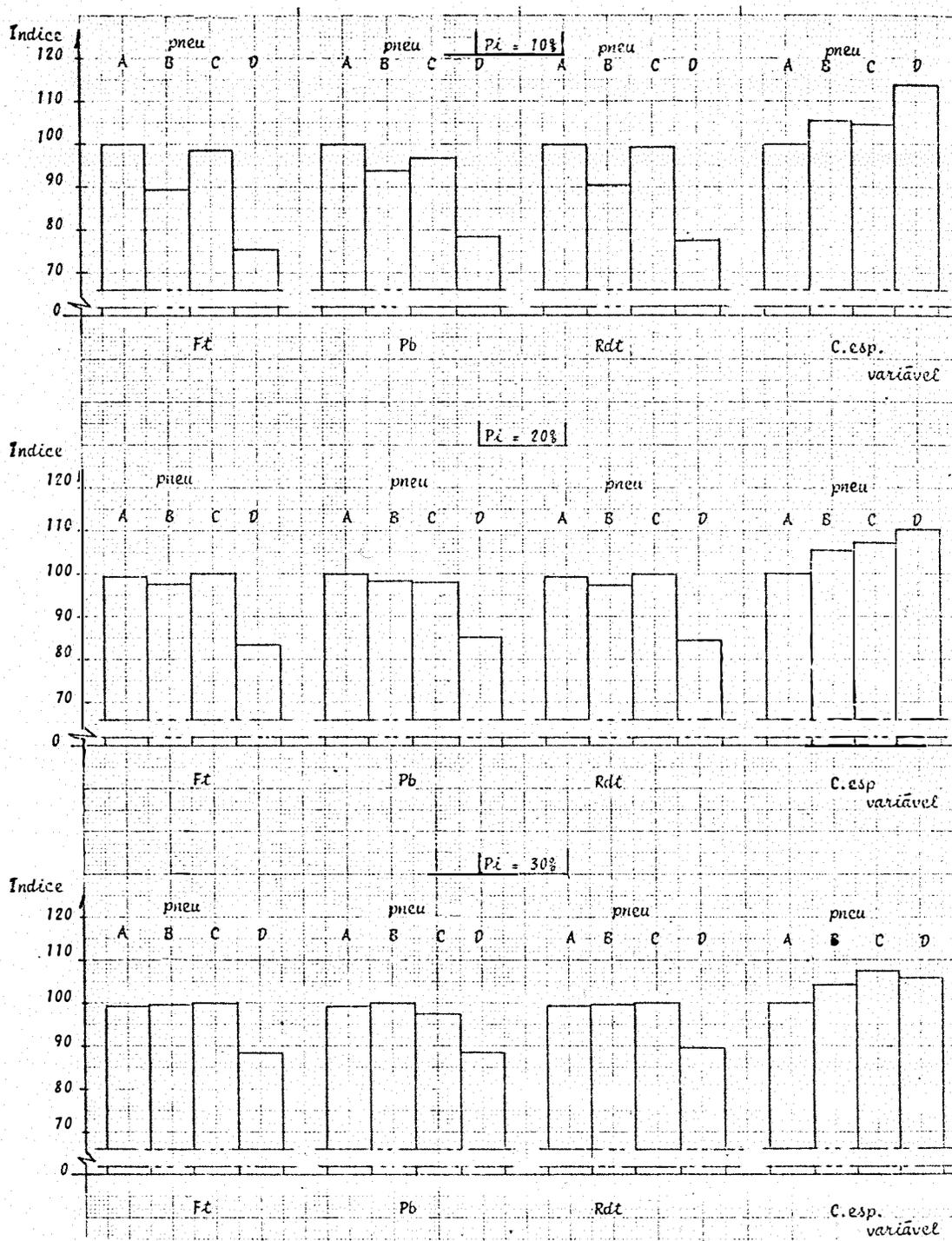


Figura 19 - Desempenho dos pneumáticos para as variáveis Ft, Pb, Rdt e C.esp a 10, 20 e 30% de  $P_i$ .

Para a condição de 10% de  $P_i$ , os pneumáticos A e C apresentaram o melhor desempenho para as variáveis  $F_t$ ,  $P_b$  e  $R_{dt}$ , o pneu B ocupou uma posição intermediária e o pneu D revelou um desempenho bem inferior aos demais. A 20% e 30% de  $P_i$  os pneus A, B e C foram equivalentes para as variáveis  $F_t$ ,  $P_b$  e  $R_{dt}$ , com o pneu D revelando novamente um desempenho inferior. Quando à variável C.esp. o modelo A obteve o índice 100 para 10% e 20% de  $P_i$ ; para 30% de  $P_i$  seu desempenho foi equivalente ao modelo B.

Com estes resultados é lícito afirmar-se que para o intervalo de patinamento dentro da faixa normal de operação, não existem diferenças significativas de desempenho dos modelos A, B e C, a não ser uma superioridade do pneu A em termos de C.esp.

#### 4.4. - COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO ENTRE OS MODELOS OPERANDO NAS CONDIÇÕES CL e SL.

Nas comparações entre pneumáticos operando nas condições SL e CL, adotou-se os mesmos critérios utilizados anteriormente, para a análise individual de cada condição.

##### 4.4.1. - Comparação entre níveis de patinamento que fornecem o máximo desempenho.

Utilizando-se dos dados das Tabelas X e XII, elaborou-se a Tabela XXIV e a Figura 20. Na Tabela XXIV são apresentados os desempenhos máximos dos pneumáticos para as condições CL e SL, os níveis de patinamento em que foram obtidos e dois índices comparativos. Para o cálculo do índice 1 atribuiu-se o índice 100 ao melhor desempenho observado, independentemente do modelo de pneu e da condição de lastragem. Para o cálculo do índice 2 atribuiu-se o valor 100 à condição de lastragem de melhor desempenho, para cada modelo de pneu. Assim, en-

quanto o índice 1 reflete as diferenças globais entre os modelos e condição de lastragem, o índice 2 indica o efeito do lastro no comportamento de cada modelo de pneu.

A Figura 20 apresenta a configuração gráfica do desempenho dos pneumáticos através do diagrama de barras. A Figura 20-a indica as diferenças de desempenho referentes ao índice 2 e a Figura 20-b as diferenças referentes ao índice 1. A Figura 20-c apresenta o nível de patinamento em que esses índices foram obtidos.

#### 4.4.1.1. - Comparação em relação ao índice 1.

De acordo com o apresentado na Tabela XXIV e Figura 20-b, o desempenho global dos pneus pode ser caracterizado da seguinte forma:

.) Para a variável Ft, o modelo D apresentou o melhor desempenho (índice 100) na condição CL mas com diferenças não significativas em relação aos outros modelos na condição CL. O desempenho dos quatro pneus na condição SL foi bem inferior ao pneu D na condição CL (índice 100) com diferenças em relação a este de 18,1, 14,1, 26,2 e 19,0 para os pneus A, B, C e D respectivamente.

Quanto ao nível de Pi não ocorreu tendência de uma condição apresentar níveis superiores em relação a outra, sendo que o modelo A e B apresentaram níveis de Pi maiores na condição SL e os modelos C e D na condição CL.

.) Para a variável Pb, o modelo B apresentou o melhor desempenho na condição CL (índice 100) com diferenças significativas em relação aos quatro modelos operando na condição SL e em relação ao pneu D na condição CL.

Quanto ao nível de Pi, não ocorreu tendência de uma condição apresentar níveis superiores em relação a outra; a variação do nível de Pi entre os modelos e condições de lastragem foram inferiores às observadas para a variável Ft.

Tabela XXIV - Comparação de desempenho máximo dos pneumáticos nas condições SL e CL.

Condição	Pt		Índice		Pb kW (PIB)	Índice		Rdt %	Índice		Cesp ml/kw.h (PIB)	Índice	
	(1) (PIB)	(2) (*)	(1) (*)	(2) (**)		(1) (*)	(2) (**)		(1) (*)	(2) (**)		(1) (*)	(2) (**)
SL	13,711	81,9	83,0	12,009	78,7	79,6	70,73	95,6	98,4	703,9	110,3	110,3	
	(54,48)	(18,1)	(17,0)	(32,31)	(21,3)	(20,4)	(55,92)	(4,4)	(1,6)	(26,97)	(10,3)	(10,3)	
A	16,523	98,7	100	15,084	98,8	100	71,88	96,2	100	638,3	100	100	
	(49,30)	(1,3)	(-)	(31,61)	(1,2)	(-)	(48,12)	(3,8)	(-)	(24,15)	(-)	(-)	
CL	14,382	85,9	87,5	12,699	83,2	83,2	73,98	100	100	699,7	109,6	104,2	
	(49,71)	(14,1)	(12,5)	(32,50)	(16,8)	(16,8)	(48,41)	(-)	(-)	(23,8)	(9,6)	(4,2)	
B	16,441	98,2	100	15,266	100	100	71,12	96,1	96,1	671,2	105,2	100	
	(46,10)	(1,8)	(-)	(32,95)	(-)	(-)	(45,76)	(3,9)	(3,9)	(24,92)	(5,2)	(-)	
SL	12,351	73,8	74,4	11,651	76,3	78,6	64,65	87,4	90,7	740,3	116,0	107,4	
	(42,13)	(26,2)	(25,6)	(29,29)	(23,7)	(21,4)	(41,92)	(12,6)	(9,3)	(23,55)	(16,0)	(7,4)	
CL	16,590	99,1	100	14,818	97,1	100	71,28	96,4	100	689,6	108,0	100	
	(48,30)	(0,9)	(-)	31,54	(2,9)	(-)	(47,08)	(3,6)	(-)	(23,93)	(8,0)	(-)	
SL	13,555	81,0	81,0	11,548	75,6	83,9	70,48	95,3	98,6	657,6	103,0	100	
	(55,30)	(19,0)	(19,0)	(37,24)	(24,4)	(16,1)	(55,10)	(4,7)	(1,4)	(28,97)	(3,0)	(-)	
CL	16,741	100	100	13,758	90,1	100	71,47	96,6	100	690,5	108,2	105,0	
	(60,23)	(-)	(-)	35,96	(9,9)	(-)	(57,44)	(3,4)	(-)	(21,44)	(5,0)	(5,0)	

(1) Índice comparativo em relação ao pneu de melhor desempenho.

(2) Índice comparativo, do pneu operando na condição com e sem lastro.

(\*) Diferença em relação ao pneu com índice 100.

(\*\*) Diferença em relação a condição com índice 100.

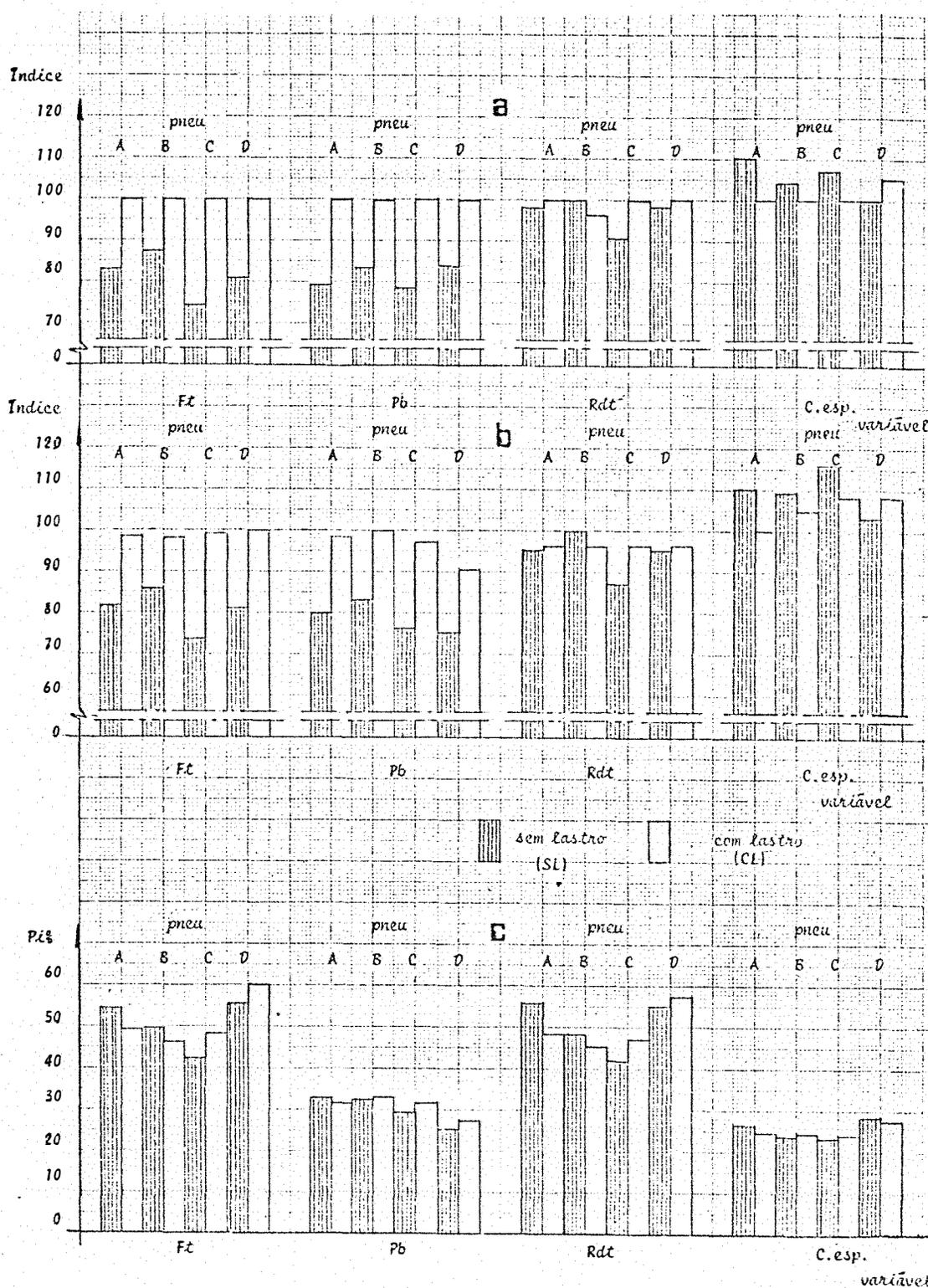


Figura 20 - Comparação de desempenho máximo entre os modelos operando nas condições SL e CL (20-a índice 2; 20-b índice 1; 20-c níveis de Pi).

.) Para a variável Rdt, o pneu B na condição SL apresentou o melhor desempenho (índice 100), não ocorrendo diferenças acentuadas em relação aos modelos e condições de lastragem, com exceção do pneu C na condição SL, com um índice 87,4.

Quanto ao nível de Pi, ocorreram diferenças acentuadas em relação aos modelos, como por exemplo o modelo B e D, mas não houve uma tendência em relação à lastragem, com os modelos A e B obtendo níveis superiores de Pi na condição SL e os modelos C e D na condição CL.

.) Para a variável C.esp, o modelo A na condição CL, obteve o melhor desempenho (índice 100); o pneu D apresentou um desempenho superior na condição SL, em relação aos outros modelos excetuando-se, logicamente, o modelo A na condição CL.

Os níveis de Pi, entre os modelos e condição de lastragem não apresentaram diferenças acentuadas situando-se todos na faixa normal de operação (0 a 30% de Pi).

#### 4.4.1.2. - Comparação em relação ao índice 2.

De acordo com o apresentado na Tabela XXIV e Figura 20-a o desempenho dos pneus em termos de índice da variável Ft, foi sempre superior para a condição lastrada. Na condição sem lastro, as diferenças em relação ao índice 100 foram de 17,0, 12,5, 25,6 e 19,0 para os pneus A, B, C e D respectivamente.

Para a variável Pb o comportamento foi idêntico à variável Ft, com diferenças em relação ao índice 100 de 20,4, 16,8, 21,4 e 16,1 para os pneus A, B, C e D respectivamente.

No tocante à variável Rdt, apenas o modelo C apresentou um desempenho que pode ser considerado superior na condição lastrada com diferença de 9,3 em relação a condição

sem lastro.

Quanto a variável C. esp, os pneus A, B e C lastrados apresentaram o melhor desempenho com diferenças de 10,3, 4,2 e 7,4 respectivamente e para o modelo D, a condição SL foi superior com uma diferença de 5,9.

Quanto aos níveis de  $P_i$ , são válidas as mesmas considerações realizadas no item 4.4.1.1., ressaltando-se que a adição de lastros resultou em comportamento diferenciado em uma variável - aumento ou diminuição de  $P_i$  - para os modelos a valiados.

#### 4.4.2. - Comparação de desempenho na faixa normal de operação.

Utilizando-se dos dados apresentados nas Tabelas XII e XXIII, elaborou-se as Tabelas XXV, XXVI e XXVII e as Figuras 21, 22 e 23. Nas Tabelas XXV a XXVII são apresentados os desempenhos dos pneumáticos para as condições CL e SL a níveis de 10%, 20% e 30% de  $P_i$  bem como os índices (1 e 2) comparativos destes desempenhos. Nas Figuras 21 a 23 são apresentadas as performances dos modelos, através de diagramas de barras nos três níveis de  $P_i$  de acordo com o proposto no item 4.4.1.

Conforme se observa, pela análise das Tabelas e Figuras, o desempenho dos pneus para as variáveis  $F_t$  e  $P_b$  alteraram-se de acordo com a lastragem (índice 2). Para a condição CL, estas variáveis foram sempre superiores à condição SL; para a variável  $F_t$  estas diferenças foram de um mínimo de 12,2 (pneu D a 10% de  $P_i$ ) a um máximo de 21,2 (pneu C a 30% de  $P_i$ ). Para  $P_b$  estas diferenças foram de 9,0 (pneu B a 10% de  $P_i$ ) a 21,3 (pneu C a 30% de  $P_i$ ).

No tocante a variável  $R_{dt}$ , o pneu A apresentou o melhor desempenho na condição CL, o pneu D na condição SL e os pneus B e C alternaram estas situações de acordo com o nível de  $P_i$ .

Tabela XXV - Comparação de desempenho dos pneumáticos, a 10% de Pi, nas condições SL e CL.

Condição	Ft kN	Índice		Pb kW	Rdt %	Índice		Cesp ml/kw.h	Índice			
		(1) (*)	(2) (*)			(1) (*)	(2) (*)		(1) (*)	(2) (*)		
SL	6,929	81,2	81,2	9,317	38,08	84,0	84,0	853,6	97,6	97,6	116,5	113,0
		(18,8)	(18,8)			(16,0)	(16,0)		(2,4)	(2,4)	(16,5)	(13,0)
CL	8,538	100	100	11,089	39,01	100	100	732,8	100	100	100	100
		(-)	(-)			(-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)
SL	6,336	74,2	82,6	9,473	34,65	85,4	91,0	777,1	88,8	97,5	106,0	100,6
		(25,8)	(17,4)			(14,6)	(9,0)		(11,2)	(2,5)	(6,0)	(0,6)
CL	7,671	89,8	100	10,408	35,54	93,9	100	772,4	91,1	100	105,4	100
		(10,2)	(-)			(6,1)	(-)		(8,9)	(-)	(5,4)	(-)
SL	7,078	82,9	84,1	9,064	38,98	81,7	84,4	850,6	99,9	100	116,1	110,5
		(17,1)	(15,9)			(18,3)	(15,6)		(0,1)	(-)	(16,1)	(10,5)
CL	8,418	98,6	100	10,743	38,67	96,9	100	769,9	99,1	99,2	105,1	100
		(1,4)	(-)			(3,1)	(-)		(0,9)	(0,8)	(5,1)	(-)
SL	5,656	66,2	87,8	7,807	3,156	70,4	89,6	929,5	80,9	100	126,0	112,3
		(33,8)	(12,2)			(29,6)	(10,4)		(9,1)	(-)	(26,8)	(12,3)
CL	6,440	75,4	100	8,715	30,12	78,6	100	827,7	77,2	95,4	113,0	100
		(24,6)	(-)			(21,4)	(-)		(22,8)	(4,6)	(13,0)	(-)

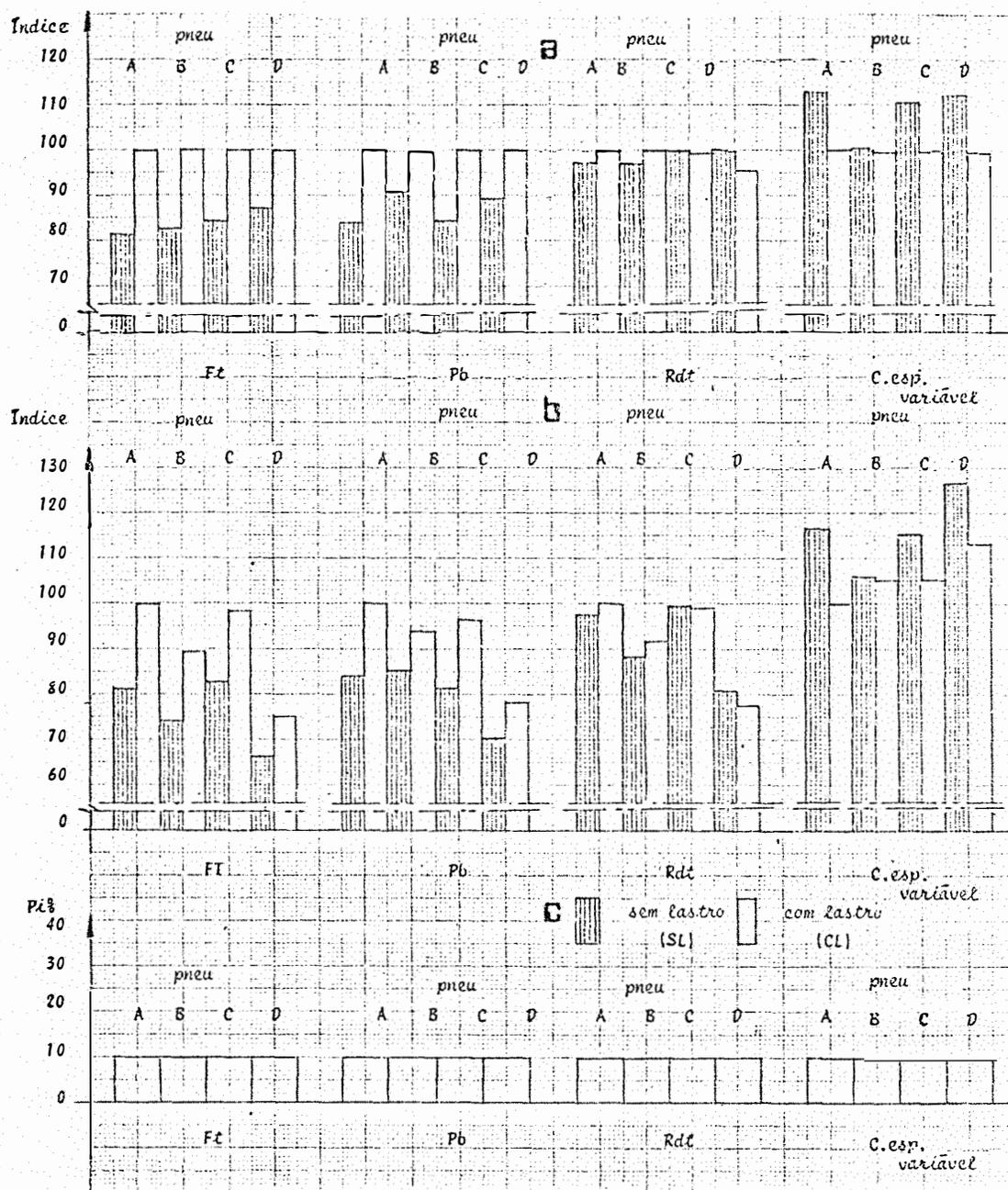


Figura 21 - Comparação de desempenho, a 10% de  $P_i$ , para os modelos operando nas condições SL e CL (21-a índice 2; 21-b índice 1).

Tabela XXVI - Comparação de desempenho dos pneumáticos, a 20% de P<sub>i</sub>, nas condições SL e CL.

Condição	Ft KN	Índice		Pb KW	Índice		Rdt %	Índice		Cesp ml/kW.h	Índice	
		(1) (*)	(2) (*)		(1) (*)	(2) (*)		(1) (*)	(2) (*)		(1) (*)	(2) (*)
A	SL 9,636	79,5	79,7	11,189	80,3	80,3	51,52	95,6	96,0	729,2	112,8	112,8
		(20,5)	(20,3)		(19,7)	(19,7)		(4,4)	(4,0)		(12,8)	(12,8)
B	CL 12,084	99,6	100	13,931	100	100	53,68	99,6	100	646,5	100	100
		(0,4)	(-)		(-)	(-)		(0,4)	(-)		(-)	(-)
C	SL 9,878	81,4	83,3	11,703	84,0	85,3	52,46	97,3	99,6	705,6	109,1	103,4
		(18,6)	(16,7)		(16,0)	(14,7)		(2,7)	(0,4)		(9,1)	(3,4)
D	CL 11,857	97,8	100	13,719	98,5	100	52,66	97,7	100	682,2	105,5	100
		2,2	(-)		1,5	(-)		2,3	(-)		(5,5)	(-)
E	SL 9,849	81,2	81,2	11,351	79,3	81,0	52,55	97,5	97,5	747,9	115,7	107,5
		(18,8)	(18,8)		(20,7)	(19,0)		(2,5)	(2,5)		(15,7)	(7,5)
F	CL 12,128	100	100	13,648	98,0	100	53,89	100	100	625,9	107,6	100
		(-)	(-)		(2,0)	(-)		(-)	(-)		(7,6)	(-)
G	SL 8,757	72,2	86,4	10,049	72,1	84,8	46,90	87,0	100	718,4	111,1	100,4
		(27,8)	(13,6)		(27,9)	(15,2)		(13,0)	(-)		(11,1)	(0,4)
H	CL 10,133	83,6	100	11,852	85,1	100	45,71	84,8	97,5	715,4	110,7	100
		(16,4)	(-)		(14,9)	(-)		(15,2)	(2,5)		(10,7)	(-)

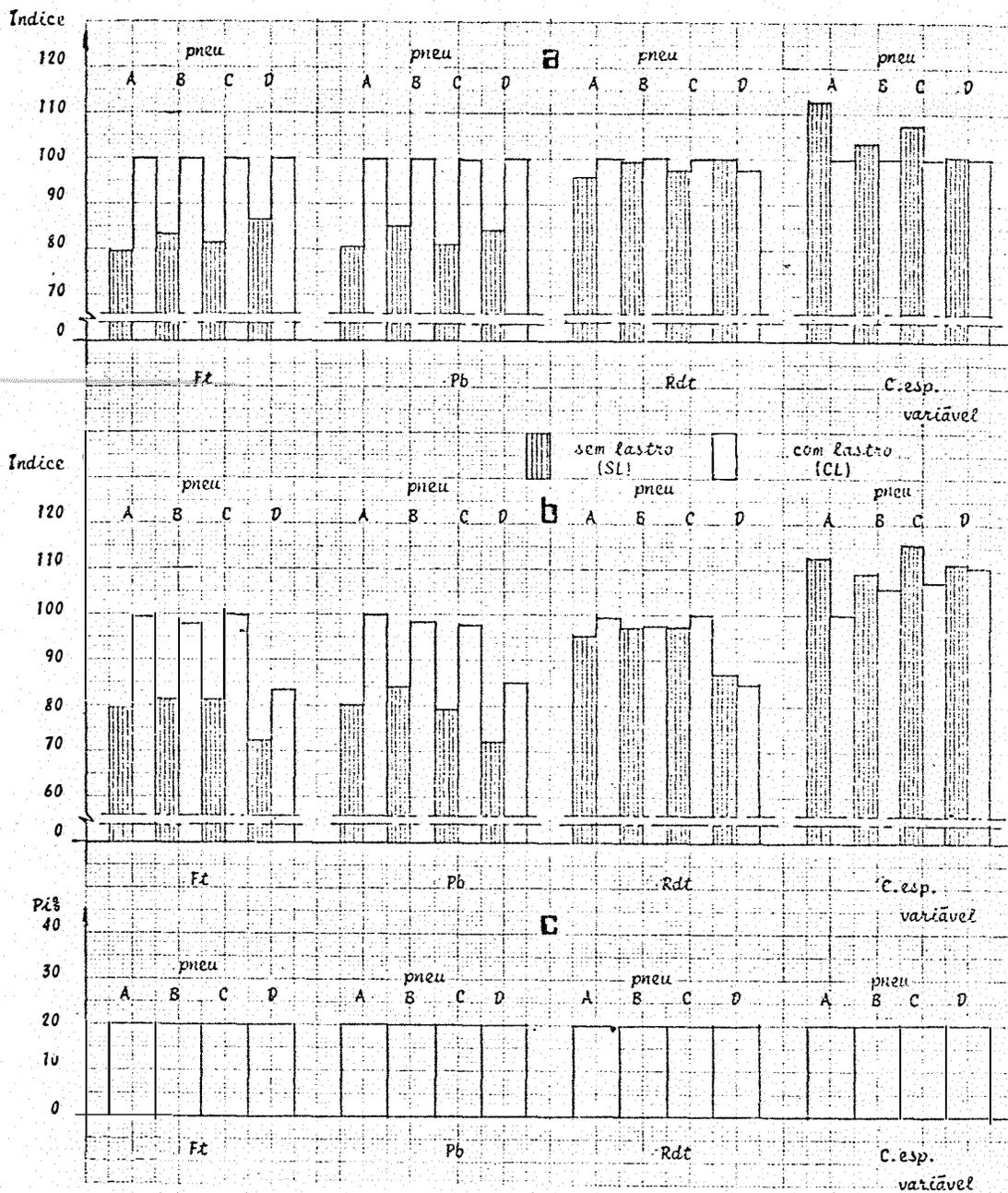


Figura 22 - Comparação de desempenho, a 20% de Pi, para os modelos operando nas condições SL e CL. (22-a índice 2; 22-b índice 1).

Tabela XXVII - Comparação de desempenho dos pneumáticos, a 30% de Pi, nas condições SL e CL.

Condição	Pc kN	Índice		Pb kW	Índice		Rdt %	Índice		Cesp ml/kw.h	Índice	
		(1) (*)	(2) (*)		(1) (*)	(2) (*)		(1) (*)	(2) (*)		(1) (*)	(2) (*)
A	SL 11,657	79,2	79,9	11,980	78,9	79,5	61,42	94,6	96,1	708,7	108,3	108,3
		(20,8)	(20,1)		(21,1)	(20,5)		(5,4)	(3,9)		(8,3)	(8,3)
CL	14,597	99,1	100	15,062	99,2	100	63,92	98,4	100	654,5	100	100
		(0,9)	(-)		(0,8)	(-)		(1,6)	(-)		(-)	(-)
B	SL 12,400	84,2	84,4	12,659	83,4	83,4	64,95	100	100	715,3	109,3	104,7
		(15,8)	(15,6)		(16,6)	(16,6)		(-)	(-)		(9,3)	(4,7)
CL	14,697	99,8	100	15,186	100	100	64,21	98,9	98,9	682,9	104,3	100
		(0,2)	(-)		(-)	(-)		(1,1)	(1,1)		(4,3)	(-)
C	SL 11,599	78,8	78,8	11,647	76,7	78,7	61,07	94,0	94,9	765,3	116,9	108,6
		(21,2)	(21,2)		(23,3)	(21,3)		(6,0)	(5,1)		(16,9)	(8,6)
CL	14,724	100	100	14,797	97,4	100	64,37	99,1	100	704,5	107,6	100
		(-)	(-)		(2,6)	(-)		(0,9)	(-)		(7,6)	(-)
D	SL 11,089	75,3	85,2	11,284	74,3	83,6	58,42	89,9	100	658,4	100,6	100
		(24,7)	(14,8)		(25,7)	(16,4)		(10,1)	(-)		(0,6)	(-)
CL	13,010	88,4	100	13,492	88,0	100	57,63	88,7	98,6	693,4	105,9	105,3
		(11,6)	(-)		(11,2)	(-)		(11,3)	(1,4)		(5,9)	(5,3)

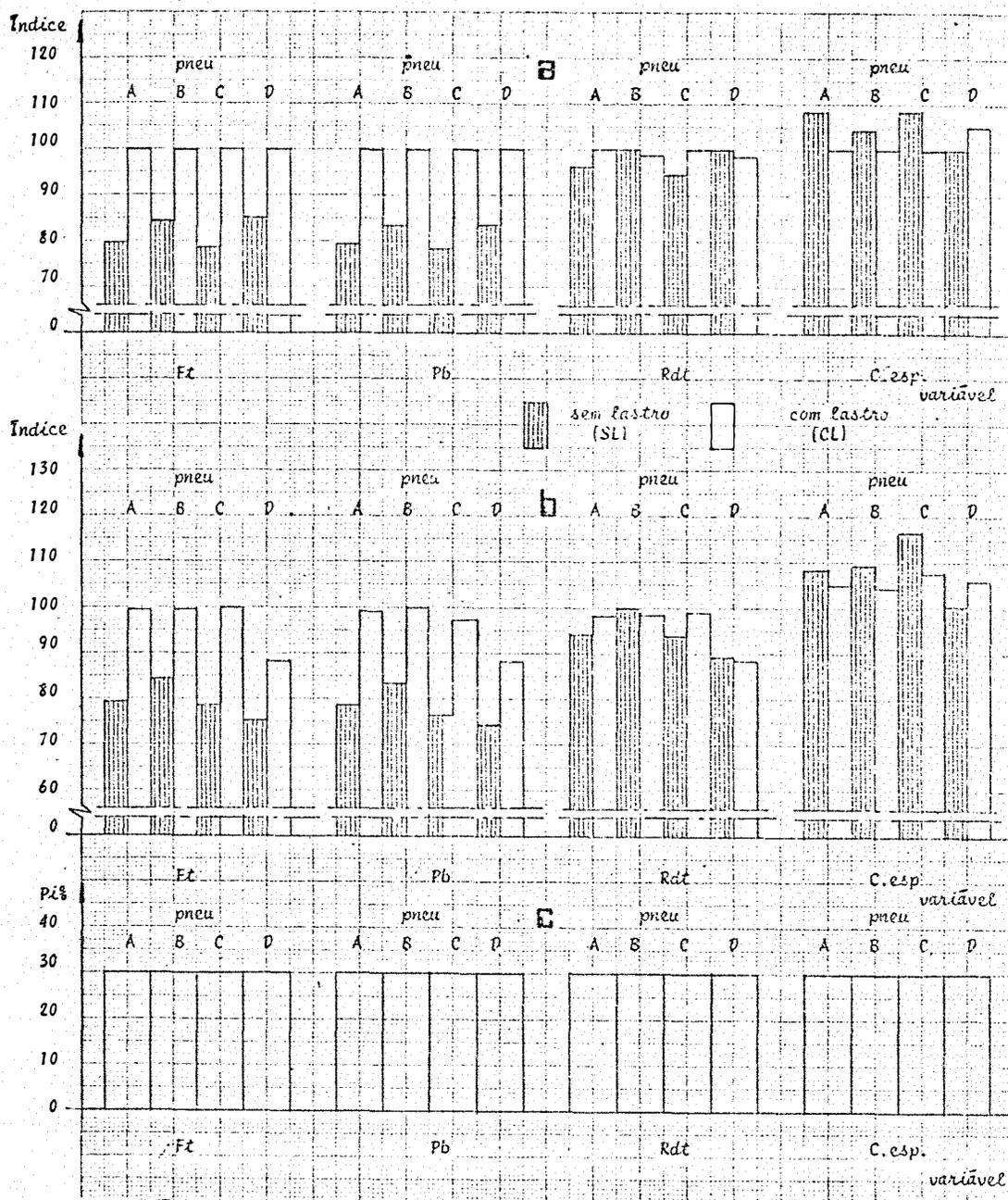


Figura 23 - Comparação de desempenho, a 30% de  $P_i$ , para os modelos operando nas condições SL e CL (23-a índice 2; 23-b índice 1)

Em relação a variável C.esp, todos os pneus apresentaram um melhor desempenho na condição CL, nos três níveis de Pi, exceção feita ao pneu D a 30% de Pi onde a melhor performance foi obtida na condição SL.

Quanto ao índice 1 (Figuras 21-b, 22-b e 23-b) de comparação entre os pneus sem levar em conta a lastragem observa-se a mesma tendência abordada no parágrafo anterior. Deve-se ressaltar que o pneu D na condição CL para as variáveis Ft e Pb e níveis de Pi de 10% e 20% revelou desempenho inferior aos modelos A, B e C e na condição SL. Para a variável Rdt também ocorreu esta situação mas, nos três níveis de Pi (10, 20 e 30%).

#### 4.5. DISCUSSÃO GERAL

Embora os pneumáticos apresentem desenhos de banda de rodagem diferentes, principalmente o modelo D, não é possível estabelecer qual o parâmetro do desenho que tem mais influência no desempenho. Para tanto, seria necessário orientar a pesquisa de acordo com aquelas realizadas por Reed e Shields (GIL e VANDEN BERG 1967), TAYLOR (1973 a) e TAYLOR (1973 b) onde os modelos analisados diferem em apenas um parâmetro. No presente caso, embora se possa determinar as diferenças de desempenho entre os modelos, não é possível isolar as causas dessas diferenças em função do desenho da banda de rodagem.

O efeito da lastragem sobre o desempenho dos pneumáticos foi significativo para as variáveis Ft e Pb, o que vem de encontro às pesquisas realizadas por BURT e BAILEY (1982) e BURT et alii (1983). Para a variável Pb, a não disponibilidade de equipamento, impediu o cálculo da eficiência tração no presente trabalho.

Quanto a variável Rdt, não se observou uma ten-

dência definida de influência da lastragem para os quatro modelos de pneus. O aumento na carga aplicada aos rodados de tração devido à lastragem, não foi acompanhado de um aumento substancial na  $F_t$  para determinados modelos e níveis de  $P_i$ . Este fato pode ser constatado para os pneus B e D que revelaram uma inversão de comportamento em relação a  $R_{dt}$  para as condições CL e SL conforme indicado nas Figuras 20-a e 22-a.

Para a variável  $C_{esp}$ , o aumento da potência na barra em função da adição de lastros, foi superior ao aumento de consumo de combustível correspondente. O pneu D constituiu-se exceção pois no intervalo aproximado de 20 a 40% de  $P_i$ , revelou um menor consumo específico na condição SL; este resultado está associado ao desempenho inferior em termos de  $P_b$ , do modelo D, quando comparado aos outros três pneus na condição com lastro.

Um outro fator a ser observado é que, conforme a ABPA (1980), a carga máxima que cada pneu pode suportar com a pressão de inflação de 110 kPa (16 psi) é de 17,364 kN, totalizando 34,728 kN para o eixo motriz (2 pneus). Como a máxima tração na barra obtida nos ensaios foi 16,741 kN, a máxima carga dinâmica aplicada sobre o eixo traseiro totaliza 23,314 kN. Comparando-se estes valores observa-se que os pneus operaram dentro dos limites de carga recomendados embora não se tenha explorado o limite máximo de lastragem tolerável.

## 5 - CONCLUSÕES

.) Para a condição SL, o modelo B obteve o melhor desempenho na situação limite de exigência (desempenho máximo). Para a faixa normal de operação (10 a 30% de  $P_i$ ), o desempenho dos modelos A, B e C foram equivalentes sendo que o pneu D é o menos recomendado para operar nesta situação.

.) Para a condição CL, os modelos A, B e C são mais adequados do que o modelo D nas condições de máximo desempenho. Para o intervalo de patinamento dentro da faixa normal de operação, não existem diferenças significativas de desempenho dos modelos A, B e C, a não ser uma superioridade do pneu A em termos de C.esp.

.) O efeito da lastragem foi significativo para as variáveis Ft e Pb.

.) Para a variável Rdt não se observa uma tendência definida da influência da lastragem para os quatro modelos de pneus.

.) Para a variável C.esp, a adição de lastros aumentou a eficiência com relação ao aproveitamento do combustível.

.) Para a presente situação, o modelo polinomial de grau 2 é o que melhor explica o comportamento dos pneus.

6. - LITERATURA CITADA

ABPA, 1980. Livro de normas técnicas. São Paulo, Associação Brasileira de Pneus e Aros.

ASAE, 1978. S 296,2. Uniform terminology for traction of agricultural tractors, self-propelled implements, and other traction and transport devices. In: Agricultural Engineering Yearbook 1978-79. St. Joseph, Michigan, EE.UU., :255-257.

BURT, E.C. e A.C. BAILEY, 1982. Load and Inflation Pressure Effects on Tires. Transactions of the ASAE. St. Joseph, Michigan, EE.UU., 25(04):881-884.

\_\_\_\_\_ ; R.M. PATTERSON; J.H. TAYLOR, 1979. Combined Effects of Dynamic Load and Travel Reduction on Tire Performance. Transactions of the ASAE. St. Joseph, Michigan, EE.UU., 22(1):40-45.

\_\_\_\_\_ ; P.W.L. Lyne; P. MEIRING; J.F.KEEN, 1983. Ballast and Inflation Effects on Tire Efficiency. Transactions of the ASAE. St. Joseph, Michigan, EE.UU., 26(05)1352-1354.

CAVALCHINI,A.G., 1978. Test of TM 300 PIRELLI radial tractor tires. Milan, Istituto di Ingegneria Agraria. 13 p.

FRANÇA ,G.V., 1986. Comunicação pessoal, ESALQ/USP, Piracicaba, S.P.

GILL ,W.R. e G.E. VANDEN BERG, 1967. Soil dynamics in tillage and traction. Agr. Handbook No. 316, Agricultural Research Service, USDA, EE.UU. 511 p.

MEDINA, H.P. e A.C. MONIZ, Coord., 1975. Elementos de Pedologia. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 460 p.

MIALHE, L.G., 1980. Desempenho de tratores agrícolas com um e dois eixos propulsores, em terrenos cultivados. Piracicaba, ESALQ/USP, 148 p. (Tese de Livre Docência).

PIMENTEL GOMES, F., 1963. Curso de Estatística Experimental. 2 ed. Piracicaba, Gráfica Nobel Ltda. 384 p.

TAYLOR, J.H., 1973. Effect of lug spacing on tractive performance of pneumatic tractor tires. ASAE Technical Paper No. 73-136. American Society of Agricultural Engineering. St. Joseph, Michigan. EE.UU., 8 p.

\_\_\_\_\_ 1973. Lug angle effect on traction performance of pneumatic tractor tire. Transaction of the ASAE. St. Joseph, Michigan, EE.UU., 16(1):16-18.

TAYLOR, J.H., 1975. Comparative traction performance of R-1, R-3 and R-4 tractor tires. ASAE Technical Paper No. 75-1011. American Society of Agricultural Engineering. St. Joseph, Michigan. EE.UU., 8 p.

\_\_\_\_\_, E.C. BURT; A.C. BAILLEY, 1976. Radial Tire Performance in Firm and Soft Soils. Transactions of the ASAE. St. Joseph, Michigan, EE.UU., 19(6): 1062-1064.

VASEY, G.H. e I.T. NAYLOR, 1958. Field Tests on 14-30 Tractor Tyres. Jour. Agr. Engin. Res. 3:1-8.

## Apêndice I

Neste Apêndice são apresentadas as terminologias e as características de construção dos pneumáticos avaliados.

Segundo a Associação de Pneus e Aros (ABPA-1980) a definição dos termos Banda de Rodagem e desenho da Banda de Rodagem é realizada da seguinte forma:

.) Banda de Rodagem - é a parte do pneu que entra em contacto com o solo, constituída de elastômeros, produtos têxteis e outros materiais, com determinada forma e desenho, a fim de permitir a aderência ao solo e a resistência ao desgaste:

.) Desenho da Banda de Rodagem - é a disposição particular, forma e dimensões das cavidades e saliências da banda de rodagem.

A classificação dos pneus para tratores agrícolas - rodas de tração - quanto ao desenho da banda de rodagem, de acordo com a ABPA (1980), é apresentada como se segue:

Tipo	Desenho de banda de rodagem
R-1	Tração regular
R-2	Tração extra - Arrozeiro (raia profunda)
R-3	Raia superficial (pouco profunda)
R-4	Industrial

Fonte: Normas Técnicas - ABPA/1980.

A terminologia empregada para o desenho de banda

de rodagem de pneus agrícolas, com base na padronização ASAE S 296.2(1983) é realizada como se segue:

.) Ângulo da garra - ângulo formado entre a linha de centro da face da garra e a linha de centro do pneu.

.) Passo da garra - espaço de centro a centro entre as garras de um lado, tomada na linha de centro do pneu. É medida na face da garra.

.) Comprimento da garra - distância medida do início ao fim da garra, tomada ao longo da linha de centro da face da garra.

.) Espaçamento da garra (perpendicular) - distância medida perpendicularmente do lado anterior ao lado posterior da garra a sua frente.

.) Espaçamento da garra (circunferencial) - distância do lado anterior da garra ao lado posterior da garra adjacente medida paralelamente à linha de centro do pneu.

.) Altura da garra - distância da base da banda de rodagem a face da garra.

.) Largura da garra - dimensão da face da garra, medida perpendicularmente a linha de centro da mesma.

Os termos apresentados, podem ser visualizados na Figura I.1.

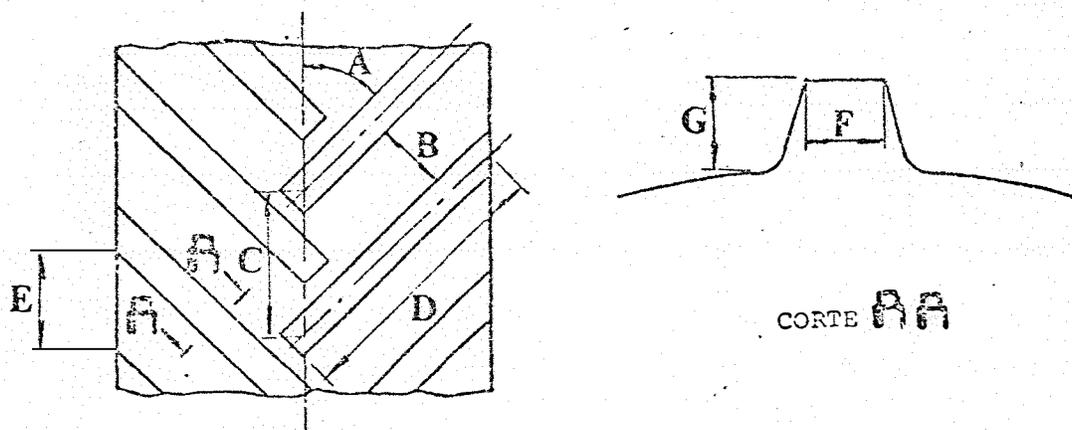


Figura I.1. - Terminologia para banda de rodagem. A-ângulo da garra; B- espaçamento da garra (perpendicular); C-passo da garra; D-comprimento da garra; E-espaçamento da garra (circunferencial); F-largura da garra; G-altura da garra. Fonte: Padronização ASAE S 296.2 (1983).

As dimensões da banda de rodagem dos pneumáticos avaliados, com base na terminologia proposta, são apresentadas na Tabela I.I.

Tabela I.I - Dimensões da banda de rodagem dos pneus avaliados.

Discriminação	Pneu			
	A	B	D	C
Ângulo da garra (graus)	45	45	60	45
Passo da garra (mm)	224	225	234	230
Comp: da garra (mm)	264	271	244	261
Espaçam. da garra perpendicular (mm)	123	123	145	135
Espaçam. da garra circunferencial (mm)	169	163	182	167
Altura da garra (mm)	77	72	106	89
Largura da garra (mm)	47	49	39	46

## Apêndice II

Neste Apêndice são apresentadas as principais especificações técnicas dos tratores utilizados nos ensaios.

II 1 - Especificações técnicas do trator de tração (Tt).

- a) Marca - Ford; Modelo - 5600
- b) Motor - Tipo - Ford Diesel; Modelo OHV 4256;  
Potência - 75 cv (55,2 kW) a 2100 rpm;  
Torque máximo - 26,5 mkgf (264 Nm) a 1400 rpm;  
Rotação máxima - 2375 rpm; Cilindrada - 4195 cm<sup>3</sup>;  
Nº de cilindros - 04; Diâmetro dos cilindros - 111,2 mm; curso do êmbolo - 107 mm; Razão de compressão - 16,3:1; Sistema de alimentação - por injeção direta, acionada mecanicamente; sistema de purificação de ar - em banho de óleo, com pré purificador centrífugo; Sistema de refrigeração - a água, pressurizado.
- c) Transmissão: Embreagem - monodisco a seco, 330 mm de diâmetro; Caixa de câmbio - engrenamento permanente com 8 velocidades a frente e duas a ré.

d) Eixo traseiro: Redução final - dupla redução feita através do conjunto diferencial, coroa e pinhão e também com um conjunto de planetárias, montada nos semi-eixos, completando a tração final; bloqueio do diferencial - acionado por pedal, destrava automática.

e) Velocidades de deslocamento com motor a 2100 rpm (medidas aproximadas dependendo do tamanho dos pneus).

Marcha	km/h	Marcha	km/h
1ª	2,5	6ª	11,3
2ª	3,2	7ª	19,9
3ª	5,6	8ª	27,0
4ª	7,6	1ª Ré	3,7
5ª	9,1	2ª Ré	13,0

f) Barra de tração: Oscilante, com suporte ajustável para engate duplo.

g) Pneus disponíveis:

Dianteiros - 7,50 - 16 6 lonas F2

Traseiros - 13,6/12 - 38 6 lonas R1

18,4/15 - 30 6 lonas R2

18,4/15 - 30 6 lonas R1

16,9/14 - 30 6 lonas R1

h) Características dimensionais e ponderais (principais)

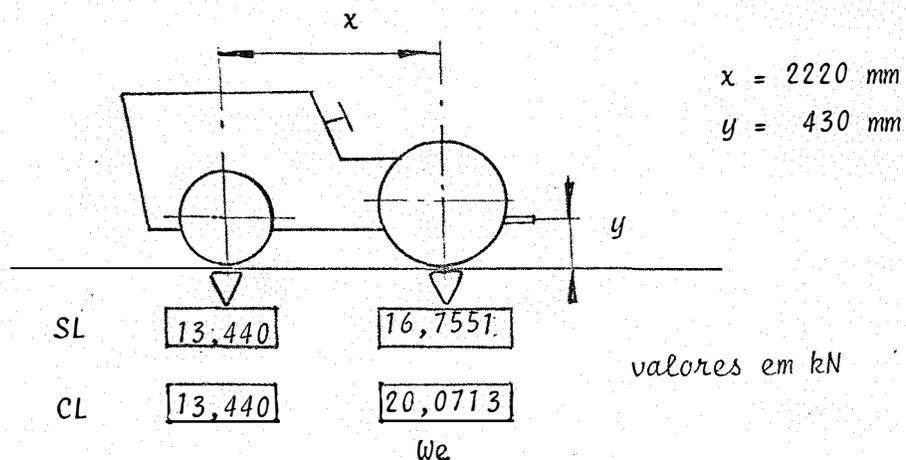


Figura II.1 - Características dimensionais e ponderais do Tt.

As especificações técnicas constantes nos itens a a g, foram obtidas diretamente do catálogo fornecido pelo fabricante; para o item h, as dimensões foram obtidas com o auxílio de uma trena. As características ponderais constituem média de 3 determinações, realizadas em balança de plataforma do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP com capacidade para 30 kN.

## II -2 Trator de Frenagem (TF)

Como carga de formação utilizou-se de um trator marca Valmet modelo 118,4 com lastro metálico nos aros e na dianteira. As marchas, relações de transmissão e a velocidade teórica de deslocamento são apresentadas a seguir:

Marcha	Relação de transmissão (motor-roda)	Pneu 18.4/15-34		
		Velocidade teórica em km/h		
		800 rpm	1747 rpm	2300 rpm
1ª (L1)	219,55:1	1,0	2,4	3,1
2ª (L2)	163,29:1	1,5	3,2	4,1
3ª (L3)	136,86:1	1,8	3,8	5,0
4ª (M1)	112,30:1	2,1	4,6	6,1
5ª (L4)	102,94:1	2,3	5,1	6,7
6ª (M2)	83,52:1	2,9	6,2	8,2
7ª (M3)	70,00:1	3,4	7,4	9,8
8ª (H1)	55,60:1	4,3	9,4	12,3
9ª (M4)	52,65:1	4,5	10,0	13,0
10ª (H2)	41,35:1	5,8	12,6	16,0
11ª (H3)	34,66:1	6,9	15,0	19,8
12ª (H4)	26,07:1	9,1	20,0	26,3
1ª Ré (R1)	129,15:1	1,8	4,0	5,3
2ª Ré (R2)	96,05:1	2,5	5,4	7,1
3ª Ré (R3)	80,50:1	3,0	6,5	8,5
4ª Ré (R4)	60,55:1	3,9	8,6	11,3

As especificações técnicas do Tf foram obtidas diretamente do catálogo fornecido pelo fabricante.

### Apêndice III

Neste Apêndice, são apresentadas as principais características, detalhes de instalação e calibrações efetuadas dos equipamentos utilizados.

#### III. 1 Conjunto odométrico

O conjunto odométrico é constituído de uma roda odométrica e dois conjuntos compostos de sensores magnéticos e engrenagens (100 dentes); um conjunto - sensor, engrenagem - é instalado no eixo de tração do Tt e outro instalado na roda odométrica. A Figura III.1 apresenta a roda odométrica acoplada ao Tf.



Figura III.1 - Roda odométrica acoplada ao Tf.

A calibração da roda odométrica, foi realizada no campo de ensaio, antes do início das avaliações. Para tanto, percorria-se com o conjunto Tt e odométrica uma determinada distância medida com trena anotando-se o número de impulsos emitidos pelo sensor. A relação número de impulsos pela distância percorrida é dada por:

$$P_m = \frac{N_o}{D_m} \dots\dots\dots\text{III.1}$$

onde:

$P_m$  = número de impulsos por metro linear percorrido pela odométrica.

$N_o$  = número de impulsos emitidos pelo sensor ao longo da distância  $D_m$ .

$D_m$  = distância percorrida em metros.

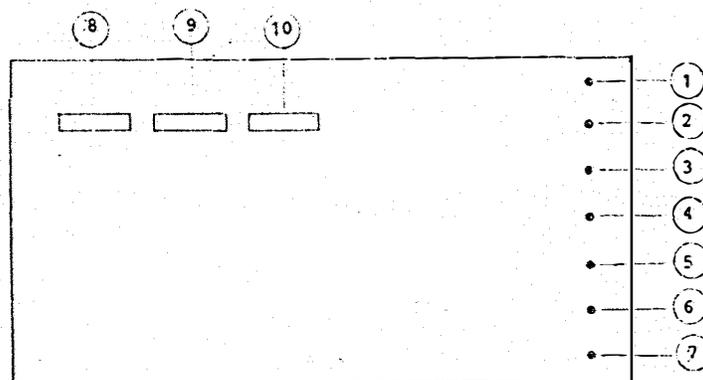
Foram feitas 3 determinações sobre a área de ensaio, sendo utilizado o valor médio de  $P_m$  para os cálculos.

Cabe ressaltar que a cada volta da odométrica e do pneu instalado no Tt, são emitidos 100 impulsos pelo sensor.

### III.2 Cronodômetro

O equipamento é constituído de um circuito eletrônico de forma a registrar, em dois displays, os pulsos emitidos pelos sensores instalados na roda odométrica e no eixo traseiro do Tt, e um display para registro do tempo com precisão de décimos de segundos.

O equipamento permite o acionamento simultâneo, da contagem dos pulsos emitidos pelos sensores, do cronômetro e do medidor do consumo de combustível. O esquema do painel frontal, com as indicações dos comandos, pode ser visualizado na Figura III.2.



1. Start - início do ensaio acionando medidor de combustível
2. Stop - fim do ensaio desligando medidor de combustível, sensores da odométrica do Tt, e, cronômetro
3. Reset - zera os "display"
4. Start manual - aciona os sensores da odométrica, do Tt e o cronômetro
5. Seleção de start - operação do equipamento de modo automático ou manual
6. Memória - fixa os valores dos "display", mas a contagem continua em lapso.
7. Liga-desliga - liga e desliga o cronômetro.
8. Display da odométrica.
9. Display do Tf.
10. Display do cronômetro.

Figura III.2 - Painel frontal do cronômetro (esquema)

### III.3 Medidor de consumo

#### III.3.1. Constituição e funcionamento

O equipamento de mensuração de consumo de combustível, constituído basicamente por cinco buretas, cinco eletroválvulas e um fotosensor, é instalado no sistema de alimentação do Tt entre o tanque de combustível e a bomba injetora. O seu esquema básico pode ser visualizado na Figura III.3

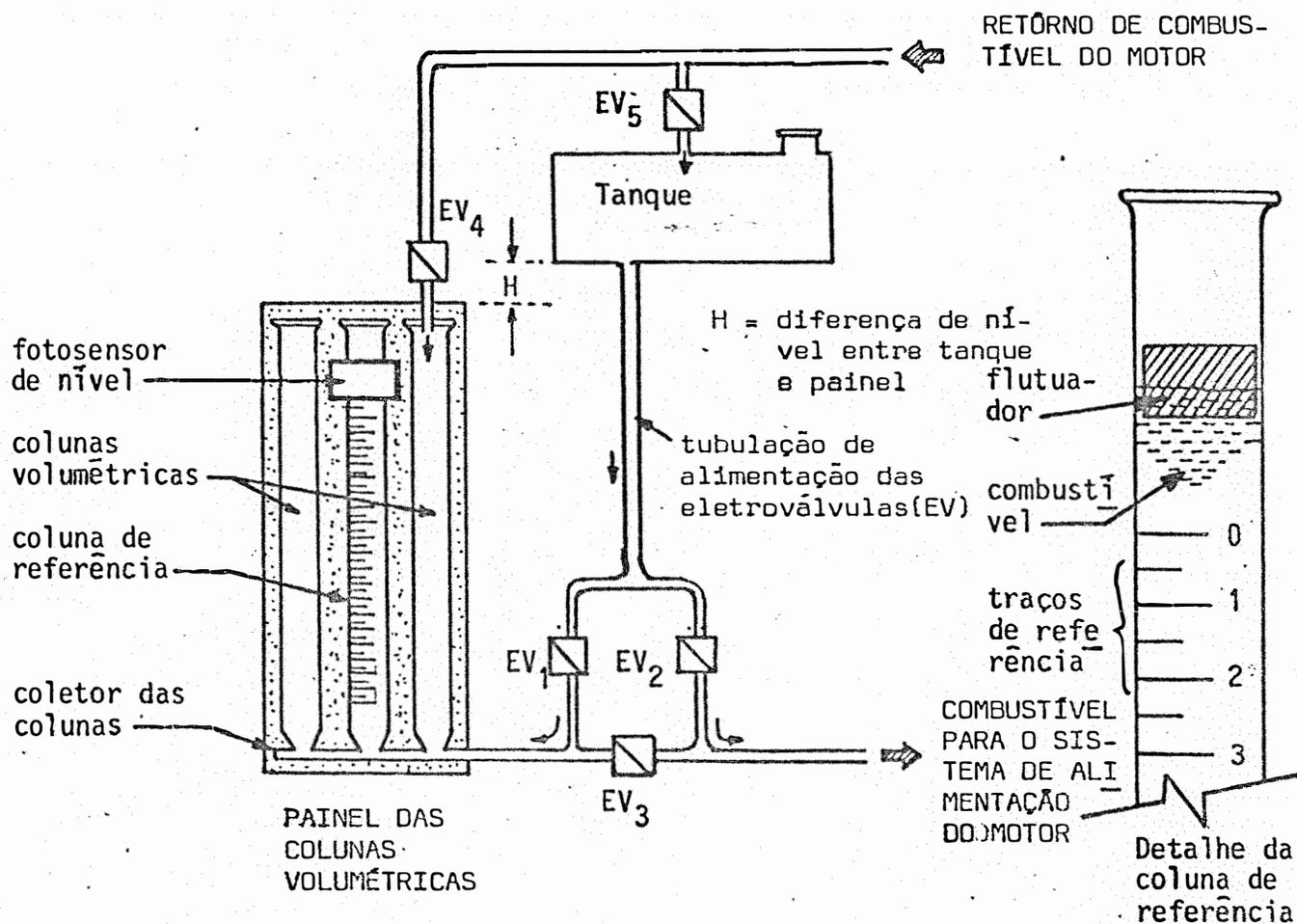


Figura III.3 - Esquema do medidor de consumo  
 Fonte: MIALHE, L.G. Ensaio de Tratores Agrícolas em Solos Cultivados. (Seminário, GPE/DER/ESALQ-USP, 1983).

As eletroválvulas permitem, alternativamente, o enchimento das buretas com o combustível contido no tanque, o consumo pelo motor do combustível contido nas buretas, o consumo pelo motor diretamente do tanque e o retorno do combustível não consumido pelo motor ao tanque ou às buretas.

O fotosensor de nível está instalado na bureta central e quando da passagem do flutuador pelo traço de referência correspondente ao nível zero, emite um sinal elétrico. Este sinal permite o acionamento simultâneo dos sensores, ins

talados na roda odométrica e no eixo do Tt, e do cronômetro; a interrupção deste sistema, (final de ensaio), é realizada a partir do comando instalado no painel do cronodômetro, desligando simultaneamente os sensores, cronômetro e o consumo do combustível pelas buretas.

### III.3.2. Calibração

O sistema de medição foi calibrado antes do início dos ensaios, utilizando-se para tanto de um recipiente graduado em ml.

Foram efetuadas 10 determinações e a equação obtida é apresentada como se segue:

$$Y = 5,10 x + 2,80 \dots\dots\dots III.2$$

onde

x = valor lido, em ml, na bureta central, na face inferior do flutuador.

Y = volume em ml, referente ao valor lido na bureta central, e corresponde à notação CC do item 3.2.2.6.

O coeficiente de determinação ( $r^2$ ) obtido para a equação foi 0,99977.

## Apêndice IV

Neste Apêndice, são apresentadas as terminologias sobre tração para rodados empregados nesta pesquisa, tendo como base a padronização ASAE S 296.2; apresenta-se também a metodologia para cálculo das variáveis utilizadas.

## IV - 1 Terminologia

- .) Lastro - qualquer peso que pode ser acoplado ou removido de um trator ou veículo similar, com o propósito de alterar seu peso total ou a distribuição de peso.
- .) Eficiência tratória - razão entre a potência útil e a potência motora.
- .) Potência na barra de tração - produto da velocidade do trator pela tração na barra, na direção de deslocamento.
- .) Potência motora - produto do torque nas semi-árvores motoras do rodado por sua velocidade angular.
- .) Potência útil - produto de tração líquida pela velocidade avanço do rodado.
- .) Tração na barra - força desenvolvida, na direção do deslocamento, na barra de tração do trator.
- .) Patinamento - movimento relativo na direção do deslocamento, na superfície mútua de contato do rodado de tração e a superfície de patinamento. Patinamento e redução de deslocamento são usados como sinônimos e frequen-

temente expressos em percentagem (%).

- .) Tração líquida - força na direção do deslocamento, desenvolvida pelo rodado de tração e transferido ao chassi do trator ou veículo.
- .) Razão dinâmica de tração - razão entre a tração na barra de um veículo e a carga dinâmica aplicada sobre o rodado de tração deste veículo.

#### IV - 2 Metodologia de cálculo

- .) Tração na barra - Ft (kN)

A tração na barra é fornecida pela média dos valores obtidos em cada ensaio. O equipamento (célula de carga) imprime os valores em kgf (ver item 3.2.2.3), sendo a conversão realizada através das relações:

$$1 \text{ kgf} = 9.81 \text{ N}$$

$$1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}$$

- .) Potência na barra - Pb (kW)

A potência na barra (Pb) para cada ensaio é obtida pela equação:

$$Pb(\text{kW}) = Ft(\text{kN}) \cdot Vt \text{ (m/s)} \quad \text{IV 1}$$

onde:

Vt é a velocidade média de deslocamento do Tt durante o ensaio é (ver item 3.2.2.4).

- .) Razão dinâmica de tração - Rdt(%)

A razão dinâmica de tração (Rdt) para cada ensaio é obtida pela equação:

$$Rdt = \frac{Ft \text{ (kN)}}{Wd \text{ (kN)}} \cdot 100 \quad \text{IV 2}$$

onde

Wd é a carga dinâmica aplicada sobre o rodado traseiro do Tt dada por:

$$W_d = W_e + F_t \frac{y}{x} \quad \text{IV 3}$$

y = altura da barra de tração do Tt em mm.

x = distância entre eixos do Tt em mm.

W<sub>e</sub> = carga estática sobre o rodado traseiro.

Os valores de W<sub>e</sub>, y e x são apresentados no Apêndice II.

.) Consumo específico de combustível - C. esp  
(ml/kW.h)

O consumo específico de combustível (C. esp) (ml/kW.h) para cada ensaio é obtido pela equação:

$$C. esp = \frac{CC (ml)}{t (s) \cdot P_b (kW)} \quad \text{IV 4}$$

onde

CC = consumo de combustível - ver Apêndice III, equação III.2.

t = tempo de duração do ensaio.

## Apêndice V

Neste Apêndice, são apresentados os quadros da análise de variância, as equações polinomiais até grau 4, bem como o coeficiente de determinação obtidos para os quatro pneus e condição de lastragem (SL e CL).

\* ANALISE DA VARIÁVEL FT KN - ARQUIVO: A/SL \*

## QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	80.2340007	80.2340007	250.81820	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	12.0653449	12.0653449	37.71728	0.00025
REGRESSAO CUBICA	1	2.7649788	2.7649788	8.64356	0.01431
REGRESSAO GRAU 4	1	0.7465832	0.7465832	2.33388	0.15512
DESVIOS DE REGR.	10	3.1988907	0.3198891		

## EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>
* Y =	6.501036 *	0.1414982 *		
* Y =	3.536596 *	0.3735054 *	-0.00342770 *	
* Y =	1.413262 *	0.6627941 *	-0.01365343 *	0.000101402 *
* Y =	-0.051082 *	0.9902637 *	-0.03453349 *	0.000590711 *

COEF. DETERMINACAO      0.8104      0.9322      0.9602      0.9677

\* ANALISE DA VARIÁVEL POT KW - ARQUIVO: A/SL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	1.0943920	1.0943920	5.86800	0.03441
REGRESSAO QUADR.	1	29.9992963	29.9992963	160.85265	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	9.0628109	9.0628109	48.59371	0.00013
REGRESSAO GRAU 4	1	2.1722767	2.1722767	11.64749	0.00668
DESVIOS DE REGR.	10	1.8650173	0.1865017		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y =	11.039442 *	-0.0165256 *		
* Y =	6.365016 *	0.3493109 *	-0.00540490 *	
* Y =	2.520834 *	0.8730525 *	-0.02391805 *	0.000183583 *
* Y =	0.023011 *	1.4316378 *	-0.05953445 *	0.001018227 *

COEF. DETERMINACAO 0.0248 0.7036 0.9086 0.9578

\* ANALISE DA VARIÁVEL RDTZ - ARQUIVO: A/SL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	1833.0855854	1833.0855854	263.97549	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	322.5431446	322.5431446	46.44818	0.00014
REGRESSAO CUBICA	1	83.2016020	83.2016020	11.98154	0.00620
REGRESSAO GRAU 4	1	21.8142267	21.8142267	3.14138	0.10410
DESVIOS DE REGR.	10	69.4415078	6.9441508		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y =	36.419391 *	0.6763368 *		
* Y =	21.092055 *	1.8759064 *	-0.01772256 *	
* Y =	9.444403 *	3.4628132 *	-0.07381632 *	0.000556246 *
* Y =	1.528983 *	5.2329297 *	-0.18668214 *	0.003201174 *

COEF. DETERMINACAO 0.7867 0.9251 0.9608 0.9702

\* ANÁLISE DA VARIÁVEL CONS.ESP - ARQUIVO: A/SL \*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	204483.8652101	204483.8652101	196.56796	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	277296.4219151	277296.4219151	266.56182	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	43246.0563888	43246.0563888	41.57193	0.00019
REGRESSAO GRAU 4	1	29007.9177904	29007.9177904	27.88497	0.00058
DESVIOS DE REGR.	10	10402.7059269	1040.2705927		

EQUACOES POLINOMIAIS

* Y =	X	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>
* Y = 632.495956 *	7.1433379 *			
* Y = 1081.908200 *	-28.0291967 *	0.51964241 *		
* Y = 1347.457894 *	-64.2083861 *	1.79849943 *	-0.012681600 *	
* Y = 1636.101729 *	-128.7574915 *	5.91426660 *	-0.109131608 *	0.0007403415 *

COEF. DETERMINACAO 0.3623 0.8536 0.9302 0.9816

\* ANÁLISE DA VARIÁVEL FT KN - ARQUIVO: B/SL \*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR.	1	170.5521798	170.5521798	609.44942	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	32.9099321	32.9099321	117.60002	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	8.3003292	8.3003292	29.66031	0.00030
REGRESSAO GRAU 4	1	0.9349828	0.9349828	3.34106	0.08972
DESVIOS DE REGR.	12	3.3581559	0.2798463		

EQUACOES POLINOMIAIS

* Y =	X	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>
* Y = 5.360702 *	0.1848839 *			
* Y = 1.773279 *	0.5072959 *	-0.00510238 *		
* Y = -0.830900 *	0.9330514 *	-0.02126758 *	0.000168132 *	
* Y = -2.217857 *	1.2671568 *	-0.04280758 *	0.000673992 *	-0.0000039021 *

COEF. DETERMINACAO 0.7894 0.9417 0.9801 0.9845

\* ANALISE DA VARIÁVEL POT KW - ARQUIVO: B/SL \*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	0.6661562	0.6661562	2.35423	0.14816
REGRESSAO QUADR.	1	51.3239549	51.3239549	181.38114	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	6.0592064	6.0592064	21.41351	0.00083
REGRESSAO GRAU 4	1	0.0158100	0.0158100	0.05587	0.81152
DESVIOS DE REGR.	12	3.3955429	0.2829619		

EQUACOES POLINOMIAIS

*	*	X	*	X^2	*	X^3	*	X^4	*
* Y =	10.448476 *		0.0115547 *						
* Y =	5.968465 *		0.4141862 *		-0.00637191 *				
* Y =	3.743459 *		0.7779508 *		-0.02018342 *		0.000143651 *		
* Y =	3.923813 *		0.7345050 *		-0.01738244 *		0.000077871 *		0.0000005074 *

COEF. DETERMINACAO            0.0108            0.8459            0.9445            0.9448

\* ANALISE DA VARIÁVEL RDT% - ARQUIVO: B/SL \*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	4011.4986156	4011.4986156	498.71579	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	898.3187424	898.3187424	111.68039	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	244.9474680	244.9474680	30.45225	0.00028
REGRESSAO GRAU 4	1	36.0889422	36.0889422	4.48663	0.05345
DESVIOS DE REGR.	12	96.5238812	8.0436568		

EQUACOES POLINOMIAIS

*	*	X	*	X^2	*	X^3	*	X^4	*
* Y =	30.248827 *		0.8966519 *						
* Y =	11.506036 *		2.5811206 *		-0.02665782 *				
* Y =	-2.640815 *		4.8939787 *		-0.11447306 *		0.000913353 *		
* Y =	-11.257655 *		6.9696989 *		-0.24829612 *		0.004056147 *		-0.0000242429 *

COEF. DETERMINACAO            0.7587            0.9286            0.9749            0.9817

## \* ANÁLISE DA VARIÁVEL CONS.ESP - ARQUIVO: B/SL \*

\*\*\*\*\*

## QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	199996.2381813	199996.2381813	88.48376	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	208495.0612751	208495.0612751	92.24387	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	1159.8759194	1159.8759194	0.51316	0.50652
REGRESSAO GRAU 4	1	760.4637752	760.4637752	0.33645	0.57831
DESVIOS DE REGR.	12	27123.1117483	2260.2593124		

## EQUACOES POLINOMIAIS

* Y =	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 644.232195 *	6.3311337 *			
* Y = 929.772167 *	-19.3311667 *	0.40612267 *		
* Y = 960.556451 *	-24.3640665 *	0.59721320 *	-0.001987503 *	
* Y = 1000.111346 *	-33.8924890 *	1.21151693 *	-0.016414239 *	0.0001112849 *

COEF. DETERMINACAO      0.4571      0.9336      0.9363      0.9380

## \* ANÁLISE DA VARIÁVEL FT KN - ARQUIVO: C/SL \*

\*\*\*\*\*

## QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	41.0564540	41.0564540	156.51552	0.00002
REGRESSAO QUADR.	1	16.4416289	16.4416289	62.67882	0.00010
REGRESSAO CUBICA	1	0.0230934	0.0230934	0.08804	0.76955
REGRESSAO GRAU 4	1	0.5386752	0.5386752	2.05354	0.18364
DESVIOS DE REGR.	9	2.3608399	0.2623155		

## EQUACOES POLINOMIAIS

* Y =	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 7.053596 *	0.1118306 *			
* Y = 3.286037 *	0.4302799 *	-0.00510614 *		
* Y = 3.491595 *	0.3998323 *	-0.00395361 *	-0.000012391 *	
* Y = 1.666917 *	0.8073061 *	-0.03001429 *	0.000609326 *	-0.0000049383 *

COEF. DETERMINACAO      0.6795      0.9516      0.9520      0.9609

\* ANALISE DA VARIÁVEL POT KW - ARQUIVO: C/SL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	2.2848412	2.2848412	12.53148	0.00642
REGRESSAO QUADR.	1	30.5012036	30.5012036	167.28742	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	0.6529277	0.6529277	3.58106	0.08858
REGRESSAO GRAU 4	1	0.0810096	0.0810096	0.44431	0.52729
DESVIOS DE REGR.	9	1.6409533	0.1823281		

EQUACOES POLINOMIAIS

*	*	X	*	X^2	*	X^3	*	X^4	*
* Y =	10.817066 *	-0.0263814 *	*		*		*		*
* Y =	5.685546 *	0.4073554 *	*	-0.00695471 *	*		*		*
* Y =	4.592538 *	0.5692534 *	*	-0.01308302 *	*	0.000065884 *	*		*
* Y =	3.884932 *	0.7272706 *	*	-0.02318928 *	*	0.000306984 *	*	-0.0000019150 *	*

COEF. DETERMINACAO            0.0650            0.9325            0.9510            0.9533

\* ANALISE DA VARIÁVEL RDTZ - ARQUIVO: C/SL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	960.6946174	960.6946174	171.38038	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	400.3679256	400.3679256	71.42250	0.00008
REGRESSAO CUBICA	1	0.0002018	0.0002018	0.00004	0.99112
REGRESSAO GRAU 4	1	13.4113096	13.4113096	2.39247	0.15400
DESVIOS DE REGR.	9	50.4506497	5.6056277		

EQUACOES POLINOMIAIS

*	*	X	*	X^2	*	X^3	*	X^4	*
* Y =	38.971065 *	0.5409570 *	*		*		*		*
* Y =	20.379447 *	2.1123956 *	*	-0.02519707 *	*		*		*
* Y =	20.360229 *	2.1152421 *	*	-0.02530482 *	*	0.000001158 *	*		*
* Y =	11.255682 *	4.1484034 *	*	-0.15533911 *	*	0.003103323 *	*	-0.0000246403 *	*

COEF. DETERMINACAO            0.6742            0.9552            0.9552            0.9646

\* ANÁLISE DA VARIÁVEL CONS.ESP - ARQUIVO: C/SL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.)F
REGRESSAO LINEAR	1	275493.1389309	275493.1389309	204.81245	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	227228.7060020	227228.7060020	168.93077	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	2538.6253607	2538.6253607	1.88731	0.20097
REGRESSAO GRAU 4	1	16100.6060304	16100.6060304	11.96983	0.00722
DESVIOS DE REGR.	9	12105.8960631	1345.0995626		

EQUACOES POLINOMIAIS

* Y =	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 630.373211 *	9.1606329 *			
* Y = 1073.286943 *	-28.2762228 *	0.60027740 *		
* Y = 1005.133118 *	-18.1811768 *	0.21815049 *	0.004108160 *	
* Y = 1320.592821 *	-88.6273425 *	4.72365497 *	-0.103377472 *	0.0008537520 *

COEF. DETERMINACAO 0.5164 0.9424 0.9471 0.9773

\* ANÁLISE DA VARIÁVEL FT KN - ARQUIVO: D/SL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.)F
REGRESSAO LINEAR	1	131.5613863	131.5613863	287.63188	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	62.2205889	62.2205889	136.03251	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	0.8486830	0.8486830	1.85547	0.19236
REGRESSAO GRAU 4	1	0.6793342	0.6793342	1.48522	0.24185
DESVIOS DE REGR.	14	6.4035301	0.4573950		

EQUACOES POLINOMIAIS

* Y =	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 5.813758 *	0.1220388 *			
* Y = 1.787224 *	0.4253630 *	-0.00384388 *		
* Y = 1.036620 *	0.5225654 *	-0.00674222 *	0.000023251 *	
* Y = -0.035299 *	0.7295242 *	-0.01766031 *	0.000230851 *	-0.0000012753 *

COEF. DETERMINACAO 0.6522 0.9607 0.9649 0.9683

\* ANALISE DA VARIÁVEL POT KW - ARQUIVO: D/SL \*  
 \*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	4.4177040	4.4177040	8.32043	0.01162
REGRESSAO QUADR.	1	107.0574031	107.0574031	201.63508	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	11.0907933	11.0907933	20.88873	0.00066
REGRESSAO GRAU 4	1	1.5684730	1.5684730	2.95411	0.10465
DESVIOS DE REGR.	14	7.4332485	0.5309463		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y =	9.837668 *	-0.0223631 *		
* Y =	4.555981 *	0.3755134 *	-0.00504209 *	
* Y =	1.842545 *	0.7269004 *	-0.01551960 *	0.000084051 *
* Y =	0.213778 *	1.0413715 *	-0.03210949 *	0.000399497 *

COEF. DETERMINACAO      0.0336      0.8473      0.9316      0.9435

\* ANALISE DA VARIÁVEL RDTX - ARQUIVO: D/SL \*  
 \*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	3166.2680417	3166.2680417	275.99570	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	1541.9891206	1541.9891206	134.41135	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	42.9956120	42.9956120	3.74782	0.07058
REGRESSAO GRAU 4	1	22.6684832	22.6684832	1.97596	0.17911
DESVIOS DE REGR.	14	160.6103010	11.4721644		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y =	32.426923 *	0.5986978 *		
* Y =	12.381975 *	2.1087103 *	-0.01913565 *	
* Y =	7.039404 *	2.8005675 *	-0.03976515 *	0.000165490 *
* Y =	0.847394 *	3.9960782 *	-0.10283419 *	0.001364709 *

COEF. DETERMINACAO      0.6417      0.9541      0.9629      0.9675

## \* ANALISE DA VARIÁVEL CONS.ESP - ARQUIVO: D/SL \*

\*\*\*\*\*

## QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	2221701.9985441	2221701.9985441	187.44790	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	2406305.8893488	2406305.8893488	203.02318	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	13390.6808375	13390.6808375	1.12979	0.30648
REGRESSAO GRAU 4	1	66407.4931861	66407.4931861	5.60289	0.03127
DESVIOS DE REGR.	14	165933.1859716	11852.3704265		

## EQUACOES POLINOMIAIS

* Y =	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 500.018453 *	15.8590329 *			
* Y = 1291.862576 *	-43.7916359 *	0.75592392 *		
* Y = 1197.570223 *	-31.5819157 *	0.39185983 *	0.002920530 *	
* Y = 1532.720284 *	-96.2888445 *	3.80546711 *	-0.061987086 *	0.0003987194 *
COEF. DETERMINACAO	0.4559	0.9496	0.9523	0.9660

## \* ANALISE DA VARIÁVEL FT KN - ARQUIVO: A/CL \*

\*\*\*\*\*

## QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	190.1428495	190.1428495	694.12025	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	27.6502426	27.6502426	100.93776	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	0.4700718	0.4700718	1.71601	0.21520
REGRESSAO GRAU 4	1	0.2338984	0.2338984	0.85385	0.62169
DESVIOS DE REGR.	11	3.0132695	0.2739336		

## EQUACOES POLINOMIAIS

* Y =	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 7.092168 *	0.1973653 *			
* Y = 3.956922 *	0.5097705 *	-0.00517016 *		
* Y = 3.463921 *	0.6028984 *	-0.00906311 *	0.000043635 *	
* Y = 3.060058 *	0.7298698 *	-0.01861116 *	0.000292904 *	-0.0000020928 *
COEF. DETERMINACAO	0.8584	0.9832	0.9853	0.9864

\* ANÁLISE DA VARIÁVEL POT KW - ARQUIVO: A/CL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	2.8031548	2.8031548	8.16922	0.01500
REGRESSAO QUADR.	1	75.6509493	75.6509493	220.46916	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	3.1723631	3.1723631	9.24520	0.01095
REGRESSAO GRAU 4	1	0.1909071	0.1909071	0.55636	0.52285
DESVIOS DE REGR.	11	3.7744982	0.3431362		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 11.723287 *	0.0239637 *			
* Y = 6.537324 *	0.5407083 *	-0.00855188 *		
* Y = 5.256595 *	0.7826381 *	-0.01866508 *	0.000113355 *	
* Y = 4.891730 *	0.8973486 *	-0.02729113 *	0.000338554 *	-0.0000018907 *

COEF. DETERMINACAO -0.0328 0.9166 0.9537 0.9559

\* ANÁLISE DA VARIÁVEL RDT Z - ARQUIVO: A/CL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	3069.2534550	3069.2534550	688.07321	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	507.1743720	507.1743720	113.69967	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	15.4186366	15.4186366	3.45659	0.08726
REGRESSAO GRAU 4	1	4.1262725	4.1262725	0.92504	0.64092
DESVIOS DE REGR.	11	49.0671454	4.4606496		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 33.343285 *	0.7929527 *			
* Y = 19.915608 *	2.1309257 *	-0.02214282 *		
* Y = 17.092100 *	2.6642863 *	-0.04443848 *	0.000249904 *	
* Y = 15.395814 *	3.1975859 *	-0.08454178 *	0.001296872 *	-0.0000087901 *

COEF. DETERMINACAO 0.8420 0.9812 0.9854 0.9865

\* ANALISE DA VARIÁVEL CONS.ESP - ARQUIVO: A/CL \*  
 \*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	159914.0061474	159914.0061474	313.27386	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	230347.9029880	230347.9029880	451.25489	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	5946.3168148	5946.3168148	11.64892	0.00588
REGRESSAO GRAU 4	1	10673.5951009	10673.5951009	20.90973	0.00107
DESVIOS DE REGR.	11	5615.0680982	510.4607362		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 627.339805 *	5.7236642 *			
* Y = 913.503370 *	-22.7905132 *	0.47189603 *		
* Y = 968.951902 *	-33.2647385 *	0.90974204 *	-0.004907657 *	
* Y = 1055.225057 *	-60.3883618 *	2.94939607 *	-0.058156468 *	0.0004470661 *

COEF. DETERMINACAO 0.3877 0.9461 0.9605 0.9864

\* ANALISE DA VARIÁVEL FT KN - ARQUIVO: B/CL \*  
 \*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	110.9521113	110.9521113	176.87802	0.00002
REGRESSAO QUADR.	1	32.9555225	32.9555225	52.53715	0.00024
REGRESSAO CUBICA	1	8.9626711	8.9626711	14.28814	0.00560
REGRESSAO GRAU 4	1	0.8310049	0.8310049	1.32477	0.28297
DESVIOS DE REGR.	8	5.0182430	0.6272804		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 7.451384 *	0.1763374 *			
* Y = 2.139111 *	0.6204873 *	-0.00672929 *		
* Y = -4.663809 *	1.5024140 *	-0.03692721 *	0.000294684 *	
* Y = -9.018057 *	2.2675697 *	-0.08004692 *	0.001245980 *	-0.0000071063 *

COEF. DETERMINACAO 0.6990 0.9067 0.9631 0.9684

\* ANÁLISE DA VARIÁVEL POT KW - ARQUIVO: B/CL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	0.0034863	0.0034863	0.00451	0.94666
REGRESSAO QUADR.	1	61.9433323	61.9433323	80.18528	0.00010
REGRESSAO CUBICA	1	13.3341191	13.3341191	17.26094	0.00351
REGRESSAO GRAU 4	1	1.1188331	1.1188331	1.44832	0.26269
DESVIOS DE REGR.	8	6.1800205	0.7725026		

EQUACOES POLINOMIAIS

*	*	X	*	X^2	*	X^3	*	X^4	*
* Y =	12.533891 *	-0.0009885 *	*		*		*		*
* Y =	5.250837 *	0.6079350 *	*	-0.00922576 *	*		*		*
* Y =	-3.046883 *	1.6836469 *	*	-0.04605905 *	*	0.000359434 *	*		*
* Y =	-8.099240 *	2.5714786 *	*	-0.09609206 *	*	0.001463251 *	*	-0.0000082456 *	*

COEF. DETERMINACAO      0.0000                      0.7501                      0.9116                      0.9252

\* ANÁLISE DA VARIÁVEL RDT % - ARQUIVO: B/CL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	1797.8498838	1797.8498838	168.24018	0.00003
REGRESSAO QUADR.	1	563.3297937	563.3297937	52.71558	0.00023
REGRESSAO CUBICA	1	163.2886292	163.2886292	15.28031	0.00475
REGRESSAO GRAU 4	1	17.5367646	17.5367646	1.64106	0.23497
DESVIOS DE REGR.	8	85.4896799	10.6862100		

EQUACOES POLINOMIAIS

*	*	X	*	X^2	*	X^3	*	X^4	*
* Y =	34.828357 *	0.7098283 *	*		*		*		*
* Y =	12.865056 *	2.5461418 *	*	-0.02782186 *	*		*		*
* Y =	-16.172134 *	6.3105071 *	*	-0.15671695 *	*	0.001257811 *	*		*
* Y =	-36.174719 *	9.8254859 *	*	-0.35480063 *	*	0.005627887 *	*	-0.0000326449 *	*

COEF. DETERMINACAO      0.6842                      0.8986                      0.9608                      0.9675

\* ANÁLISE DA VARIÁVEL CONS.ESP - ARQUIVO: B/CL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	192465.2206096	192465.2206096	72.49016	0.00012
REGRESSAO QUADR.	1	150335.1036517	150335.1036517	56.62226	0.00020
REGRESSAO CUBICA	1	21347.0753367	21347.0753367	8.04017	0.02125
REGRESSAO GRAU 4	1	3496.7459751	3496.7459751	1.31702	0.28431
DESVIOS DE REGR.	8	21240.4243072	2655.0530384		

EQUACOES POLINOMIAIS

* Y =	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 594.682782 *	7.3443393 *			
* Y = 953.477842 *	-22.6538928 *	0.45450123 *		
* Y = 1285.483746 *	-65.6949557 *	1.92826403 *	-0.014381575 *	
* Y = 1567.934951 *	-115.3290391 *	4.72535121 *	-0.076090261 *	0.0004609694 *

COEF. DETERMINACAO 0.4949 0.8815 0.9364 0.9454

\* ANÁLISE DA VARIÁVEL FT KN - ARQUIVO: C/CL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	102.7701971	102.7701971	2600.83175	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	13.4703290	13.4703290	340.89707	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	0.8691723	0.8691723	21.99637	0.00191
REGRESSAO GRAU 4	1	0.0030716	0.0030716	0.07773	0.78273
DESVIOS DE REGR.	8	0.3161149	0.0395144		

EQUACOES POLINOMIAIS

* Y =	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 7.720516 *	0.1947108 *			
* Y = 3.594827 *	0.5380623 *	-0.00556953 *		
* Y = 1.997323 *	0.7815102 *	-0.01526828 *	0.000110084 *	
* Y = 2.168960 *	0.7420894 *	-0.01261592 *	0.000042521 *	0.0000005774 *

COEF. DETERMINACAO 0.8752 0.9899 0.9973 0.9973

## \* ANALISE DA VARIÁVEL POT KW - ARQUIVO: C/CL \*

\*\*\*\*\*

## QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	0.4311705	0.4311705	9.67485	0.01411
REGRESSAO QUADR.	1	33.4788297	33.4788297	751.21739	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	2.2210773	2.2210773	49.83782	0.00027
REGRESSAO GRAU 4	1	0.0777087	0.0777087	1.74367	0.22187
DESVIOS DE REGR.	8	0.3565288	0.0445661		

## EQUACOES POLINOMIAIS

*	*	X	*	X^2	*	X^3	*	X^4	*
* Y =	12.586342 *	0.0126119 *	*		*		*		*
* Y =	6.082163 *	0.5539082 *	*	-0.00878041 *	*		*		*
* Y =	3.528457 *	0.9430742 *	*	-0.02428444 *	*	0.000175975 *	*		*
* Y =	2.665147 *	1.1413553 *	*	-0.03762545 *	*	0.000515805 *	*	-0.0000029040 *	*

COEF. DETERMINACAO      0.0118              0.9274              0.9881              0.9902

## \* ANALISE DA VARIÁVEL RDT % - ARQUIVO: C/CL \*

\*\*\*\*\*

## QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	1612.8266728	1612.8266728	2706.49111	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	244.5417113	244.5417113	410.36646	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	19.3782053	19.3782053	32.51865	0.00072
REGRESSAO GRAU 4	1	0.0063937	0.0063937	0.01073	0.91670
DESVIOS DE REGR.	8	4.7672846	0.5959106		

## EQUACOES POLINOMIAIS

*	*	X	*	X^2	*	X^3	*	X^4	*
* Y =	36.274455 *	0.7713478 *	*		*		*		*
* Y =	18.695875 *	2.2342874 *	*	-0.02373046 *	*		*		*
* Y =	11.152844 *	3.3837897 *	*	-0.06952561 *	*	0.000519789 *	*		*
* Y =	10.905211 *	3.4406649 *	*	-0.07335236 *	*	0.000617266 *	*	-0.0000008330 *	*

COEF. DETERMINACAO      0.8572              0.9872              0.9975              0.9975

\* ANALISE DA VARIÁVEL CONS.ESP - ARQUIVO: C/CL \*

\*\*\*\*\*  
QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	83549.8043703	83549.8043703	234.32217	0.00002
REGRESSAO QUADR.	1	70489.3312548	70489.3312548	197.69302	0.00002
REGRESSAO CUBICA	1	1553.7779820	1553.7779820	4.35770	0.06826
REGRESSAO GRAU 4	1	1249.1444220	1249.1444220	3.50333	0.09588
DESVIOS DE REGR.	8	2852.4763430	356.5595429		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 621.997195 *	5.5517398 *			
* Y = 920.445436 *	-19.2859741 *	0.40289458 *		
* Y = 987.988240 *	-29.5791064 *	0.81296378 *	-0.004654408 *	
* Y = 1097.444514 *	-54.7183727 *	2.50441788 *	-0.047740118 *	0.0003481914 *

COEF. DETERMINACAO 0.5232 0.9646 0.9743 0.9821

\* ANALISE DA VARIÁVEL FT KN - ARQUIVO: D/CL \*

\*\*\*\*\*  
QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	249.2269839	249.2269839	1330.79539	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	16.8423116	16.8423116	89.93276	0.00002
REGRESSAO CUBICA	1	1.6292496	1.6292496	8.49969	0.01281
REGRESSAO GRAU 4	1	0.1518644	0.1518644	0.81091	0.60938
DESVIOS DE REGR.	11	2.0600438	0.1872767		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 4.892372 *	0.2302825 *			
* Y = 1.930399 *	0.4917728 *	-0.00408226 *		
* Y = 0.297765 *	0.7318377 *	-0.01285704 *	0.000089632 *	
* Y = 1.197745 *	0.5392596 *	-0.00068314 *	-0.000198079 *	0.0000022504 *

COEF. DETERMINACAO 0.9234 0.9858 0.9918 0.9924

\* ANALISE DA VARIÁVEL POT KW - ARQUIVO: D/CL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	16.2873806	16.2873806	59.67755	0.00005
REGRESSAO QUADR.	1	56.5837538	56.5837538	207.32491	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	3.7474380	3.7474380	13.73075	0.00370
REGRESSAO GRAU 4	1	0.0281108	0.0281108	0.10300	0.75175
DESVIOS DE REGR.	11	3.0021539	0.2729231		

EQUACOES POLINOMIAIS

*	*	X	*	X^2	*	X^3	*	X^4	*
* Y =	9.510926 *	0.0588693 *	*		*		*		*
* Y =	4.081848 *	0.5381619 *	-0.00748248 *		*		*		*
* Y =	1.605782 *	0.9022463 *	-0.02079039 *	0.000135936 *			*		*
* Y =	1.992987 *	0.8193919 *	-0.01555272 *	0.000012152 *	0.0000009682 *		*		*
COEF. DETERMINACAO	0.2045	0.9149	0.9620	0.9623					

\* ANALISE DA VARIÁVEL RDT Z - ARQUIVO: D/CL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	4100.3211217	4100.3211217	1244.80898	0.00001
REGRESSAO QUADR.	1	341.2724578	341.2724578	103.60628	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	36.2190325	36.2190325	10.99567	0.00690
REGRESSAO GRAU 4	1	1.9475458	1.9475458	0.59125	0.53629
DESVIOS DE REGR.	11	36.2332959	3.2939360		

EQUACOES POLINOMIAIS

*	*	X	*	X^2	*	X^3	*	X^4	*
* Y =	24.166901 *	0.9340546 *	*		*		*		*
* Y =	10.833810 *	2.1111333 *	-0.01837598 *		*		*		*
* Y =	3.136067 *	3.2430205 *	-0.05974841 *	0.000422606 *			*		*
* Y =	6.358979 *	2.5533802 *	-0.01615250 *	-0.000607711 *	0.0000080590 *		*		*
COEF. DETERMINACAO	0.9080	0.9835	0.9915	0.9920					

\* ANALISE DA VARIÁVEL CONS.ESP - ARQUIVO: D/CL \*

\*\*\*\*\*

QUADRO DA ANALISE DE VARIANCIA

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSAO LINEAR	1	80704.0752815	80704.0752815	58.15225	0.00006
REGRESSAO QUADR.	1	205803.4927518	205803.4927518	148.29408	0.00001
REGRESSAO CUBICA	1	26092.7773074	26092.7773074	18.80145	0.00147
REGRESSAO GRAU 4	1	7103.1393126	7103.1393126	5.11825	0.04301
DESVIOS DE REGR.	11	15265.8721350	1387.8065577		

EQUACOES POLINOMIAIS

	X	X^2	X^3	X^4
* Y = 702.741602 *	4.1439171 *			
* Y = 1030.162643 *	-24.7616338 *	0.45125933 *		
* Y = 1236.774461 *	-55.1421313 *	1.56171898 *	-0.011342999 *	
* Y = 1431.413416 *	-96.7910741 *	4.19457489 *	-0.073566235 *	0.0004867021 *

COEF. DETERMINACAO	0.2409	0.8553	0.9332	0.9544
--------------------	--------	--------	--------	--------