

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CAMPUS II

PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - DEAg

ÁREA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

ORIENTADOR: Prof. Dr. ÍTALO ATAÍDE NOTARO

ALUNA: MARINEIDE JUSSARA DINIZ

MATRÍCULA: 881.1128-7

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AUXILIAR NO PROJETO DA
MECANIZAÇÃO**

CAMPINA GRANDE, JULHO/1997



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

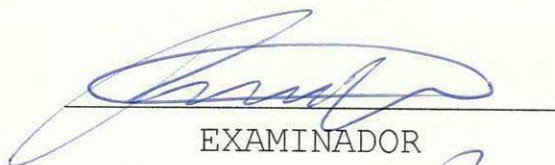
PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AUXILIAR NO PROJETO DA
MECANIZAÇÃO

MARINEIDE JUSSARA DINIZ

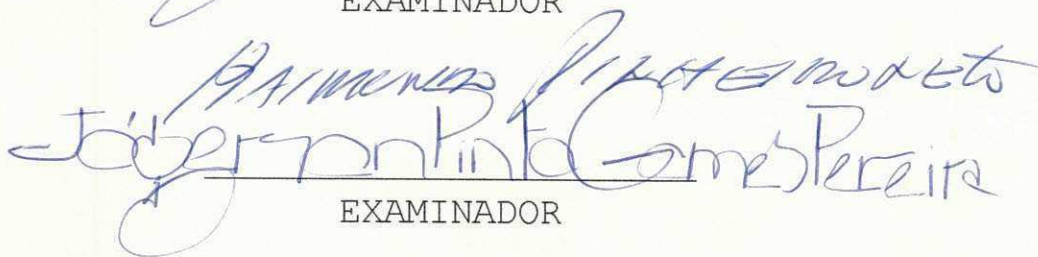
Relatório de estágio
supervisionado, aprovado
em: 23 / 07 / 97



ÍTALO ATAÍDE NOTARO
ORIENTADOR



EXAMINADOR



EXAMINADOR

CAMPINA GRANDE - PB

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	IV
LISTA DE EQUAÇÕES	V
RESUMO	VI
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3. METODOLOGIA	9
3.1. Cálculo da Força de Tração	9
3.2. Resistência ao rolamento do trator (R_r)	10
3.3. Cálculo das perdas	12
3.3.1. Resistência à declividade do terreno (R_d) ...	12
3.3.2. Resistência à altitude do terreno (R_a)	13
3.3.3. Resistência à condição superficial do solo (R_s)	15
3.3.4. Resistência ao cisalhamento (R_c)	17
3.4. Arado	19
3.5. Demais implementos agrícolas.....	22
3.6. Capacidade de campo	25
3.7. Condições de patinamento	29
3.8. Condições de equilíbrio estático	30
3.8.1. Transferência de peso	31
4. DESENVOLVIMENTO	33
4.1. Considerações sobre o programa computacional	33
5. CONCLUSÕES	35
6. SUGESTÕES	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
APÊNDICE	39

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
1. Esforço tratório em kgf por tonelada bruta necessária para tracionar máquinas	11
2. Declividade em kgf/ton de acordo com a porcentagem do declive	13
3. Porcentagens de perda na tração	14
4. Perda de tração em kg/ton de peso do trator	15
5. Características dimensionais e ponderais para uso agrícola	18
6. Alguns valores encontrados para os parâmetros c e ϕ .	19
7. Resistência oferecida pelos diversos tipos de solo ..	20
8. Resistência do solo em kgf/m de largura de trabalho .	24

LISTA DE EQUAÇÕES

Equações	Página
Força de Tração (FT)	09
Resistência ao Rolamento (Rr)	10
Resistência à declividade do terreno (Rd)	12
Resistência à altitude do terreno (Ra)	14
Resistência à condição superficial do solo (Rs)	15
Total das perdas (Tdp)	16
Força de tração disponível (Ftd)	16
Resistência ao cisalhamento (Rc)	17
Resistência total do solo ao corte (Rta)	19
Fator resistência por declividade (Frd)	21
Fator resistência por condições de solo (Frs)	21
Força de tração do arado na barra de tração (Q)	22
Resistência total do implemento (Q)	22
Fator resistência do solo (Frl)	23
Fator resistência à declividade (Fri)	24
Fator resistência à condição superficial de solo (Frc) ..	25
Capacidade de campo teórica para arado (Cct)	26
Capacidade de campo real para arado (Ccr)	26
Capacidade de campo teórica para os demais implementos (Cct)	27
Número de passadas (np)	27
Eficiência de percurso (Ep)	28
Capacidade de campo real para os demais implementos (Cct)	28
Soma das forças contrárias (S)	29
Transferência de peso (TSP)	31

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi a criação de um programa computacional, que agiliza e aumenta a precisão no dimensionamento de operações agrícolas mecanizadas, utilizando a linguagem de programação "Pascal".

Foram utilizados dados sobre tratores e implementos agrícolas tipo de solo e condições operacionais, criando um programa de geração de dados contendo todas as informações que, serão utilizados no programa computacional.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, considerando os recursos computacionais e metodologia para dimensionamento da mecanização disponível.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura constitui um dos maiores e mais antigos ramos de atividade humana no mundo, desde que seus produtos, tanto de origem vegetal como animal, são básicos para a alimentação e vestuário do homem.

A produção de alimentos tem sido, ao longo dos tempos, uma das preocupações básicas da humanidade. Para realizar essa tarefa, visando obter o máximo de rendimento útil com um mínimo de dispêndio de energia, tempo e dinheiro. Sendo assim, os estudos nesta área, tem se voltado para a racionalização das operações agrícolas.

Para a racionalização da mecanização agrícola é necessário caracterizar as operações agrícolas a serem realizadas, a maneira de executá-las, ordená-las cronologicamente em função das condições climáticas, das fases de desenvolvimento das plantas. A partir destes dados selecionar as máquinas, implementos e ferramentas que executem, da melhor maneira e no tempo estabelecido, as operações agrícolas programadas.

A definição das operações requeridas para obtenção de um produto agrícola e sua ordenação cronológica constituem um dos principais objetivos da análise operacional, que procura desenvolver técnicas de previsão, planejamento, controle, coordenação das atividades, visando obter o máximo de rendimento útil de todos os recursos disponíveis, com o mínimo de dispêndio.

A seleção de máquinas agrícolas é um assunto bastante complexo devido ao elevado número de fatores envolvidos e de alternativas a considerar. Portanto tem se procurado executá-los através de ferramentas mais acessíveis e mais rápidas.

O objetivo do presente trabalho foi estudar e selecionar métodos de dimensionamento de maquinaria agrícola, e desenvolver um programa computacional para auxiliar no projeto da mecanização agrícola, além de dotar a área de máquinas agrícolas do DEAg de material didático.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Mecanização Agrícola, segundo STONE (1966), tem produzido efeitos de largo alcance na agricultura, tornando-a mais eficiente e mais produtiva, e os projetistas têm se dado conta da dependência que existe entre a produção e as máquinas.

MIALHE (1974) afirma que a Mecanização Agrícola, tem por objetivo fundamental racionalizar a utilização das máquinas, estudando-as de maneira aplicada.

A seleção de máquinas agrícolas é um processo metódico de escolha de tratores e implementos que possam desenvolver o máximo de rendimento útil com um mínimo de dispêndio, quando colocados sob as condições impostas pelo programa de produção (MIALHE, 1974).

De acordo com BARGER et al. (1963), uma das variáveis mais importantes na mecanização é o coeficiente de tração, que é definido como a relação entre a carga dinâmica atuante no dispositivo de tração.

Segundo Maliverne, citado por MIALHE (1974), é racional o sistema de organização que, em determinadas

condições de ambiente, meios e pessoas, atinge mais facilmente e, portanto, mais economicamente, os objetivos a que se aplica.

A dinâmica do solo pode ser definida como a relação entre as forças que são aplicadas e a resultante reação do solo. Por este motivo ela pode ser considerada uma combinação da ciência do solo e da mecânica (BALASTREIRE (1987)).

GALETI (1981), afirma que mecanizar as operações agrícolas é permitir o aumento da área cultivada, imprimir rapidez às operações e permitir uma melhor qualidade aos trabalhos. Algumas operações conseguiram extraordinário avanço em termos de mecanização, existindo praticamente um equipamento para cada situação. As indústrias de máquinas, implementos e ferramentas, além do contínuo aperfeiçoamento, estão atentas e de pronto respondem às solicitações do meio rural. Por isso, a cada dia temos um novo equipamento no mercado.

A mecanização agrícola, segundo BARGER et al. (1963), tem duas grandes metas, aumentar a produtividade por agricultor e modificar a feição do trabalho agrário, tornando-o menos árduo e mais atraente.

O trator agrícola é uma máquina autopropelida provida de meios que, além de lhe conferirem apoio estável

sobre uma superfície horizontal e impenetrável, capacitam-no a tracionar, transportar e fornecer potência mecânica, para movimentar os órgãos ativos de máquinas e implementos agrícolas (MIALHE 1980).

No trator agrícola a energia interna do combustível é transformada em energia mecânica no motor. O trabalho mecânico desenvolvido no motor é aplicado no acionamento de máquinas e implementos através do Sistema Hidráulico, da Tomada de Potência (TDP) e da Barra de Tração (MIALHE, 1974).

STONE (1966) afirma que o trator é a máquina mais importante dos equipamentos agrícolas, pois a pontualidade e a terminação satisfatória das operações de campo dependem dele, na realidade, o aumento de números de tratores é um bom índice de nosso progresso em mecanização agrícola.

Conforme MIALHE (1980) o desempenho dos tratores e o deslocamento dos veículos autopropelidos em geral, sobre terreno agrícola, verifica-se quando o solo apresenta resistência suficiente para suportar o peso do trator, oferece uma limitada resistência ao rolamento e resiste suficientemente ao empuxo dos órgãos propulsores.

As condições de superfície do solo, segundo SAAD (1983), influem de maneira notável sobre a força de

tração. Assim é que nos solos cheios de torrões, lamacentos, ou macios, oferecem uma resistência maior as rodas que em um terreno firme. O rodado também tem influência quer ele seja de ferro ou pneumático, e o seu diâmetro também tem influência.

A barra de tração é usada em veículos e máquinas tracionadas e também para arrastar cargas. Ela é uma parte importante do sistema de transmissão de força. Seu modelo, localização e ajuste afetam a eficiência do trator e dos equipamentos de tração. Quando a barra de tração é ajustada adequadamente, o trator tracionará com eficiência e a máquina tracionada estará em uma boa posição de trabalho. Acima de tudo, a barra de tração proporciona um ponto de tração mais seguro. Deve-se sempre utilizá-la para puxar cargas. Muitos acidentes têm resultado da conexão de máquinas ou cargas pesadas em outros pontos que não na barra de tração. Alguns acidentes têm sido causados pelo ajuste impróprio da barra de tração.

Um dos fatores que afetam a tração de um equipamento de rodas, é a resistência ao rolamento, ou a transferência causada pelas rodas que se afundam no solo sobre o qual está operando, ou pela terra que amontoa na frente das mesmas (SAAD 1983).

Segundo BALASTREIRE (1987), a eficiência tratória (ET) é definida como a relação entre a potência na barra de tração e a potência entregue na transmissão final. Esta eficiência é uma medida da transformação do conjugado da transmissão final em tração linear na barra. A eficiência tratória é reduzida devido ao fato de existir perdas no sistema de direção, resistência ao rolamento, deslizamento, atrito e deflexão do dispositivo de tração.

A resistência ao rolamento é considerada como a resistência passiva que se opõe ao movimento dos rodados dos tratores e tem origem na deformação provocada no solo pelo próprio rodado (MIALHE 1980).

Rendimento operacional é a relação entre as capacidades operacionais da mesma natureza. É um parâmetro que indica as perdas provenientes do não aproveitamento integral da capacidade operacional da maquinaria (MIALHE 1974).

Um grande número de operações agrícolas, segundo GALETI (1981), encarece a cultura e também pode favorecer a erosão dos solos. Assim sendo, quanto mais se reduzir o número de operações, mais barata fica a cultura e menos exposto à danificações fica o solo.

SCHMITZ (1986), afirma que a linguagem de programação PASCAL ocupa posição de destaque entre as

linguagens de grande uso pela comunidade de informática. A ela estão associados os conceitos e técnicas de programação estruturada que são aceitos como boa prática no desenvolvimento de programas. Por isso é cada vez maior o número de computadores que suportam essa linguagem difundindo ainda mais o seu uso.

3. METODOLOGIA

3.1. Cálculo da Força de Tração

A tração tem sido definida, em termos genéricos, como a força proveniente da interação entre um dispositivo de autopropulsão, tal como roda, esteira ou outro dispositivo qualquer (semi-esteira, hélice, etc.), de mesmo efeito, e o meio no qual age esse dispositivo.

A Força de Tração desenvolvida pelo trator, pode ser calculada pela seguinte expressão, extraída de MIALHE (1980).

$$FT = \left(\frac{T * M * TCP * TRF}{D} \right) * 2$$

em que:

FT = Força de Tração, kgf

T = Torque máximo no motor, mkgf;

M = Relação de transmissão da caixa de mudança de marcha;

TCP= Relação de transmissão na coroa pinhão do diferencial;

TRF= Relação de transmissão na redução final;

D = Diâmetro do pneu motriz, na banda de rodagem, tabela 5.

3.2. Resistência ao rolamento do trator (**R_r**)

A resistência ao rolamento é aqui considerada como a resistência passiva que se opõe ao movimento dos rodados dos tratores e tem origem na deformação provocada no solo pelo próprio rodado.

A resistência ao rolamento do trator foi calculada através da equação retirada de SAAD (1983).

$$\boxed{R_r = K * W}$$

onde:

R_r = resistência ao rolamento do trator, kgf;

K = coeficiente de resistência ao rolamento;
retirado da tabela 1;

W = peso total do trator, ton.

Os valores do coeficiente de resistência ao rolamento (K), podem ser encontrados na Tabela 1, extraída de SAAD (1983), onde são mostrados em função do tipo de superfície e do tipo de rodado.

Tabela 1. Esforço tratório em kgf por tonelada bruta necessária para tracionar máquinas (SAAD, 1983).

Tipo de superfície	Pneus de alta pressão e mancais antifricção	Pneus de baixa pressão e mancais antifricção	Esteira
Concreto liso	15,87	15,87	24,94
Asfalto	27,21	31,75	31,75
Estrada de terra seca e poeirenta	45,36	36,28	36,28
Terreno sem arar	68,03	54,43	45,36
Terreno arado, seco	86,18	68,03	54,43
Estrada de terra lamacenta	99,78	81,64	63,50
Areia solta	122,46	108,86	77,11
Estrada muito lamacenta	158,75	145,14	102,05

3.3. Cálculo das Perdas

3.3.1. Resistência a declividade do terreno

Com o fim de facilitar a determinação da resistência a declividade utilizou-se a seguinte expressão, extraída de SAAD (1983), através da qual, obtém -se com facilidade a perda de tração do trator, levando-se em consideração o seu peso e o da máquina ou implemento utilizado.

$$Rd = W * dec$$

onde:

Rd = resistência a declividade do solo, kgf;

W = peso do equipamento, ton;

dec= coeficiente da declividade;

Para determinação da resistência à declividade, retira-se da tabela 2, os valores do coeficiente de declividade, SAAD (1983).

Tabela 2. Declividade em kgf/ton de acordo com a porcentagem do declive (SAAD,1983).

Declividade	Valor do ângulo de declividade	Perda de tração em kgf/ton
1%	-	9,06
2%	1°	18,14
3%	-	27,21
4%	-	36,28
5%	2°	45,35
6%	-	54,43
7%	-	63,50
8%	-	72,54
9%	-	81,64
10%	5°	92,72
15%	8°	134,16
20%	11°	177,80
25%	14°	219,89
50%	26°	405,96
75%	36°	542,49
100%	45°	635,93

3.3.2. Resistência a Altitude do terreno (Ra)

Para determinar a resistência a altitude do terreno, utilizou-se a expressão matemática retirada de SAAD (1983), que afirma que a perda por altitude é um fator de grande importância que deve ser observado, quando o terreno está localizado em regiões de altitude elevada.

$$Ra = Alt * FT$$

onde:

Ra = Resistência a altitude do solo, kgf;

Alt= coeficiente de altitude;

FT = Força de tração, kgf.

O coeficiente de altitude pode ser obtido da tabela 3, extraída de SAAD (1983).

Tabela 3. Porcentagens de perda na tração (SAAD,1983).

Altitude em metros	Motor com carburador	Motor diesel
330	5%	1%
660	12%	2%
1000	16%	4%
1300	22%	7%
1600	25%	10%
2000	30%	14%
2300	35%	18%
2600	38%	23%
3000	43%	27%
3300	46%	34%

3.3.3. Resistência a condição superficial do solo (Rs)

Para determinar a resistência a condição superficial do solo, utilizou-se a expressão matemática extraída de SAAD (1983), que afirma que nos solos cheios de torrões, ou lamacentos, ou macios, oferecem uma resistência maior ao rodado que em um terreno firme.

$$R_s = W * s_o$$

onde:

Rs = resistência a condição superficial do solo, kgf;

W = peso do equipamento, ton;

so = coeficiente da condição superficial do solo, retirado da tabela 4.

Tabela 4. Perda de tração em kg/ton de peso do trator
(SAAD, 1983).

Classificação do solo	so (kg)
Solo firme e liso	0
Solo regular	21,68
Solo ruim	45,36

Para determinação do total das perdas (Tdp), extraiu-se a seguinte expressão matemática de SAAD (1983).

$$Tdp = Rd + Ra + Rs$$

em que:

Rd = resistência a declividade, kgf;

Ra = resistência à altitude, kgf;

Rs = resistência a condição superficial do solo, kgf.

Tdp = total das perdas, kgf.

A Força de Tração disponível, ou a força líquida que o trator pode desenvolver, é determinada pela expressão fornecida por SAAD (1983).

$$Ftd = FT - Tdp$$

onde:

FT = força de tração, kgf;

Tdp = total das perdas, kgf.

Ftd = força de tração disponível, kgf.

3.3.4. Resistência ao Cisalhamento (R_c)

A resistência ao cisalhamento oferecida por um corpo depende da maneira como se vinculam suas partículas componentes. Quanto mais fortemente vinculadas, maior sua resistência, e vice-versa.

A equação extraída de MIALHE (1980), expressa a relação fundamental entre a força de tração potencial do solo R_c , para um trator de peso W , com área de contato dos rodados A_r , e constantes do solo c e ϕ .

$$R_c = A_r * c + W * \left(\frac{\text{sen } \phi}{\text{cos } \phi} \right)$$

em que:

R_c = resistência ao cisalhamento, kgf;

A_r = área de contato dos rodados, cm^2 ;

c = coeficiente de coesão do solo, kgf/cm^2 ;

ϕ = carga normal, kgf/cm^2 ;

W = peso do equipamento, kg.

As constantes A_r , c e ϕ poderão ser encontradas na tabela 5 (A_r) e tabela 6 (c e ϕ).

Tabela 5. Características dimensionais e ponderais para uso agrícola, MIALHE (1980).

Tamanho do pneu	Diâmetro (mm)	Área de contato pneu-solo
9,00-16	891	1.130
9,00-20	1.035	1.330
10,00-20	1.070	1.500
11,00-20	1.100	1.620
18,4/15-26	1.450	3.390
23,1/18-26	1.605	4.710
14,9/13-30	1.415	2.680
16,9/14-30	1.485	3.190
18,4/15-34	1.650	3.850
12,4/11-36	1.465	2.310
13,00-24	1.300	2.240
14,00-24	1.360	2.550
16,00-24	1.475	3.210
18,00-25	1.610	4.030
17,5/16-25	1.345	2.990

Tabela 6. Alguns valores encontrados para os parâmetros c e ϕ , MIALHE (1980).

Tipo de terreno	c		ϕ
Areia seca	0,0	kgf/cm ²	35°-37°
Limbo (silte)	0,1-0,3	kgf/cm ²	30°-35°
Argila	0,05-0,5	kgf/cm ²	16°-28°
Argilo-arenoso	0,2-0,5	kgf/cm ²	26°-30°
Argilo-orgânico	0,05-0,5	kgf/cm ²	12°-18°
Arenoso (arado e gradeado 16 dias antes)	0,7	psi	20°00'
Arenoso fino (arado 5 dias antes)	1,02	psi	20°30'
Arenoso fino (não arado)	1,63	psi	42°30'

3.4. Arado

Para calcular a resistência que o solo oferece ao corte pelo arado, empregou-se a seguinte fórmula extraída de SAAD (1983).o produto de N por L nos dará a largura total de operação da máquina, em geral a largura de corte de uma aiveca ou de um disco é indicada pelo fabricante da máquina.

$$Rta = N * L * P * R$$

em que

R_{ta} = resistência total do solo ao corte, kgf;

N = número de órgãos ativos do arado;

L = largura de corte de cada órgão ativo,
cm;

P = profundidade de trabalho, cm;

R = resistência do solo, kgf/cm².

Resistência oferecida pelos diversos tipos de solo é fornecida pela tabela 7.

Tabela 7. Resistência oferecida pelos diversos tipos de solo (SAAD, 1983).

Tipo de solo (Classe textural)	kg/cm ²
Arenoso (úmido)	0,21-0,28
Arenoso (seco)	0,28-0,42
Barrento (úmido)	0,42-0,49
Barrento (seco)	0,49-0,56
Argiloso (úmido)	0,70-0,77
Argiloso (seco)	0,63-0,70
Argiloso (úmido, terra trabalhada pela 1º vez)	0,84-0,91
Argiloso (seco, terra trabalhada pela 1º vez)	0,98-1,05
Muito argiloso	1,12-1,26
Excessivamente argiloso	1,26-1,40

Fator - resistência por declividade - de acordo com a tabela 2, tem-se a seguinte equação:

$$\boxed{Frd = Wa * dec}$$

onde:

Frd = Fator resistência declividade, kgf;

Wa = peso do arado, ton;

dec = coeficiente da declividade, tabela 2.

Fator - resistência por condições de superfície do solo, é calculada através da seguinte expressão:

$$\boxed{Frs = Wa * so}$$

onde:

Frs = fator resistência por condição superficial do solo, kgf;

Wa = peso do arado, ton;

so = coeficiente de condição superficial do solo, tabela 4.

Cálculo do esforço tratório, determinado através da equação extraída de SAAD (1983).

$$Q = Rta + Frd + Frs + PO * (Rta + Frd + Frs)$$

em que:

Q = força de tração do arado na barra de tração, kgf;

Po = reserva de potência para o trator, %.

Rta = resistência total do solo ao corte, kgf;

Frd = Fator resistência declividade, kgf;

Frs = fator resistência por condição superficial do solo, kgf;

3.5. Demais implementos agrícolas

A determinação da resistência total do implemento (Q), é calculada através da equação fornecida por SAAD (1983).

$$Q = Frl + Fri + Frc$$

onde:

- Q** = resistência total do implemento, kgf;
- Frl** = fator resistência do solo, kgf;
- Fri** = fator resistência à declividade, kgf;
- Frc** = fator resistência a condição de solo, kgf.

Cálculo Fator - resistência do solo, é determinado pela seguinte expressão (SAAD 1983).

$$\boxed{Frl = L * Rsi}$$

onde:

- Frl** = fator resistência do solo, kgf;
- L** = largura do corte, m;
- Rsi** = resistência do solo.

A resistência do solo (Rsi), é obtida da tabela 8, onde usam-se os índices menores para as terras leves ou trabalhos superficiais(rasos) e para terras pesadas ou trabalhos profundos, os maiores.

Tabela 8. Resistência do solo em kgf/m de largura de trabalho (SAAD, 1983).

Máquinas	kgf/m de largura
Grade de discos simples	59,52-193,44
Grade de discos dupla	119,04-238,08
Grade de discos para serviço pesado	252,92-334,83
Grade de dentes	44,64-89,28
Grade de molas	111,60-223,60
Cultivadores	133,95-238,10
Semeadoras	119,04-178,56
Ceifadoras	98,28-148,81
Rolos	104,2-186,0
Sulcador (kgf/sulco)	181,43-339,19
Sub-solador (45 cm prof.)	362,87-907,18

Cálculo da resistência do solo a declividade é determinada pela seguinte expressão (SAAD 1983).

$$F_{ri} = PI * K$$

onde:

PI = peso do implemento, ton;

K = coeficiente extraído da tabela 1;

Fri = fator resistência à declividade, kgf;

Cálculo da resistência das condições de solo é determinada pela seguinte expressão (SAAD 1983).

$$\boxed{Frc = PI * so}$$

onde:

PI = peso do implemento, ton;

so = coeficiente extraído da tabela 4;

Frc = fator resistência à condição de solo,
kgf;

3.6. Capacidade de Campo

A capacidade de campo é aplicada a máquinas e implementos que, para executarem uma operação agrícola, devem deslocar-se no campo, cobrindo determinada área. Portanto, o trabalho executado, ou produção, é medido em termos de área trabalhada.

Calcula-se a capacidade de campo teórica para o arado através da equação extraída de MIALHE (1974).

$$Cct = v * L$$

em que:

Cct = capacidade de campo teórica, ha/h;

v = velocidade do trator, km/h;

L = largura de trabalho do equipamento, m;

Cálculo da Capacidade de campo real para o arado, utilizou-se a expressão extraída de MIALHE (1974).

$$Ccr = Cct * 0,66$$

onde:

Ccr = capacidade de campo real, ha/h;

Cct = capacidade de campo teórica, ha/h;

0,66 = constante;

A constante 0,66, é o rendimento prático do conjunto e indica que apenas 66% do trabalho que o conjunto poderia executar teoricamente é executado na prática. Os 34% restantes, representam perdas de trabalho útil ou por vários motivos.

Calcula-se a capacidade de campo teórica para os demais implementos através da equação extraída de MIALHE (1974).

$$Cct = v * wm$$

em que:

Cct = capacidade de campo teórica, ha/h;

v = velocidade do trator, km/h;

wm = largura de trabalho do equipamento, m;

Cálculo do número de passadas (np) com a utilização da fórmula extraída de MIALHE (1974).

$$np = \frac{W1}{wm}$$

onde:

wm = largura de trabalho do equipamento, m;

W1 = largura do talhão, m;

np = número de passadas.

Cálculo da eficiência de percurso utilizando a expressão extraída de MIALHE (1974).

$$E_p = \frac{F}{F + wm * (np - 1) / 2}$$

onde:

F = comprimento do talhão, m;

wm = largura de trabalho da máquina, m;

np = número de passadas;

Ep = eficiência de percurso.

Cálculo da Capacidade de campo real para os demais implementos, utilizou-se a expressão extraída de MIALHE (1974).

$$C_{cr} = C_{ct} * E_p$$

onde:

Ccr = capacidade de campo real, ha/h;

Cct = capacidade de campo teórica, ha/h;

Ep = eficiência de percurso.

3.7. Condições de patinamento

O Cálculo das condições de patinamento, foi determinado através das condições de equilíbrio extraída de MIALHE (1980).

$$S = Q \cos \beta + W \operatorname{sen} \alpha + Rr$$

em que:

S = soma das forças contrárias, kgf;

Q = esforço tratório, kgf;

W = peso do equipamento, kg;

Rr = resistência ao rolamento, kgf.

α = ângulo da rampa, graus;

β = ângulo vertical de tração; 30°.

A partir da equação da soma das forças contrárias, pode-se considerar as seguintes condições:

1) O trator encontra-se em pendência de movimento:

$$(FT = Rc)$$

2) O trator patina, porém teria condições de deslocar-se tracionando a carga:

$$(FT > Rc) \text{ e } (FT > S)$$

3) O trator patina e também não teria condições de tracionar a carga:

$$(FT > Rc) \text{ e } (FT < S)$$

4) O trator desloca-se tracionando a carga:

$$(FT < Rc) \text{ e } (FT > S)$$

5) O trator não traciona, pois a carga é maior que sua força de tração.

$$(FT < Rc) \text{ e } (FT < S)$$

3.8. Condições de equilíbrio estático

Com o intuito de satisfazer a condição de equilíbrio estático, é necessário aplicar uma força reativa, equilibrante de seu peso, esta se exerce através dos apoios, ou seja, das rodas do trator.

3.8.1 Transferência de peso

É um fenômeno intrínseco de qualquer trator, e até mesmo de um outro veículo qualquer que desenvolva força de tração (caso de caminhões, jipes, etc.).

Para que o ensaio de um trator sempre obedeça ao limite de segurança, deverá existir um valor limite para a magnitude da transferência de peso, e este não deve exceder, de acordo com a Recomendação ISO, segundo SAAD (1983);

$$TSP * \left(\frac{db}{e} \right) \leq (0,8 * Wi)$$

em que:

Wi = componente do peso aplicado ao eixo dianteiro, kg;

db = altura da barra de tração, mm;

e = distância entre os eixos, mm.

TSP = transferência de peso, kgf.

Se não obedecer ao limite de segurança, o trator tenderá a empinar ou empinar, de acordo com as condições abaixo:

1) O trator tende a empinar:

$$TSP * \left(\frac{db}{e} \right) = Wi$$

2) o trator empina:

$$TSP * \left(\frac{db}{e} \right) > 0,8 * Wi$$

4. DESENVOLVIMENTO

A listagem do programa computacional encontra-se no apêndice.

4.1. Considerações sobre o programa computacional

O programa computacional se subdivide em três tipos de arquivos, o que gera os dados, o que efetua os cálculos e o que mostra o resultado final. O programa que gera os dados é auto-explicativo, ao passo que vai sendo rodado, os dados são automaticamente solicitados. Estes dados tabulados ordenadamente irão alimentar o programa que efetua os cálculos. Os resultados são armazenados em um arquivo de dados para consulta durante o projeto completo de mecanização.

O programa que gera os dados solicita especificações do trator, ou seja, relações de transmissões, torque máximo, pesos e dimensões, para cálculo da força de tração, para que o trator possa realizar um determinado trabalho com maior segurança.

Para dimensionamento da área por unidade de tempo, capacidade de campo real, seleciona-se alguns parâmetros, tais como:

- Velocidade de deslocamento do conjunto;
- rendimento operacional;
- largura de corte total do implemento.

O programa oferece ao usuário a opção de se selecionar o tipo de implemento agrícola a ser utilizado durante o trabalho de mecanização, tais como, a velocidade recomendada, largura de corte unitária, profundidade de trabalho, tipo de solo, declividade, peso da máquina e condição superficial do solo.

A apresentação do programa é bastante simplificada, uma vez que um dos propósitos é fazer com que o usuário utilize cada vez mais os recursos computacionais.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o presente trabalho foi realizado, com a metodologia empregada e em decorrência do programa computacional obtido estabelece-se as seguintes conclusões:

A utilização do programa computacional comprova a praticidade, precisão e a rapidez na obtenção dos resultados de um dimensionamento para elaboração de projetos de mecanização agrícola.

6. SUGESTÕES

Da forma como o programa computacional foi elaborado, torna possível a sua utilização em aulas práticas no estudo de seleção e dimensionamento de máquinas agrícolas. E também permitirá ao aluno o armazenamento através de arquivos de cada caso estudado, que poderão ser utilizados posteriormente como material de pesquisa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALASTREIRE, L.A. *Máquinas Agrícolas*. São Paulo: Manole, 1987. 307p.

BARGER, E.L., et. al. *Tratores e seus motores*. Nova York: Edgard Blucher, 1966. 398p.

GALETTI, P.A. *Mecanização Agrícola: Preparo do Solo*. Campinas: Câmara Brasileira do Livro, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1981. 220p.

MIALHE, L.G. *Manual de Mecanização Agrícola*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1974. 301p.

MIALHE, L.G. *Máquinas Motoras na Agricultura*. São Paulo: E.P.U, Editora Universidade de São Paulo, 1980. v.2, 367p.

SAAD, O. *Seleção do Equipamento Agrícola*. 4.ed. São Paulo:

Livraria Nobel, 1983. 126p.

STONE, A.A., GULVIN, H.E. *Maquinaria Agrícola*. 8.ed. Espanha:

Livraria Nobel, 1977. 693p.

APÊNDICE

```

Program Dados_trator;
Uses winCrt;
Type
Caracteres = string[50];
Var  T,M,TCP,TRF,W,W1,db,e:real;
     tm,TI,TII:integer;
     dafin,dasai:text;
     datrada,dasaida,tipo:string[50];
BEGIN
  writeln ('Digite o nome do arquivo para armazenamento de
           dados');
  readln (dasaida);
  assign (dasai,dasaida);
  rewrite (dasai);
  writeln ('Identificação do Projeto de Mecanização');
  readln (tipo);
  writeln (dasai,tipo);
  writeln('Digite o torque máximo no Motor - T=', 'mkgf');
  readln(T);
  writeln (dasai,T:3:2);
  writeln('Escolha a marcha');
  writeln('1 para 2º marcha');
  writeln('2 para 3º marcha');
  read(tm);
  Case tm of
    1: M:= 4.25;
    2: M:= 3.30;
  end;
  writeln (dasai,M:3:2);
  writeln('A Relação de transmissão na coroa pinhão do
           diferencial=', 'TCP');
  readln(TCP);
  writeln (dasai,TCP:3:2);
  writeln('Digite a Relação de transmissão na Redução
           final=', 'TRF');
  readln(TRF);
  writeln (dasai,TRF:3:2);
  writeln ('Digite o peso do trator e do tratorista-W, em
           ton');
  readln(W);
  writeln(dasai,W:3:2);
  writeln ('Digite a componente do peso aplicado no eixo
           dianteiro - W1 =', ' kgf');
  readln(W1);
  writeln(dasai,W1:3:2);
  writeln ('Digite a altura da barra de tração - db =', '
           mm');
  readln(db);
  writeln(dasai,db:3:2);

```

```
writeln ('Digite a distância entre os eixos - e =', '
mm');
readln(e);
writeln(dasai,e:3:2);
writeln('Escolha o tipo de implemento');
writeln('1 para arado');
writeln('2 para demais implementos');
readln(TI);
writeln (dasai,TI);
writeln('Escolha o tipo de implemento para capacidade de
campo');
writeln('1 para arado');
writeln('2 para diversos implementos');
readln(TII);
writeln (dasai,TII);
close(dasai);
end.
```

```

Program Dimens_Oper_Agric;
Uses winCrt;
Type
Caracteres = string[30];
Var T,M,TCP,TRF,D,T1,FT,K,W,Rr,dec,Rd,alt,Ra,so,Rs:Real;
    Tdp,Ftd,Wl,e,db,TSP,Ar,c,fi,Rc,N,R,P,L,Rta,Wa:Real;
    Frd,Frs,PO,Q,RSI,FRL,PI,FRI,FRC,V,Cct,Ccr,wm:Real;
    Wl,np,Z,F,EP,S,B,TI,TII:real;
    tp,X,Y,dt,al,cs,ts,CT,TG:Integer;
    dafin,dasai:text;
    datrada,dasaida,tipo:string[50];

PROCEDURE CALCULO_DA_FORCA_DE_TRACAO(Var T, M, TCP, TRF, D,
                                     T1, FT: Real; tp: Integer);
BEGIN
    read(dafin,T);
    writeln('A componente da T é=',T:2:1,'mKgf');
    read(dafin,M);
    writeln('A componente da M é=',M:2:1);
    read(dafin,TCP);
    writeln('A componente da TCP é=',TCP:2:1);
    read(dafin,TRF);
    writeln('A componente da TRF é=',TRF:2:1);
    writeln (' Escolha o tamanho do pneu');
    writeln (' 1 para 9.00-16');
    writeln (' 2 para 9.00-20');
    writeln (' 3 para 10.00-20');
    writeln (' 4 para 11.00-20');
    writeln (' 5 para 18.4/15-26');
    writeln (' 6 para 23.1/18-26');
    writeln (' 7 para 14.9/13-30');
    writeln (' 8 para 16.9/14-30');
    writeln (' 9 para 18.4/15-34');
    writeln (' 10 para 12.4/11-36');
    writeln (' 11 para 13.00-24');
    writeln (' 12 para 14.00-24');
    writeln (' 13 para 16.00-24');
    writeln (' 14 para 18.00-25');
    writeln (' 15 para 17.5/16-25');
    read(tp);
    {Diâmetro em m, para cada tipo de rodado}
    case tp of
        1: D:=0.891;
        2: D:=1.035;
        3: D:=1.070;
        4: D:=1.100;
        5: D:=1.450;
        6: D:=1.605;
        7: D:=1.415;
    end

```

```

      8: D:=1.485;
      9: D:=1.650;
     10: D:=1.465;
     11: D:=1.300;
     12: D:=1.360;
     13: D:=1.475;
     14: D:=1.610;
     15: D:=1.345;
end;
writeln('O Diâmetro é - D = ', D:5:2, 'm');
      { CÁLCULO DO TORQUE NAS SEMI-ÁRVORES - T1}
T1 := T*M*TCP*TRF;
writeln('Torque nas semi-árvores é - T1 é =', T1:2:1,
      'Kgf');
      {CÁLCULO DA FORÇA DE TRAÇÃO}
FT := T1/(D/2);
writeln (dasai,'A Força de Tracção-FT é = ', FT:5:2,
      'kgf');
end;

```

```

PROCEDURE CALCULO_DA_CARGA_APLICADA_SOBRE_RODADO(Var K, Rr,
      W: Real;X,Y:Integer);

```

```

BEGIN

```

```

  writeln('Escolha o tipo de Rodado');
  writeln('1 para pneus de alta pressão e mancais
    antifricção');
  writeln('2 para pneus de baixa pressão e mancais
    antifricção');
  writeln('3 para esteiras');
  readln(X);
  writeln('Escolha o tipo de Superfície de tração');
  writeln('1 para concreto liso');
  writeln('2 para asfalto');
  writeln('3 para estrada de terra seca e poeirenta');
  writeln('4 para terreno sem arar');
  writeln('5 para terreno arado, seco');
  writeln('6 para estrada de terra lamacenta');
  writeln('7 para areia solta');
  writeln('8 para estrada muito lamacenta');
  read(Y);
  begin
    {K é Coeficiente de resistência ao
    rolamento em kg/ton}
    if (X=1) and (Y=1)
      then K:= 15.87
      else
    end;
  begin
    if (X=1) and (Y=2)
      then K:= 27.21

```

```
else
end;
begin
  if (X=1) and (Y=3)
    then K:=45.36
    else
  end;
  begin
    if (X=1) and (Y=4)
      then K:=68.03
      else
    end;
    begin
      if (X=1) and (Y=5)
        then K:=86.18
        else
      end;
      begin
        if (X=1) and (Y=6)
          then K:= 99.78
          else
        end;
        begin
          if (X=1) and (Y=7)
            then K:= 122.46
            else
          end;
          begin
            if (X=1) and (Y=8)
              then K:=158.75
              else
            end;
            begin
              if (X=2) and (Y=1)
                then K:= 15.87
                else
              end;
              begin
                if (X=2) and (Y=2)
                  then K:=31.75
                  else
                end;
                begin
                  if (X=2) and (Y=3)
                    then K:=36.28
                    else
                  end;
                  begin
                    if (X=2) and (Y=4)
                      then K:= 54.43
                      else
```


HISTÓRICO

ESCOLAR

COLETA	NOME	PER	MED.	SIT	CPD	C/H	CD	DIGO	NOME	PER	MED.	SIT	CPD	C/H
H09J53	LÍNGUA PORTUGUESA	881	8,1	A	05	075	T010	790	CALCULO DIF. E INTEGRAL II	921	5,0	A	04	060
T01J22	INTRODUÇÃO A ALGEBRA	881	0,2	R	04	060	T071	552	DESENHO TÉCNICO	921	7,4	A	04	090
T03J85	BIOLOGIA GERAL	881	****	F	04	060	T090	336	ZOOTECNIA GERAL	921	7,1	A	04	060
H02J17	EST DE PROBL BRASILEIROS I	882	7,0	A	02	030	T090	492	SOLOS AGRÍCOLAS I	921	8,7	A	04	060
H02J73	SICTOLOGIA RURAL	882	7,3	A	04	060	T010	774	CALCULO DIF E INTEGRAL III	922	3,5	F	06	090
T06J51	CIENCIAS DO AMBIENTE	882	****	T	03	045	T010	782	PROBABILIDADE E ESTATISTICA	922	3,5	F	06	090
H02J44	SICTOLOGIA INDUSTRIAL I	891	7,2	A	03	045	T090	220	INSUMOS AGRÍCOLAS	922	9,3	A	02	030
H02J25	EST DE PROBL BRASILEIROS II	891	8,8	A	02	030	T100	34X	FISICA GERAL I	922	2,7	F	04	060
H08J37	GEOGRAFIA ECONOMICA	891	7,0	A	04	060	T010	758	ALGEBRA LINEAR I	931	5,3	A	04	060
H02J18	INTRODUÇÃO A ANTROPOLOGIA	892	****	F	04	060	T010	774	CALCULO DIF E INTEGRAL III	931	6,2	A	06	090
T01J29	ALG. VETORIAL E GEOM ANALITICA	892	****	F	04	060	T060	16X	TOPOGRAFIA	931	9,8	A	05	075
T03J287	GEOLOGIA BASICA	892	4,5	F	05	075	T090	581	SOLOS AGRÍCOLAS II	931	****	F	04	060
T06J491	CIENCIAS DO AMBIENTE	892	****	F	03	045	T100	34X	FISICA GERAL I	931	6,0	A	04	060
T03J287	GEOLOGIA BASICA	901	****	F	05	075	T010	782	PROBABILIDADE E ESTATISTICA	932	7,5	A	06	090
T06J51	CIENCIAS DO AMBIENTE	901	5,6	A	03	045	T090	107	CONSERV DO SOLO E DA AGUA	932	7,3	A	04	060
T03J85	BIOLOGIA GERAL	901	8,0	A	04	060	T090	565	PROC E ARMAZ PROD VEGETAIS I	932	8,2	A	04	060
H01J50	ECONOMIA RURAL	902	****	F	04	060	T100	323	MECANICA GERAL I	932	4,4	F	06	090
H09J13	INGLES	902	3,1	F	05	075	T100	358	FISICA GERAL II	932	7,9	A	04	060
T01J29	ALG. VETORIAL E GEOM ANALITICA	902	****	F	04	060	T060	010	INTROD A CIENCIA DA COMPUTACAO	941	4,3	F	04	060
T01J65	CALCULO DIF. E INTEGRAL I	902	7,0	D	04	060	T060	410	FENOMENOS DE TRANSPORTE	941	3,7	F	05	075
T02J23	QUÍMICA	902	6,7	D	08	120	T090	018	ESTATISTICA EXPERIMENTAL	941	7,7	A	04	060
T03J93	BOTANICA AGRICOLA	902	8,8	A	04	060	T090	506	MAQUINAS AGRÍCOLAS I	941	7,9	A	06	090
H01J50	ECONOMIA RURAL	911	****	F	04	060	T090	719	AEROFOTOGRAFIA	941	8,2	A	04	060
H03J10	INGLES	911	****	F	05	075	T100	323	MECANICA GERAL I	941	7,3	A	06	090
H03J13	INGLES	911	****	F	05	075	T010	111	EQUACOES DIFERENCIAIS LINEARES	942	8,0	A	04	060
T01J9K	CALCULO DIF E INTEGRAL II	911	3,3	F	04	060	T040	010	INTROD A CIENCIA DA COMPUTACAO	942	3,8	D	04	060
T03J287	GEOLOGIA BASICA	911	5,2	A	05	075	T060	410	FENOMENOS DE TRANSPORTE	942	7,0	A	05	075
T09J43+	INT A ENGENHARIA AGRICOLA	911	****	F	02	030	T070	19X	TERMODINAMICA I	942	7,5	A	04	060
T01J29	ALG. VETORIAL E GEOM ANALITICA	912	0,6	F	04	060	T090	638	SENSOPIAMENTO REMOTO	942	9,5	A	04	060
T04J10	INTROD A CIENCIA DA COMPUTACAO	912	****	F	04	060	T100	331	MECANICA GERAL II	942	1,0	F	04	060
T07J47	EXPRESSIONS GRAFICA	912	5,9	A	04	060	T060	283	HIDRAULICA	951	6,8	A	05	075
T09J28K	ZOOLOGIA AGRICOLA	912	8,5	A	04	060	T060	852	RESISTENCIA DOS MATERIAIS I	951	5,1	A	04	060
T09J1K	AGRICULTURA GERAL	912	7,0	A	04	060	T080	292	METEOR E CLIMATOL AGRICOLA	951	7,8	A	04	060
T09J34	INT A ENGENHARIA AGRICOLA	912	8,0	A	02	030	T090	611	PROC E ARMAZ PROD VEGETAIS II	951	****	F	04	060
H01J50	ECONOMIA RURAL	921	5,9	A	04	060	T090	664	PLANEJ DA EMPRESA AGRICOLA	951	8,6	A	04	060
T01J29	ALG. VETORIAL E GEOM ANALITICA	921	6,1	A	04	060	T100	293	FISICA GERAL III	951	5,4	A	04	060
T06J127	MECANICA DOS SOLOS	952	1,0	R	05	075	T100	307	FISICA EXPERIMENTAL I	961	8,0	A	03	060
T06J291	HIDROLOGIA APLICADA	952	7,4	A	04	060	T100	412	FISICA GERAL IV	961	7,2	A	04	060
T09J49	CONSTRUÇÕES RURAIS I	952	8,8	A	04	060	T040	789	CALCULO NUMERICO	962	5,7	A	04	060
T09J7J	INTRODUÇÃO A ELETROTÉCNICA	952	8,5	A	04	060	T090	026	ELETRIFICACAO RURAL	962	9,7	A	04	060
T09J727	PROP. FIS. MAT. BIOLÓGICOS	952	7,5	A	04	060	T090	425	EXTENSÃO RURAL	962	8,0	A	04	060
T10J07	FISICA EXPERIMENTAL I	952	4,5	F	03	060	T090	514	MAQUINAS AGRÍCOLAS II	962	10,0	A	04	060
T10J31	MECANICA GERAL II	952	8,3	A	04	060	T090	573	OBRAS HIDRAULICAS RURAIS	962	7,5	A	04	060
H02J18	INTRODUÇÃO A ANTROPOLOGIA	961	5,0	A	04	060	T100	315	FISICA EXPERIMENTAL II	962	8,0	A	03	060
T03J19	HIDROGEOLOGIA	961	7,3	A	04	060	H030	285	GINASTICA - FEM	971	9,0	M	02	030
T04J10	INTROD A CIENCIA DA COMPUTACAO	961	7,8	A	04	060	T090	298	ESTAGIO SUPERVISIONADO	971	9,0	M	04	120
T06J127	MECANICA DOS SOLOS	961	6,2	A	05	075	T090	530	DRENAGEM DE TERRAS AGRÍCOLAS	971	9,0	M	04	060
T09J22	CIENCIA DE IRRIGACAO	961	10,0	A	04	060	T090	646	ENGENHARIA DE IRRIGACAO	971	9,0	M	04	060
T09J57	CONSTRUÇÕES RURAIS II	961	8,3	A	04	060	T090	850	TEFA (ELEMENTOS DE MAQUINAS)	971	9,0	M	04	060

CREDITOS SOLICITADOS = 383
 CREDITOS ACUMULADOS = 258
 CRE - COEF REND ESCOLAR = 5,5
 CARGA HORARIA TOTAL = 3960

258
 383
 5,5
 3960

** O CURSO DE ENG. AGRICOLA FOI RECONHECIDO PELO DECRETO-LEI FEDERAL N. 83.394 DE 02/05/73

RESULTADO DO VESTIBULAR

PORTUGUES	= 0614	BIOLOGIA	0557
LÍNGUA ESTRANGEIRA	= 0617	FISICA	0493
ESTUDOS SOCIÁIS	= 0547	QUÍMICA	0546
MATEMÁTICA	= 0502		
TOTAL DE PONTOS	= 0549		

MARTA DO SOCORRO C. DA SILVA
 COORDENADORA DO C.A.S.

CONVENÇÃO
 A - APROVADO * R - REPR POR NOTAS * F - REPR POR FALTAS
 T - TRANCADO * D - DISPENSADO * M - MATRICULADO


```
end;
begin
  if (X=2) and (Y=5)
    then K:=68.03
    else
  end;
begin
  if (X=2) and (Y=6)
    then K:=81.64
    else
  end;
begin
  if (X=2) and (Y=7)
    then K:= 108.86
    else
  end;
begin
  if (X=2) and (Y=8)
    then K:=145.14
    else
  end;
begin
  if (X=3) and (Y=1)
    then K:=24.94
    else
  end;
begin
  if (X=3) and (Y=2)
    then K:=31.75
    else
  end;
begin
  if (X=3) and (Y=3)
    then K:=36.28
    else
  end;
begin
  if (X=3) and (Y=4)
    then K:=45.36
    else
  end;
begin
  if (X=3) and (Y=5)
    then K:=54.43
    else
  end;
begin
  if (X=3) and (Y=6)
    then K:=63.50
    else
  end;
```

```

begin
  if (X=3) and (Y=7)
    then K:=77.11
    else
  end;
  begin
    if (X=3) and (Y=8)
      then K:=102.05
      end;

    writeln('K é = ', K:3:2,'kg/ton');
    read(dafin,W);
{Resistência ao rolamento é considerada como a resistência passiva que se opõe ao movimento dos rodados dos tratores e tem origem na deformação provocada no solo pelo próprio rodado}
    Rr := K*W;
    writeln (dasai,'A Resistencia ao Rolamento é = ',
      Rr:5:2,'kgf');
  end;

```

```

PROCEDURE DECLIV_ALTIT_SOLO (Var dec, W, Rd, alt, FT, Ra,
  so, Rs,Tdp,Ftd:real; dt,al,cs:integer);

```

```

BEGIN

```

```

  writeln('Escolha a declividade do terreno');
  writeln ( '1 para 1%');
  writeln ( '2 para 2%');
  writeln ( '3 para 3%');
  writeln ( '4 para 4%');
  writeln ( '5 para 5%');
  writeln ( '6 para 6%');
  writeln ( '7 para 7%');
  writeln ( '8 para 8%');
  writeln ( '9 para 9%');
  writeln ( '10 para 10%');
  writeln ( '11 para 15%');
  writeln ( '12 para 20%');
  writeln ( '13 para 25%');
  writeln ( '14 para 50%');
  writeln ( '15 para 75%');
  writeln ( '16 para 100%');
  read(dt);
  case dt of
    1: dec:= 9.06;
    2: dec:= 18.14;
    3: dec:= 27.21;
    4: dec:= 36.28;
    5: dec:= 45.35;
    6: dec:= 54.43;

```

```

7: dec:= 63.50;
8: dec:= 72.54;
9: dec:= 81.64;
10: dec:= 92.72;
11: dec:= 134.16;
12: dec:= 177.80;
13: dec:= 219.99;
14: dec:= 405.96;
15: dec:= 542.49;
16: dec:= 635.93;
end;
writeln('A declividade do terreno- dec é = ', dec:5:2,
        'kgf/ton');
Rd:= W*dec;
writeln('Escolha a altitude em metros');
writeln ( '1 para 330');
writeln ( '2 para 660');
writeln ( '3 para 1000');
writeln ( '4 para 1300');
writeln ( '5 para 1600');
writeln ( '6 para 2000');
writeln ( '7 para 2300');
writeln ( '8 para 2600');
writeln ( '9 para 3000');
writeln ( '10 para 3300');
read(al);
case al of
  1: alt:= 0.01;
  2: alt:= 0.02;
  3: alt:= 0.04;
  4: alt:= 0.07;
  5: alt:= 0.10;
  6: alt:= 0.14;
  7: alt:= 0.18;
  8: alt:= 0.23;
  9: alt:= 0.27;
10: alt:= 0.34;
end;
writeln ( 'A altitude - alt é = ', alt:5:2);
Ra:=alt*FT;
writeln( 'escolha as condições de superfície do solo');
writeln('1 para solo firme e liso');
writeln('2 para solo regular');
writeln('3 para solo ruim');
read (cs);
case cs of
  1: so:= 00.00;
  2: so:= 21.68;
  3: so:= 45.35;
end;

```

```

writeln ('perdas por condições da superfície do solo é
        so =', so:5:2, 'kgf');
Rs :=W*so;
Tdp:=Rd+Ra+Rs;
Ftd:=FT-Tdp;
writeln (dasai, 'A perda por declividade é=', Rd:2:1,
        'kgf');
writeln (dasai, 'A perda por altitude é=', Ra:2:1,
        'kgf');
writeln (dasai, 'A perda por condição do terreno é=',
        Rs:2:1, 'kgf' );
writeln (dasai, 'O total das perdas é=', Tdp:2:1,
        'kgf');
writeln (dasai, 'A força de tração disponível é=',
        Ftd:2:1, 'kgf' );
end;

```

```

PROCEDURE TRANS_PESO(Var Wi,db,e,TSP:real);

```

```

BEGIN
  readln(dafin,Wi);
  writeln('Digite o peso aplicado no eixo dianteiro - Wi
        = ',W1:3:2);
  readln(dafin,db);
  writeln('a altura da barra de tração- db= ', db:3:2);
  readln(dafin,e);
  writeln('Digite a distância entre os eixos e= ',
        e:3:2);
  TSP:= (0.8*W1*(e/db));
  writeln('A transferência de peso - TSP é =',TSP:5:2,
        'kgf');
  begin
    If TSP*(db/e)<=(0.8*W1) then
      writeln(dasai,'Obedece ao limite de segurança')
    else
      if TSP*(db/e)=W1 then
        writeln(dasai,'O trator tende a empinar')
      else
        if TSP*(db/e)>0.8*W1 then
          writeln(dasai,'O trator empina');
        end;
      end;
  end;
end;

```

```

PROCEDURE CALCULO_RESISTENCIA_AO_CISALHAMENTO(Var Ar, c,
        fi, W, Rc:Real; tp, ts:Integer);

```

```

BEGIN
  writeln ( 'Escolha o tamanho do pneu');
  writeln ( '1 para 9.00-16');
  writeln ( '2 para 9.00-20');

```

```

writeln ( '3 para 10.00-20');
writeln ( '4 para 11.00-20');
writeln ( '5 para 18.4/15-26');
writeln ( '6 para 23.1/18-26');
writeln ( '7 para 14.9/13-30');
writeln ( '8 para 16.9/14-30');
writeln ( '9 para 18.4/15-34');
writeln ( '10 para 12.4/11-36');
writeln ( '11 para 13.00-24');
writeln ( '12 para 14.00-24');
writeln ( '13 para 16.00-24');
writeln ( '14 para 18.00-25');
writeln ( '15 para 17.5/16-25');
read(tp);
    {Área de Contato Rodado-Solo em cm2, para cada tipo
    de rodado}
case tp of
1: Ar:=1130;
2: Ar:=1330;
3: Ar:=1500;
4: Ar:=1620;
5: Ar:=3390;
6: Ar:=4710;
7: Ar:=2680;
8: Ar:=3190;
9: Ar:=3850;
10: Ar:=2310;
11: Ar:=2240;
12: Ar:=2550;
13: Ar:=3210;
14: Ar:=4030;
15: Ar:=2990;
end;
writeln('A área de contato pneu-solo é - Ar = ',
        Ar:5:2, 'cm2');
writeln ( 'Escolha o tipo de terreno');
writeln ( '1 para areia seca');
writeln ( '2 para limbo{silte}');
writeln ( '3 para argila');
writeln ( '4 para argilo-arenoso');
writeln ( '5 para argilo-orgânico');
writeln ( '6 para arenoso arado e gradeado');
writeln ( '7 para arenoso fino arado 5 dias antes');
writeln ( '8 para arenoso fino não arado');
read(ts);
case ts of
    { C é Coeficiente de coesão do solo
    kgf/cm2}
1: begin
    { fi é o ângulo de atrito interno em
    graus}
    c:=0;

```

```
writeln('fi varia de 35 a 37');
writeln('informe o valor de fi');
read(fi)
end;
2: begin
  writeln('c varia de 0.1 a 0.3');
  writeln('digite o valor de c');
  read(c);
  writeln('fi varia de 30 a 35');
  writeln('informe o valor de fi');
  read(fi);
end;
3: begin
  writeln('c varia de 0.05 a 0.5');
  writeln('digite o valor de c');
  read(c);
  writeln('fi varia de 16 a 28');
  writeln('informe o valor de fi');
  read(fi);
end;
4: begin
  writeln('c varia de 0.2 a 0.5');
  writeln('digite o valor de c');
  read(c);
  writeln('fi varia de 26 a 30');
  writeln('informe o valor de fi');
  read(fi);
end;
5: begin
  writeln('c varia de 0.05 a 0.5');
  writeln('digite o valor de c');
  read(c);
  writeln('fi varia de 12 a 18');
  writeln('informe o valor de fi');
  read(fi);
end;
6: begin
  c:= 0.7;
  fi:= 20;
end;
7: begin
  c:=1.02;
  fi:=20.30;
end;
8: begin
  c:=1.63;
  fi:=24.30;
end;
end;
W:=W*1000;
fi:=(f*3.1416)/180);
```

```
writeln('fi =', fi:3:2);
Rc:= Ar*c+W*(sin(fi)/cos(fi));
writeln(dasai, 'A Resistencia ao Cisalhamento-Rc é=' ,
        Rc:3:2, 'Kgf');
end;
```

```
PROCEDURE ARADO(Var N, L, P, R, Rta, Wa, Frd, dec, Frs,
                so, PO,Q:Real;CT:integer);
```

```
BEGIN
```

```
  writeln('Escolha a classe textural');
  writeln('1 para Arenoso úmido');
  writeln('2 para Arenoso seco');
  writeln('3 para Barrento úmido');
  writeln('4 para Barrento seco');
  writeln('5 para Argiloso úmido');
  writeln('6 para Argiloso seco');
  writeln('7 para Argiloso úmido terra trabalhada pela
          1º vez');
  writeln('8 para Argiloso seco terra trabalhada pela 1º
          vez');
  writeln('9 para Muito argiloso');
  writeln('10 para Excessivamente argiloso');
  readln(CT);
  Case CT of
    1: begin
        writeln('R varia de 0.21 a 0.28');
        R:=0.28;
        end;
    2: begin
        writeln('R varia de 0.28 a 0.42');
        R:=0.42;
        end;
    3: begin
        writeln('R varia de 0.42 a 0.49');
        R:=0.49;
        end;
    4: begin
        writeln('R varia de 0.49 a 0.56');
        R:=0.56;
        end;
    5: begin
        writeln('R varia de 0.63 a 0.70');
        R:=0.70;
        end;
    6: begin
        writeln('R varia de 0.70 a 0.77');
        R:=0.77;
        end;
    7: begin
        writeln('R varia de 0.84 a 0.91');
```

```

        R:=0.91;
    end;
8: begin
    writeln('R varia de 0.98 a 1.05');
    R:=1.05;
    end;
9: begin
    writeln('R varia de 1.12 a 1.26');
    R:=1.26;
    end;
10: begin
    writeln('R varia de 1.26 a 1.40 ');
    R:=1.40;
    end;
end;
writeln('A Resistência do solo é = ',R:5:2, 'kg/cm2');
writeln('Digite a profundidade em cm');
Readln(P);
writeln('Digite a largura de corte unitária-1 disco-
em cm');
Readln(L);
writeln('Digite o número de discos');
read(N);
    {CÁLCULO DA RESISTÊNCIA TOTAL DO ARADO}
Rta:=N*L*P*R;
writeln(dasai,'A Resistência total do arado é Rta = ',
Rta:5:2,'Kgf/cm2');
writeln('Digite o peso do arado em ton');
readln(Wa);
    {CÁLCULO FATOR RESISTÊNCIA POR DECLIVIDADE}
Frd:= Wa*dec;
writeln('Fator Resistência Declividade é = ', Frd:5:2,
'kgf');
    {CÁLCULO FATOR RESISTÊNCIA DO SOLO}
Frs:=Wa*so;
writeln('Fator Resistência do Solo é = ', Frs:5:2,
'kgf');
writeln('Digite a reserva de potência para o trator');
readln(PO);
PO:= PO/100;
Q:= Rta+Frd+Frs+PO*(Rta+Frd+Frs);
writeln(dasai,'Força de tração do arado na barra de
tração é Q = ', Q:5:2, 'Kgf');
end;

```

```

PROCEDURE DEMAIS_IMPLEMENTOS (Var RSI, L, FRL, PI, FRI, K,
so, FRC, Q, Ftd:REAL;TG:Integer);
BEGIN

```



```

writeln('Escolha o tipo de implemento');
writeln ( '1 para Grade de discos simples');
writeln ( '2 para Grade de discos dupla');
writeln ( '3 para Grade de discos para serviço
pesado');
writeln ( '4 para Grade de dentes');
writeln ( '5 para Grade de molas');
writeln ( '6 para Cultivadores');
writeln ( '7 para Semeadores');
writeln ( '8 para Ceifadoras');
writeln ( '9 para Rolos');
writeln ( '10 para Sulcador');
writeln ( '11 para Sub-solador-45cm de profundidade');
read(TG);
case TG of
  1: begin
    writeln('RSI varia de 59.52 a 193.44');
    writeln('informe o valor de RSI');
    read(RSI);
    end;
  2: begin
    writeln('RSI varia de 119.04 a 238.08');
    writeln('informe o valor de RSI');
    read(RSI);
    end;
  3: begin
    writeln('RSI varia de 259.92 a 334.83');
    writeln('informe o valor de RSI');
    read(RSI);
    end;
  4: begin
    writeln('RSI varia de 44.64 a 89.28');
    writeln('informe o valor de RSI');
    read(RSI);
    end;
  5: begin
    writeln('RSI varia de 111.60 a 223.60');
    writeln('informe o valor de RSI');
    read(RSI);
    end;
  6: begin
    writeln('RSI varia de 133.95 a 238.10');
    writeln('informe o valor de RSI');
    read(RSI);
    end;
  7: begin
    writeln('RSI varia de 119.04 a 178.56');
    writeln('informe o valor de RSI');
    read(RSI);
    end;
  8: begin

```

```

        writeln('RSI varia de 98.28 a 148.81');
        writeln('informe o valor de RSI');
        read(RSI);
        end;
9: begin
        writeln('RSI varia de 104.2 a 186.0');
        writeln('informe o valor de RSI');
        read(RSI);
        end;
10: begin
        writeln('RSI varia de 181.43 a 339.19 em
                kgf/sulco');
        writeln('informe o valor de RSI');
        read(RSI);
        end;
11: begin
        writeln('RSI varia de 362.87 a 907.18 em
                kgf/sulco');
        writeln('informe o valor de RSI');
        read(RSI);
        end;
end;
writeln('A Resistência do solo é = ',RSI:3:2, 'kgf/m de
        largura');
        { CÁLCULO DA RESISTÊNCIA DO SOLO}
writeln('Digite a largura do corte em metros');
Readln(L);
        {CÁLCULO FATOR RESISTÊNCIA DO SOLO}
FRL:= L*RSI;
writeln('O Fator Resistência do solo é = ',FRL:3:2,
        'kgf');
writeln('Digite o peso do implemento em ton');
readln(PI);
        {CÁLCULO FATOR RESISTÊNCIA DA DECLIVIDADE}
FRI:= PI*K;
writeln('Fator Resistência da declividade é = ',
        FRI:3:2, 'kgf');
FRC:=PI*so;
writeln('O Fator Resistência das condições de solo é =
        ', FRC:3:2, 'kgf');
        {CÁLCULO DA RESISTÊNCIA TOTAL DO IMPLEMENTO}
Q:=FRL+FRI+FRC;
writeln (dasai,'Resistência Total do implemento é Q=',
        Q:2:1, 'kgf');
end;

```

```

PROCEDURE CAP_CAMPO_ARADO (var V,L,Cct,Ccr:REAL);

```

```

BEGIN

```

```

writeln('Digite a velocidade do trator em km/h');
readln(V);
writeln('Digite a largura de trabalho do equipamento em
      metros');
read(L);
Cct:=(V*L);
{0.66 é o rendimento prático do conjunto e indica que apenas
66% trabalho que o conjunto poderia executar teoricamente é
executado na prática. Os 34% restantes, representam perdas de
trabalho útil ou por varios motivos}

```

```

      Ccr:=Cct*0.66;
      writeln(dasai,'Capacidade campo real para arado é = ',
            Ccr:3:2,'Ha/h');
end;

```

```

PROCEDURE CAP_CAMPO_IMP_DIVERSOS (Var V, wm, Wl, np, Z, F,
      EP, Cct,Ccr:Real);

```

```

BEGIN
  writeln('Digite a velocidade do trator em km/h');
  readln(V);
  writeln('Digite a largura de trabalho da máquina -
        wm');
  read(wm);
  writeln('Digite a largura do talhão - Wl');
  read(Wl);
  np:=Wl/wm;
  writeln('o número de passadas é = ', np:3:2);
  Z:=wm*(np-1)/2;
  writeln('Z é =', Z:5:2);
  writeln('Digite o comprimento do talhão - F');
  read(F);
  EP:= F/(F+Z);
  writeln('Eficiência de percurso é - EP = ',EP:3:2);
  Cct:=(V*wm);
  writeln('Capacidade de campo teórica é Cct=',Cct:3:2);
  Ccr:=Cct*EP;
  writeln(dasai,'Capacidade de campo real para diversos é
        = ', Ccr:3:2,'Ha/h');
end;

```

```

PROCEDURE CONDICAOES_PATINA (Var Q,W,Rr,S,FT,Rs,B,dec:Real);

```

```

BEGIN
  dec:=((dec*3.1416)/180);
  B:=((30*3.1415)/180);
  S:=Q*(cos(B))+W*(sin(dec))+Rr;
  writeln ('A soma das forças contrárias é=', S:2:1,
        'kgf');

```

```

If Ft=Rc
Then writeln (dasai,'O trator encontra-se em pendência
de equilíbrio')
Else
If (Ft>Rc) and (Ft>S)
Then
begin
writeln (dasai,'Patina porém teria condições de
deslocar-se');
writeln (dasai,'tracionando a carga');
end
Else
If (Ft>Rc) and (Ft<S) Then
writeln (dasai,'Patina e também não teria
condição de tracionar a carga')
Else
If (Ft<Rc) and (Ft>S) Then
writeln (dasai,'O trator desloca-se
tracionando a carga')
Else
If (Ft<Rc) and (Ft<S) Then
writeln (dasai,'Não traciona, pois a carga
é maior que sua Ft');
end;

```

{ PROGRAMA PRINCIPAL}

```

BEGIN
writeln ('Digite o nome do arquivo de entrada de
dados');
readln (datrada);
assign (dabin, datrada);
reset (dabin);
writeln;
writeln ('Digite o nome do arquivo para armazenamento de
dados');
readln (dasaida);
assign (dasai, dasaida);
rewrite (dasai);
readln (dabin, tipo);
write (dasai, 'identificação do projeto de
mecanização=', tipo);
writeln (dasai);
read;
CALCULO_DA_FORCA_DE_TRACAO(T,M,TCP,TRF,D,T1,FT,tp);
CALCULO_DA_CARGA_APLICADA_SOBRE_RODADO(K,Rr,W,X,Y);
DECLIV_ALTIT_SOLO(dec,W,Rd,alt,FT,Ra,so,Rs,Tdp,
Ftd,dt,al,cs);
TRANS_PESO(W1,db,e,TSP);
CALCULO_RESISTENCIA_AO_CISALHAMENTO(Ar,c,f,W,Rc,tp,ts);
readln(dabin, TI);

```

```
If (TI=1) then
  ARADO(R,P,L,N,Rta,Wa,Frd,dec,Frs,so,PO,Q,CT)
else
  if (TI=2) then
    DEMAIS_IMPLEMENTOS( RSI, L, FRL, PI, FRI, K, so,
                        Q, Ftd,FRC,TG);
  readln(dafin,TII);
  if (TII=1) then
    CAP_CAMPO_ARADO ( V,L,Cct,Ccr)
  else
    if (TII=2) then
      CAP_CAMPO_IMP_DIVERSOS (V, wm, Wl, np, Z, F, EP,
                              Cct, Ccr );
    CONDICOES_PATINA ( Q,W,Rr,S,FT,Rs,B,dec);
  close(dasai);
end.
```