

# Projecto de Desenvolvimento Rural Integrado de Trás - os - Montes e Alto Douro

Responsável - Prof. Fernando Bianchi de Aguiar.

(1988)

INTRODUÇÃO GERAL .....	4
<b>OBJECTIVO I</b>	
1- INTRODUÇÃO .....	5
2- OBJECTIVOS DO PROJECTO .....	6
3- ORÇAMENTO .....	7
3.1- Despesas correntes .....	7
3.2- Despesas de capital .....	7
4- METODOLOGIA EXPERIMENTAL .....	8
4.1- Factores considerados na realização dos ensaios .....	9
4.1.1- Parâmetros do solo .....	9
4.1.1.1- Inclinação longitudinal do terreno .....	9
4.1.1.2- Pedregosidade .....	10
4.1.1.3- Humidade do solo .....	11
4.1.1.4- Estado do solo .....	11
4.1.2- Parâmetros do veículo .....	11
4.1.2.1- Relações de transmissão .....	12
4.1.2.2- Pneus .....	12
4.2- Metodologia utilizada e medições efectuadas nos ensaios .....	12
4.2.1- Ensaios à tracção .....	12
4.2.1.1- Ensaios à tracção utilizando dois tractores .....	13
4.2.1.2- Ensaios à tracção utilizando dois tractores e o escarificador .....	14
4.2.2- Ensaios com equipamentos que funcionam à tomada de força .....	15
4.2.2.1- Equipamentos de mobilização do solo .....	16
4.2.2.2- Equipamentos para tratamentos fitossanitários .....	16
5- RESULTADOS .....	18
5.1- Ensaios de tracção utilizando dois tractores .....	18
5.1.1- Análise dos ensaios de tracção em patamares .....	18
5.1.2- Análise dos ensaios de tracção na vinha ao alto .....	21
5.1.2.1- Vinha ao alto com 28 % de inclinação .....	21
5.1.2.2- Vinha ao alto com inclinações diferentes de 28 % .....	23
5.2- Ensaios de tracção utilizando o escarificador .....	26

5.3- Ensaio à TDF utilizando a enxada mecânica .....	29
5.4- Ensaio à TDF utilizando o pulverizador .....	30
5- DISCUSSÃO E CONCLUSÕES .....	32
6.1- Ensaio de tracção realizados em patamares .....	32
6.2- Ensaio realizados em vinhas ao alto com 28 % de inclinação .....	32
6.3- Vinhas ao alto com inclinações compreendidas entre 26 e 35 %, excluindo as linhas com 28 % .....	33

## OBJECTIVO II

1- INTRODUÇÃO.....	34
2- Objectivos do projecto .....	34
2.1- Projecto inicial .....	34
2.2- Alterações posteriores .....	35
3- Metodologia experimental.....	35
4- Resultados .....	36
5- Sugestões e acções futuras .....	36
6-Agradecimentos .....	37
Anexos .....	38

## Lista de abreviaturas

Bin	binário
CCP	coeficiente de correlação parcial
CDM	coeficiente de determinação múltipla
DF	graus de liberdade
ESC	escorregamento
F	relação entre a variação explicada e a do erro
Fer	peças activas do esçarificador
Fesc	ferro esçarificador
Fext	ferro extirpador
FT	força de tracção
FT?	força de tracção correspondente ao escorregamento ?
Hum	humidade em terra fina
Inc	inclinação
K	coeficiente de tracção
Ke	coeficiente de tracção em encosta
Lin	linha (número)
Par	parcela (número)
Ped	pedregosidade
Pne	tipo de pneus
Pr	pressão
Pro	profundidade
r/min	rotações por minuto
RR	resistência ao rolamento
Rtr	relação de transmissão
SE	erro padrão
TDF	tomada de força

## **INTRODUÇÃO GERAL**

O presente trabalho de investigação/experimentação integra-se no Projecto de Desenvolvimento Rural Integrado de Trás-os-Montes e Alto Douro, componente de investigação agrícola aplicada, tendo-lhe sido atribuído o número de ordem 15.

Tem por título genérico "Mecanização das Vinhas de Encosta na Região Demarcada do Douro" e constitui uma segunda fase de um programa, com o mesmo nome, do Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Este programa iniciou-se em 1982 com o trabalho sobre "Comportamento à Tração do Tractor de Rastos nos Novos Sistemas da Cultura da Vinha na Região Demarcada do Douro", que constituiu matéria para a tese de doutoramento do responsável geral do presente projecto.

Dividiu-se este trabalho, em conformidade com os seus objectivos principais, em duas partes, designadas por Objectivo I e Objectivo II.

Na primeira parte abordaram-se aspectos respeitantes à mecanização das novas formas de armação do terreno, com recurso à motorização em tração directa (tractores e alfaias). Na segunda parte procurou-se desenvolver uma solução de mecanização a aplicar em vinhas sem acessos, implantadas de forma tradicional.

## OBJECTIVO I

### 1- INTRODUÇÃO

A Região Demarcada do Douro (RDD) representa, relativamente ao panorama vitícola português, a região de maior importância económica, bem como uma área potencialmente disponível para a produção de vinhos de alta qualidade. Tem, no entanto, dificuldades em competir, em relação aos vinhos não licorosos (designação Douro), tanto no mercado interno como externo, devido às condições de difícil produção, nomeadamente ao relevo, tipo de solos e estrutura fundiária.

Esta região tem mantido, mesmo depois da replantação pós-filoxérica, uma técnica cultural quase inalterada com grande recurso ao trabalho manual, fruto das condições orográficas e pedológicas particularmente difíceis. A sistematização do terreno, feita com terraços inclinados e mais tarde a utilização do solo com o declive natural, revestido com plantações segundo as curvas de nível, dificultou sempre a mecanização, para além de não estar previsto o acesso às parcelas por estrada.

É na RDD que se produz o Vinho do Porto, do qual cerca de 90 % é exportado, sendo a sua qualidade e tradição as principais razões da sua grande penetração nos mercados internacionais.

Os aumentos dos custos dos factores de produção, especialmente a mão-de-obra, tem conduzido ao aumento dos seus preços, o que, conjugados com a conjuntura internacional restritiva, tem levado a uma diminuição do crescimento das exportações.

Assim, para minimizar estes condicionalismos é necessário mecanizar a cultura o que é possível com as novas formas de armação do terreno e aperfeiçoamento das técnicas culturais.

A reconstituição em zonas de encosta só é possível com uma reestruturação parcelar que inclua alguns melhoramentos fundiários no que respeita aos acessos e obras de hidráulica.

As formas de armação do terreno para as condições do Douro tem envolvido estudos realizados tanto no CEVD (Centro de Estudos Vitivinícolas do Douro) como na UTAD (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro). Presentemente, lado a lado com as formas tradicionais, existem aproximadamente 4000 ha de vinha implantada em plataformas horizontais com talude de terra e 600 ha de vinha disposta segundo o maior declive.

Com o presente estudo pretendeu-se contribuir para a obtenção de dados técnicos, que permitam opções racionais das unidades motrizes e restantes equipamentos, quer nas vinhas em patamares quer nas ao “alto”.

## **2- OBJECTIVOS DO PROJECTO**

Pretende-se, neste objectivo, determinar a força de tracção e potência que um tractor de quatro rodas motrizes pode desenvolver, nos diferentes tipos de armação do terreno, em função de vários factores, nomeadamente o tipo de pneus, a cobertura pedregosa, o teor de humidade, o declive longitudinal e outros. Serão também determinadas as forças de tracção e potências necessárias para as principais operações culturais da vinha, por forma a poder-se escolher racionalmente, para cada situação, o tractor que permite a realização dessas operações.

### **3- ORÇAMENTO**

O orçamento disponível para este projecto é o que consta no contrato estabelecido entre a UTAD e a CCRN que se engloba no âmbito do protocolo assinado em 9 de Setembro de 1983.

Relativamente às despesas tem-se:

#### **3.1- Despesas correntes**

Nos anos de 1987 e 1988 foram gastos os seguintes montantes, em contos:

- remuneração a pessoal científico, técnico e outro - 1596 + 1915;
- consultoria técnica - 480 + 580;
- despesas de deslocação e estadia - 270 + 384;
- outras despesas que incluem combustíveis para tractores e manutenção - 120 +150;
- missões de estudo - 460 + 540;
- impressão dos relatórios parciais e finais - 30 + 50

#### **2.2- Despesas de capital**

As despesas de capital, em contos, relativamente ao ano de 1987, para aquisição de material foram as seguintes:

- 1 captor extensométrico de forças - 440;
- 1 medidor torsiométrico de binário - 725;
- 1 traçador compacto de gráficos - 400;
- 1 tractor de 4RM de 35 kW - 3575
- 2 jogos de pneus - 500;
- 1 jogo de jantes - 300;
- 1 escarificador vinhateiro - 40;
- 1 enxada mecânica - 400;
- 1 pulverizador de jacto transportado - 270.

Relativamente à bibliografia foram gastos, em 1987 e 1988, 150 e 200 contos, respectivamente. Em deslocações ao estrangeiro gastaram-se:

- em 1987, 480 contos;
- em 1988, 540 contos.

Assim, considerando o total das despesas efectuadas, estas são de 14249 contos.



#### 4- METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A segunda parte do trabalho tem como principal objectivo a apresentação dos factores considerados nos ensaios, assim como da metodologia utilizada e resultados dos mesmos.

A utilização de dois tractores deveu-se ao facto de, para além do tractor de ensaios, necessitarmos de um tractor com elevada massa (tractor de rastos), para ser utilizado como travão e ou, para rebocar o primeiro.

As alfaias utilizadas, foram escolhidas tendo em consideração as operações culturais que normalmente são realizadas com meios mecânicos na RDD, tendo todas elas órgãos de suporte para não conduzirem ao desequilíbrio longitudinal do tractor.

A escolha dos locais de ensaio fez-se em função das áreas postas à nossa disposição na Quinta de S.Luiz (Adorigo) e por forma a obtermos a maior amplitude de variação dos factores a estudar nas várias operações culturais. A terminologia utilizada neste trabalho é a estabelecida pela norma **ASAE S296.2**.

Os factores medidos foram integrados em fichas, elaboradas com recurso a uma folha de cálculo, que permite a obtenção imediata dos diferentes resultados dos ensaios. Para identificação destas fichas utilizou-se a primeira letra do tipo de ensaios, assim como o número de ordem e as datas de realização. Exemplo:

t1120589

t- ensaio de tracção;  
1- primeiro ensaio realizado;  
12- dia da realização;  
05- mês;  
89- ano.

Em cada uma destas fichas é discriminado o local, número da parcela e da linha, assim como o estado do solo, humidade, com e sem elementos grosseiros, inclinação e pedregosidade. São apresentados também os dados relativos ao tractor e equipamentos como sejam a relação de transmissão utilizada, regime, escorregamento em vazio, tipo de pneus e sua pressão, profundidades de trabalho, e outras.

Os resultados obtidos com as folhas de cálculo foram ajustados mediante equações, do primeiro ou segundo grau, conforme o coeficiente de determinação múltiplo obtido, o que permitiu apresentar os valores de todos os ensaios de cada grupo, de uma forma facilmente comparável. Devido ao elevado número de fichas não é possível a apresentação de todas elas pelo que se fez

um resumo para cada um dos grupos de equipamentos; apresenta-se, no anexo 9, um exemplar destas fichas.

#### **4.1- Factores considerados na realização os ensaios**

Os factores considerados nos ensaios de tracção, encontram-se normalizados pela "**International Society of Terrain Vehicle Systems**", e são divididos em:

- parâmetros relativos ao solo;
- parâmetros relativos ao veículo.

##### **4.1.1- Parâmetros do solo**

Os parâmetros do solo são apresentados na norma **SAE J939 "Evaluation of Off-Road Vehicle Trafficability"** e estão agrupados em:

- parâmetros estáveis;
- parâmetros instáveis.

No primeiro grupo inclui-se a classificação edafológica do solo, o seu perfil cultural, os limites de Atterberg e a topografia do terreno; no segundo, o Índice de Cone, a coesão, o ângulo de atrito interno e a quantidade de água no solo. Destes factores, e por limitações de ordem técnica, estudámos apenas os seguintes:

- inclinação longitudinal do terreno;
- pedregosidade;
- humidade do solo;
- estado do solo.

##### **4.1.1.1- Inclinação longitudinal do terreno**

A inclinação longitudinal do terreno afecta a capacidade de tracção dos tractores pela transferência de massa entre os eixos, podendo, em grandes declives, fazer com que apenas um deles tenha aderência, o que poderá não permitir desenvolver força de tracção suficiente para vencer a resistência ao rolamento (RR) e de encosta (RE).

O estudo deste factor, medido com um clisímetro, consta fundamentalmente da realização de ensaios em patamares, cuja inclinação se considerou como nula, embora, em alguns casos esta possa chegar aos 2%, e em declives crescentes, a partir dos 26%, nas vinhas ao alto, até

se conhecer o ângulo crítico de perda de controlo, ou seja, o ângulo a partir do qual o tractor patina sem se deslocar. O seu valor é dado pela tangente do ângulo formado pela linha que passa pelo meio da roda e o extremo do comprimento do trajecto feito por estas, depois de bloqueadas pelos travões, até o tractor se imobilizar, com a horizontal.

Estes ensaios permitem determinar qual a força de tracção à barra disponível em cada inclinação e, por comparação com as exigências em força de tracção das operações culturais, saber até que declive estas são realizáveis.

#### 4.1.1.2- Pedregosidade

Sendo os solos desta região fundamentalmente xistosos e de pequena espessura, a pedregosidade à superfície é muito importante, influenciando a aderência dos pneus e, conseqüentemente, a força de tracção desenvolvida. Assim, para estudar as variações desta última, em função deste factor, escolheram-se parcelas, quer nas vinhas instaladas em patamares quer nas ao alto, com classes de pedregosidade diferentes.

A classificação de pedregosidade utilizada, baseou-se na classificação americana (USDA), socorrendo-nos, para determinação das classes, de uma rede de 1 X 1 metro, com uma malha de 0,1 X 0,1 metro.

Tabela de classificação da pedregosidade

Classes	% de solo coberta	distância entre pedras (metros)
1	< 0,01	> 25
2	0,01-0,1	> 8
3	0,1-3	> 1
4	3-15	> 0,5
5	15-50	> 0,1
6	> 50	< 0,1
7	> 50	±0

Sendo os limites das classes de cobertura demasiado latos a determinação da pedregosidade foi complementada com a contagem do número de pontos da diagonal da rede, que incluem os vértices da malha, excepto o central (vinte no total), que interceptavam as pedras, correspondendo a cada ponto 5% de cobertura do solo. Esta percentagem, juntamente com a distância entre pedras, permite-nos determinar as classes anteriormente indicadas.

Para cada ensaio foram feitas várias medições conforme a homogeneidade da cobertura pedregosa, havendo, por vezes, diferenças acentuadas dentro da mesma linha. Nestas

circunstâncias, o seu valor é a média aritmética das medições efectuadas; quando estas diferenças eram consideradas exageradas, as linhas eram preteridas.

Das classes apresentadas são, sem dúvida, as relativas aos números 4, 5, 6 e 7 as mais representativas, havendo, especialmente nas duas últimas, uma influência muito acentuada do tamanho das pedras na capacidade de tracção, o que não foi tomada em consideração, pelo que os resultados dos ensaios apresentam, por vezes, diferenças acentuadas.

#### **4.1.1.3- Humidade do solo**

A presença de água no solo faz variar a sua coesão e o ângulo de atrito interno, o que altera a tensão de corte e, conseqüentemente, a deformação do solo, que condiciona por sua vez a força de tracção; a tensão de corte e a deformação do solo não são proporcionais. Assim, para se estudar a influência deste factor colheram-se, para cada ensaio, três amostras em que se determinou o teor de humidade, com e sem elementos grosseiros. A separação destes elementos fez-se utilizando uma rede de 1 milímetro de malha.

#### **4.1.1.4.- Estado do solo**

Quando da realização dos ensaios deparámos com diferentes estados do solo, relativamente ao seu grau de preparação, resultante das operações culturais anteriores. Assim, e considerando que esta heterogeneidade influencia o estado de compactação e conseqüentemente a força de tracção, dividiu-se o solo em três classes:

- solo mobilizado;
- solo não mobilizado;
- solo não mobilizado e compactado.

Na última classe não foi feita qualquer distinção entre o número de passagens efectuadas.

#### **4.1.2- Parâmetros do veículo**

Os parâmetros do veículo normalmente considerados nestes ensaios são a massa, as cargas estáticas e dinâmicas nos eixos, as transmissões e as ligações das alfaías. Neste trabalho serão ensaiados:

- diferentes relações de transmissão;
- dois tipos e pressões dos pneus;

#### **4.1.2.1- Relações de transmissão**

As relações de transmissão utilizadas foram a 3, 4, 5 e 6, sempre a 2500 r/min, que nos permite obter a gama de velocidades normalmente empregues nesta cultura.

#### **4.1.2.2- Pneus**

Para estudar a influência dos pneus na tracção utilizaram-se dois conjuntos de pneus radiais, 8.25-16 e 10.0/75-15, com água a 75% do seu volume, por forma a aumentar a sua massa e baixar o centro de gravidade. A pressão utilizada foi a recomendada pelo fabricante, 120 kPa e 100 kPa; com esta última pretendeu-se obter uma maior deformação dos pneus e, conseqüentemente, maior área de contacto com o solo. A diferença de altura entre os dois tipos de pneus é relativamente grande o que afecta a posição do centro de gravidade, reduzindo, também, a velocidade de translação do tractor para a mesma relação de transmissão e regime.

### **4.2- Metodologia utilizada e medições efectuadas nos ensaios**

A metodologia utilizada e medições efectuadas nos ensaios de tracção são diferentes das dos ensaios à tomada de força pelo que se apresentarão em separado.

#### **4.2.1- Ensaio à tracção**

Os ensaios à tracção tem como objectivo determinar a força de tracção e ou potência, que um tractor pode desenvolver em diferentes situações com diferentes níveis de escorregamento. Estes dois factores estão interligados pois, para que aquela se desenvolva, é necessário que haja escorregamento dos órgãos de locomoção relativamente ao solo; a sua evolução depende dos parâmetros anteriormente indicados, tendo geralmente a força de tracção um acréscimo, de início, em termos proporcionais, maior que o escorregamento, verificando-se, à medida que este aumenta, um decréscimo chegando mesmo a diminuir em valores absolutos.

A evolução da força de tracção em função do escorregamento permite, assim, ajustar uma curva do segundo grau (é a que apresenta o maior coeficiente de determinação), aplicando o método dos mínimos quadrados, aos resultados obtidos, fazendo-a passar pelo escorregamento em vazio, que é o escorregamento obtido sem o tractor realizar qualquer força de tracção à barra.

A determinação da força de tracção foi obtida utilizando um captor extensométrico, sendo os valores registados na impressora e no traçador de gráficos. Relativamente aos primeiros, estes são introduzidos na ficha elaborada para o efeito, determinando-se a sua média, valor máximo e

mínimo e desvio padrão, sendo os obtidos graficamente integrado com um planímetro; o resultado final da força de tracção é a média destes dois valores.

A determinação do escorregamento pode ser feita de diferentes formas, sendo a por nós utilizada baseada na medição do número de impulsos, contados por uma célula magnética colocada junto da jante de uma das rodas traseiras onde está montada uma coroa circular com parafusos equidistantes. Assim, faz-se um ensaio prévio, com um dado comprimento, dependente da relação de transmissão utilizada, em que o tractor de ensaios é rebocado, considerando-se o número de impulsos obtido como correspondendo ao escorregamento nulo o que, quando comparado com o obtido em trabalho, ou com o tractor apenas a deslocar-se, permite determinar o escorregamento real.

A utilização desta metodologia conduz, em determinadas circunstâncias, especialmente em linhas com microrelevo acentuado, à obtenção de escorregamentos em vazio negativos os quais são considerados como nulos no ajustamento das curvas.

A fórmula utilizada para esta determinação é a seguinte:

$$e = (l_e - l_o) / l_e * 100 [\%]$$

em que:

e - escorregamento;

$l_e$  - número de impulsos obtido em trabalho;

$l_o$  - número de impulsos quando rebocado.

O comprimento dos trajectos para a realização destes ensaios foi, normalmente, de sete metros para as 3 e 4 relações de transmissão e de 10 metros para as seguintes, pois eram as distâncias que permitiam obter um número suficiente de valores, mantendo constantes as condições do ensaio, e que dava tempo para o operador actuar nos equipamentos de medição. Trajectos superiores aos indicados implicavam, geralmente, a utilização do sistema de travagem e ou direcção do tractor de rastos, com a conseqüente diminuição do seu poder travão e ou força de tracção.

Para além dos factores mencionados determinou-se também, para cada ensaio, o tempo gasto no trajecto, que nos permite determinar a velocidade real de deslocamento e que, juntamente com a força de tracção, dá a potência à tracção desenvolvida.

#### **4.2.1.1- Ensaio de tracção utilizando dois tractores**

A utilização de dois tractores, sendo o tractor de ensaios (o de rodas) e o outro o veículo travão (o de rastos), permite simular todos os níveis de escorregamento desejados, pois,

mediante diferentes relações de transmissão e regimes motor do tractor travão, impõe-se diferentes velocidades de translação do tractor de ensaios. Tendo o tractor travão, uma massa muito superior ao de rodas, não existe o problema do possível arrastamento daquele.

A metodologia seguida nestes ensaios consta de:

- determinação da resistência ao rolamento do tractor de ensaios;
- determinação da força de tracção para diferentes níveis de escorregamento.

No primeiro grupo o tractor de rastos rebocava o tractor de ensaios, que estava em ponto morto, sendo determinado também o número de impulsos, que corresponde ao escorregamento nulo.

Na segunda fase o tractor de rodas era utilizado numa dada relação de transmissão e ao regime de 2500 r/min, sendo o de rastos também engrenado em apenas uma relação, mas a um regime elevado, para, mediante a sua diminuição nos trajectos seguintes, aumentarmos o escorregamento.

O número de medições dependia da área homogénea disponível, utilizando sempre mais que cinco trajectos, por forma a obter um número de valores que permitisse um melhor ajustamento da curva.

Assim as variáveis medidas em cada uma destas fases foram:

- força de tracção;
- número de impulsos;
- tempo gasto no trajecto.

O número de impulsos, medidos na segunda fase, permite conhecer, quando comparado com o obtido na determinação da resistência ao rolamento, o escorregamento de cada medição pelo que, quando se atinge o valor de escorregamento máximo definido (45-50 %), termina-se o ensaio, ou, caso se pretenda um maior número de valores para traçar a curva, aumenta-se o regime do tractor travão, para se obterem pontos intermédios aos anteriormente determinados.

#### **4.2.1.2- Ensaios à tracção utilizando os dois tractores e o escarificador.**

Neste grupo de ensaios, e à semelhança do que se fez anteriormente, consideraram-se duas fases:

- utilização do tractor de ensaios com o escarificador montado e o tractor de rastos para o rebocar;

- utilização do tractor de ensaios com o escarificador.

Na primeira fase determina-se a resistência ao rolamento do tractor de ensaios e a força de tracção necessária para se trabalhar a diferentes profundidades - 3, 6, 9, 12 cm, com os ferros escarificadores, e 1, 4, 7, 10 cm, com os extirpadores. A determinação da resistência ao rolamento faz-se com as rodas de tancharia apoiadas no solo mas sem o escarificador realizar qualquer trabalho. Nestas determinações para além do número de impulsos relativo ao escorregamento nulo, obtém-se a resistência ao rolamento que irá ser subtraída às medições seguintes, quando da realização de trabalho, para se conhecer a força de tracção à barra necessária para o escarificador.

Na segunda fase, apenas com o tractor de ensaios e o escarificador, determina-se o número de impulsos que, por comparação com o obtido na determinação da resistência ao rolamento, permite conhecer o escorregamento e o tempo gasto no trajecto para obtenção da velocidade real de trabalho.

Assim, cada ensaio necessita de dez determinações, sendo as medições, com e sem o tractor de ensaios rebocado, feitas alternadamente, para obtenção de pares de valores consecutivos de força de tracção e escorregamento.

O ajustamento da força de tracção às profundidades e escorregamento é feita por regressão utilizando equações do segundo grau. A comparação destas duas curvas permitem conhecer qual o escorregamento relativo a cada profundidade de trabalho, assim como a profundidade máxima que se consegue, nas condições em causa, que corresponde ao ponto máximo da curva força de tracção - escorregamento.

A inexistência de vinhas ao alto na região com inclinações inferiores a 26% não permitiu a realização de ensaios com o escarificador neste tipo de vinhas, pois a força de tracção à barra disponível não é suficiente.

#### **4.2.2- Ensaio com equipamentos que funcionam à tomada de força**

Os ensaios com os equipamentos que funcionam à tomada de força têm como finalidade a determinação do binário e ou potência necessários para o seu accionamento.

As determinações realizadas neste grupo foram feitas utilizando quer o captor extensométrico, para determinação da resistência ao rolamento, quer o captor torçométrico, que permite conhecer o binário de accionamento e o regime à tomada de força. Os valores obtidos têm um tratamento semelhante aos dos ensaios de tracção utilizando-se também o traçador de gráficos. O escorregamento neste ensaios não tem a mesma importância que nos anteriores, embora o seu valor seja calculado.

Neste grupo os equipamentos foram divididos em:

- equipamentos de mobilização do solo;
- outros equipamentos.

#### **4.2.2.1- Equipamentos de mobilização do solo**

O equipamento de mobilização do solo utilizado é uma enxada mecânica montada no tractor de ensaios, constando estes de duas fases:

- determinação da resistência ao rolamento;
- determinação do binário de accionamento.

Na primeira fase as medições da força de tracção são feitas com o tractor de ensaios rebocado, encontrando-se em ponto morto, assim como a enxada mecânica pois, embora diferentes regimes desta provoquem diferentes impulsões, na prática, pela necessidade que havia em termos de número de trajectos, é impossível a sua determinação, para cada relação de transmissão da enxada. As medições efectuadas nesta fase são, para além da força de tracção, o tempo gasto no percurso e o número de impulsos que corresponde ao escorregamento nulo.

Na segunda fase utiliza-se apenas o tractor de ensaios com a enxada mecânica para determinação do binário necessário ao seu accionamento. Estas medições são efectuadas fazendo variar a profundidade de trabalho (12, 16 e 20 cm) e a relação de transmissão da caixa de velocidades do equipamento (três velocidades).

As relações de transmissão do tractor de ensaios utilizadas são 3, 4, 5, 6 e o regime motor de 2000, 1700 e 1500 r/min (410, 340 e 300 r/min da tomada de força), tendo-se abandonado depois o primeiro regime pois conduzia a uma rápida degradação das peças activas e tornava praticamente impossível a condução do tractor pela trepidação ocasionada pelo choque das enxadas com o solo (pedras). Só se deverão utilizar as 2000 r/min do motor quando a potência, a regimes mais baixos, for limitativa, utilizando-se neste caso a relação mais baixa da caixa de velocidades da enxada mecânica.

Em cada uma destas determinações são também medidos o número de impulsos e o tempo gasto, que permite determinar a velocidade de trabalho, assim como, juntamente com o regime da enxada, o comprimento da fatia de solo mobilizado.

Devido à impulsão resultante do funcionamento do equipamento o escorregamento é pequeno. Assim, para cada ensaio obtêm-se três curvas relativas às relações de transmissão da enxada, com três pontos cada, em função da profundidade; a relação de transmissão e regime do tractor são constantes para cada ensaio.

#### **4.2.2.2- Equipamentos para tratamentos fitossanitários**

Neste grupo dispusemos de um pulverizador marca Rocha, de 200 litros de capacidade, e cujo princípio de pulverização é de jacto transportado com ventilador axial .

Na primeira fase dos ensaios determinou-se a resistência ao rolamento do tractor e pulverizador, a qual, ao contrário do equipamento anterior, não é afectada pelo funcionamento do pulverizador.

Na segunda fase as medições relativas ao binário de accionamento do pulverizador são obtidas fazendo variar a pressão de funcionamento deste (três pressões diferentes). Utilizaram-se também três relações de transmissão do tractor em cada ensaio, o que permite, juntamente com o débito correspondente a cada pressão, conhecer o volume de calda em cada uma destas situações; estes valores são expressos por 100 metros, pois o compasso das vinhas nem sempre é o mesmo.

## 5- RESULTADOS

A análise estatística dos ensaios foi feita utilizando a análise de regressão múltipla, método da selecção passo a passo (**Stepwise**), que permite a escolha, por ordem de importância, das variáveis independentes que influenciam os resultados dos ensaios, assim como a determinação das correlações parciais dos diferentes factores relativamente às variáveis dependentes, mantendo-se todas as outras constantes.

O intervalo de confiança utilizado foi de 80% e o valor de **F** - relação entre a variação resultante da aplicação de diferentes níveis de um factor (variação entre colunas) e a do erro experimental observada em cada nível (variação dentro de cada coluna) é de 4, sendo as equações de regressão obtidas apenas com os factores seleccionados para estas condições.

### 5.1- Ensaios de tracção utilizando os dois tractores

Estes ensaios de tracção foram realizados quer em vinhas em patamares quer nas vinhas ao alto, os quais apresentam diferenças acentuadas, pelo que a sua análise é feita separadamente. As forças de tracção (FT) utilizadas nas análises estatísticas são as correspondentes aos escorregamentos de 15, 30 e 45%.

#### 5.1.1- Análise dos ensaios de tracção em patamares

Os factores estudados nestes ensaios foram o estado do solo, sua humidade, pedregosidade, relação de transmissão e pressão dos pneus; o tipo de pneus não foi testado pois o compasso das vinhas não o permitiu. O resumo dos resultados destes ensaios encontram-se no anexo 10.

Para escorregamentos (ESC) de 15%, a humidade é o factor que apresenta um coeficiente de correlação parcial (CCP) mais elevado, 0.54, sendo o único auto - seleccionado; a pedregosidade, com 0.46, é o segundo factor mais importante. O coeficiente de determinação (CDM) do modelo - quociente entre a variação explicada e a total, com apenas estes dois factores, é de 0.29, com um quadrado do erro padrão (MSE) de 1347 e 27 graus de liberdade (DF); introduzindo as restantes variáveis independentes no modelo o CDM é de 0.50.

Coefficientes da equação da força de tracção correspondente a 15% de escorregamento

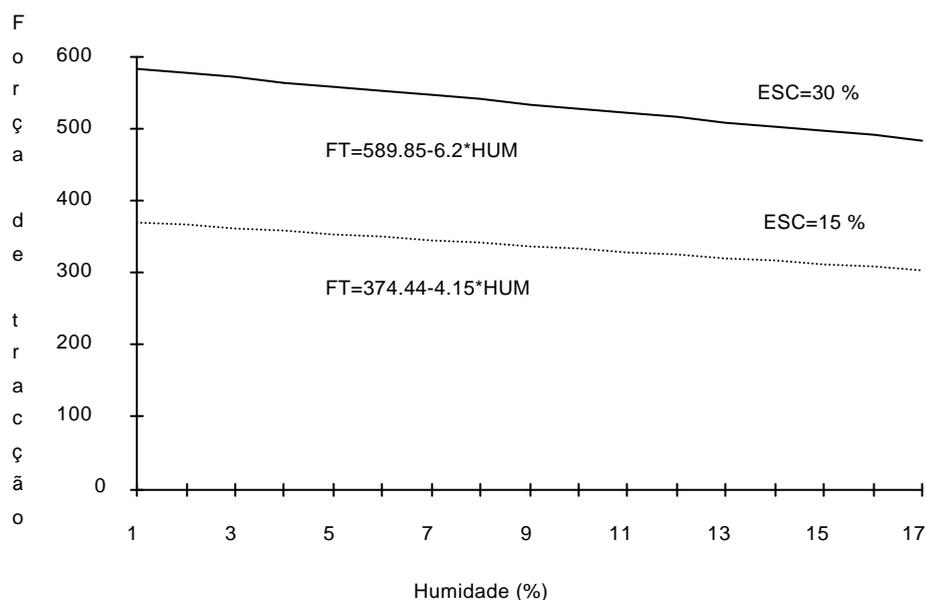
Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	374.44	0.000
Humidade	-4.15	0.002

Relativamente à análise dos resultados obtidos com 30% de escorregamento, a humidade e pedregosidade continuam a ser os factores que maior correlação tem com a força de tracção, tendo, no entanto, a pressão dos pneus alguma importância. Os coeficientes de correlação parcial para estes factores são 0.66, 0.41 e 0.37. À semelhança do caso anterior apenas a humidade é seleccionada sendo o CDM do modelo de 0.44, com um MSE de 1576 e 28 DF.

Coeficientes da equação da força de tracção correspondente a 30% de escorregamento

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	589.85	0.000
Humidade	-6.200	0.001

Representando graficamente as duas equações anteriores tem-se:



**Figura 1** - Influência da humidade na força de tracção, em patamares, com 15 e 30 % de escorregamento.

Relativamente ao escorregamento de 45% é a pedregosidade que tem maior CCP- 0.52, sendo o único factor seleccionado, tendo a equação de regressão um CDM de 0.27, um MSE de 1922 com 27 DF. Estes ensaios foram realizados em apenas duas classes de pedregosidade, uma com 0% e outra com 100% de cobertura pedregosa, as quais se consideraram como variáveis categóricas.

Coefficientes da equação da força de tracção correspondente a 45% de escorregamento

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	577	0.000
Pedregosidade	-52.167	0.004

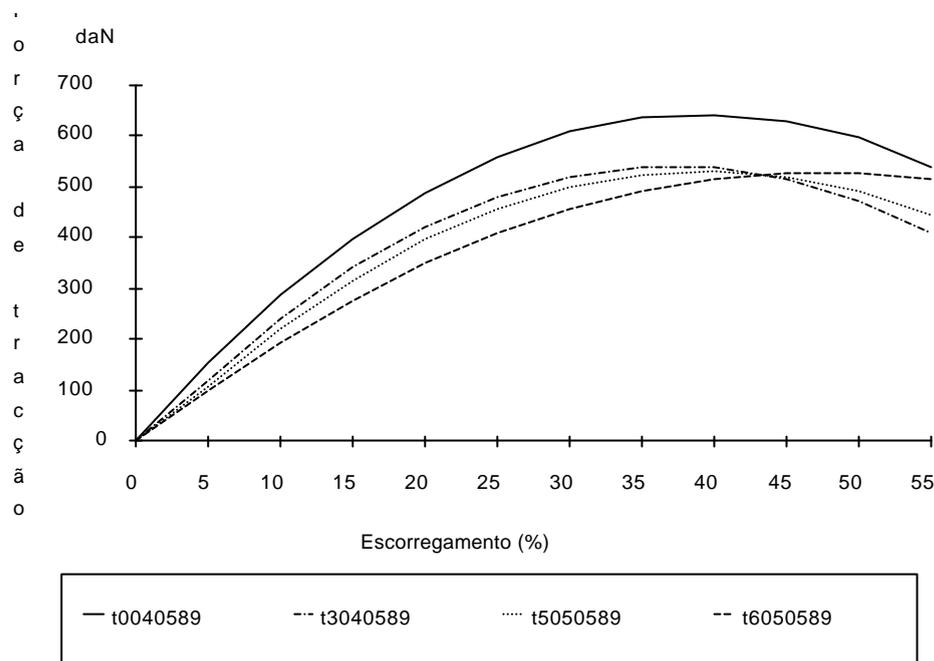
Das análises efectuadas para os diferentes escorregamentos pode-se concluir que a humidade e a pedregosidade são os factores que maior influência tem na força de tracção, influência negativa, tendo a pressão dos pneus e as relações de transmissão uma influência pequena, mas positiva.

Considerando os três escorregamentos e para os valores mínimo (0%) e máximo (17%) de humidade a força de tracção, em daN, e os coeficientes de tracção (K), variam entre os seguintes valores:

FT(daN)	K	SE
354 e 293	0.31 e 0.26	18 e 13;
572 e 476	0.50 e 0.42	14 e 9;
538 e 518	0.47 e 0.45	33 e 14.

Para o escorregamento de 45% e para níveis de cobertura pedregosa < 5% e > 95%, os valores da força de tracção variam de 577 a 525 daN, com SE de 10 e 14 daN, respectivamente.

Representando graficamente a variação da força de tracção em função do escorregamento para alguns dos ensaios efectuados tem-se:



**Figura 2** - Variação da força de tracção em função do escorregamento, em patamares.

### 5.1.2- Análise dos ensaios de tracção na vinha ao alto

No estudo dos ensaios realizados na vinha ao alto consideram-se, para além dos factores mencionados, a inclinação longitudinal da linha e o tipo de pneus. Sendo a inclinação, responsável pela resistência de encosta ( $R_e$ ), o factor que maior influência tem na predição da força de tracção, procedeu-se à análise dos resultados considerando apenas os ensaios realizados com 28 % de inclinação e, numa segunda fase, os restantes.

O resumo dos resultados dos ensaios da vinha ao alto encontram-se no anexo 11.

#### 5.1.2.1- Vinha ao alto com 28 % de inclinação

Dos factores incluídos e para escorregamentos de 15%, a pressão dos pneus foi o que apresentou uma correlação parcial mais elevada, 0.99 sendo o único factor seleccionado. A humidade com um CCP de 0.46 é o segundo factor. O modelo escolhido tem um CDM de 0.98, para um MSE de 46 com 13 DF.

Coefficientes da equação da força de tracção correspondente a 15% de escorregamento

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	112.67	0.000

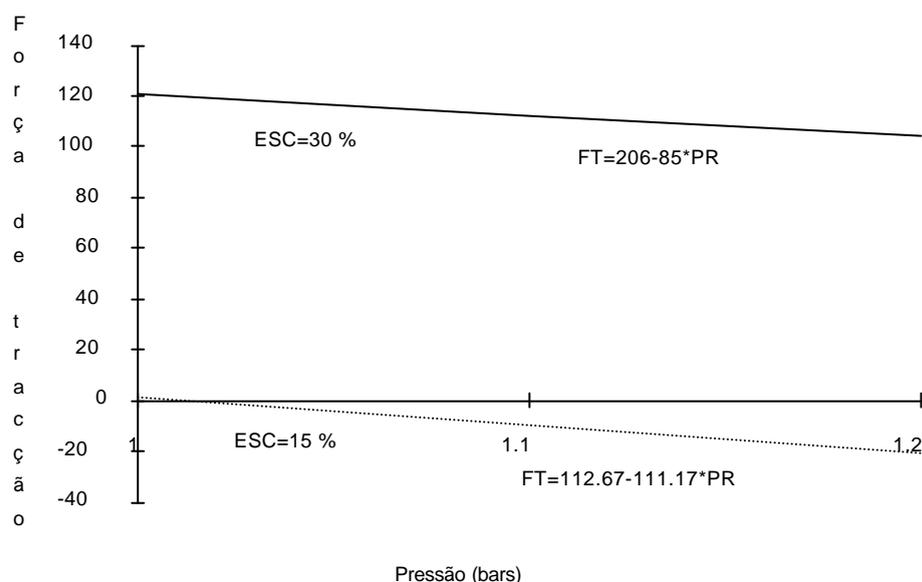
Pressão	-111.17	0.000
---------	---------	-------

Para escorregamentos de 30 % a pressão continua a ser o principal factor, com um CCP de 0.75, sendo a única variável independente seleccionada. A humidade e pedregosidade com CCP de 0.46 e 0.47, têm uma influência acentuada na força de tracção obtida. O modelo tem um CDM de 0.57 para um valor de MSE de 1015 e com 13 DF.

Coefficientes da equação da força de tracção correspondente a 30% de escorregamento

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	206	0.000
Pressão	-85	0.001

Representando graficamente estas duas equações tem-se:



**Figura 3** - Influência da variação da pressão dos pneus na força de tracção das vinhas ao alto com 28 % de inclinação.

Como se pode constatar no gráfico da figura 3 escorregamentos de 15 % não permitem, para valores da pressão dos pneus superiores a 1 bar (100 kPa) desenvolver força de tracção à barra.

Para escorregamentos de 45 % o estado do solo é o principal factor a influenciar a força de tracção, apresentando um CCP de 0.69, seguindo-se-lhe a pedregosidade com 0.46. O CDM do modelo é de 0.47, com um MSE de 525 e 15 DF.

Coefficientes da equação força de tracção correspondente a 45% de escorregamento

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	177	0.000
Solo	45.7	0.005

Considerando esta situação particular da vinha ao alto pode-se concluir que há todo o interesse em se utilizar pressões mais baixas que as normalmente recomendadas, tendo também a mobilização do solo um efeito bastante negativo na aderência das rodas motrizes, o que conduz a decréscimos acentuados da força de tracção.

Dos restantes factores a humidade tem alguma importância para escorregamentos inferiores a 30%, sendo depois a pedregosidade o factor com maior peso.

Para escorregamentos de 15 % e em relação à pressão, o valor médio da força de tracção para as duas pressões ensaiadas (100 e 120 kPa), é de 112 e 1 daN, (coeficientes de tracção em encosta -  $K_e$ , de 0.10 e 0); para 30 % esses valores são 206 e 121 ( $K_e=0.18$  e 0.11) e para 45 % de 233 e 205 ( $K_e = 0.20$  e 0.18). Em relação a este último nível de escorregamento e para solo mobilizado e não mobilizado têm-se forças de tracção de 177 e 222 daN ( $K_e = 0.15$  e 0.19).

#### 5.1.2.2- Vinha ao alto com inclinações diferentes de 28%.

Para o primeiro nível de escorregamento o tipo de pneus e sua pressão são os factores com maiores CCP, 0.80 e 0.59, respectivamente, sendo escolhidos para elaboração do modelo. Este apresenta um CDM de 0.83 com um MSE de 231 e 21 DF. A pedregosidade apresenta um CCP de 0.30.

Os coeficientes e níveis de significância obtidos para a equação foram os seguintes:

Coefficientes da equação da força de tracção correspondente a 15% de escorregamento

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	39.4	0.000
Pressão	-37.78	0.000
Tipo de pneus	93.7	0.001

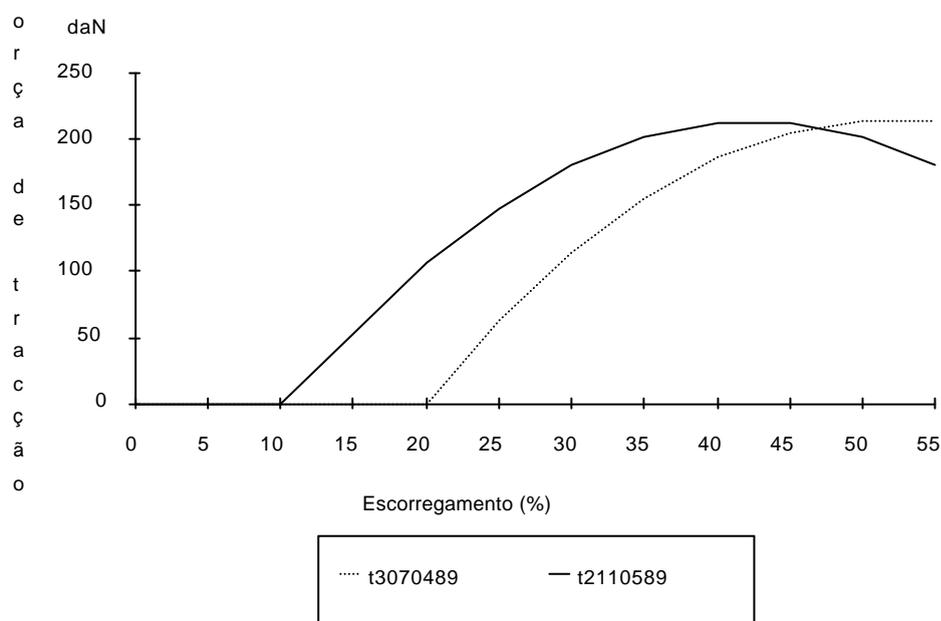
Relativamente ao escorregamento de 30 % o tipo de pneus tem o maior CCP - 0.52, seguindo-se a inclinação e pressão dos pneus com 0.48 e 0.31. O CDM é de 0.74 com um MSE de 1206 e 20 DF.

Coefficientes da equação da força de tracção correspondente a 30% de escorregamento

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	567.7	0.000
Inclinação	-13.3	0.000
Pressão	-79.8	0.000
Tipo de pneus	114.4	0.000

Utilizando dois dos ensaios realizados a representação gráfica da influência da pressão dos pneus na curva força de tracção vs escorregamento, constata-se a vantagem da utilização de pressões mais baixas, para níveis de escorregamentos inferiores a 40-45 %.

Assim tem-se:



**Figura 4** - Influência da pressão dos pneus na força de tracção, nas vinhas ao alto.

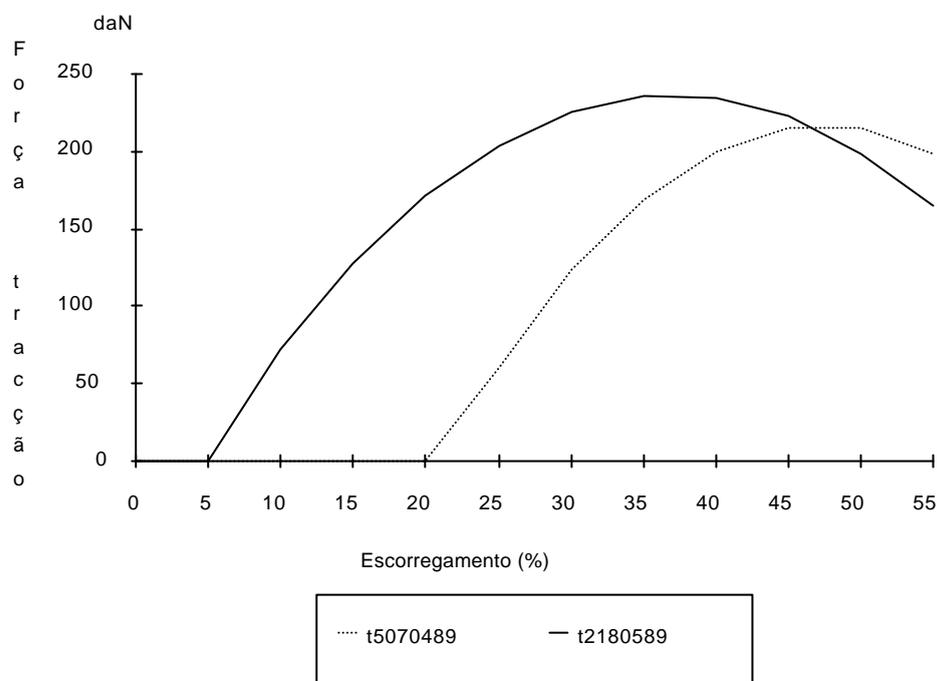
Para escorregamentos de 45% a inclinação é o factor com maior CCP (0.59), seguindo-se o tipo de pneus (0.40). O CDM é de 0.51 com um MSE de 1612 e 21 DF.

Coefficientes da equação da força de tracção correspondente a 45% de escorregamento

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	548.9	0.000
Inclinação	-12.2	0.000

Tipo de pneus	-65.8	0.015
---------------	-------	-------

Representando graficamente a influência do tipo de pneus na força de tracção, constatou-se um menor escorregamento dos pneus largos. Assim tem-se:



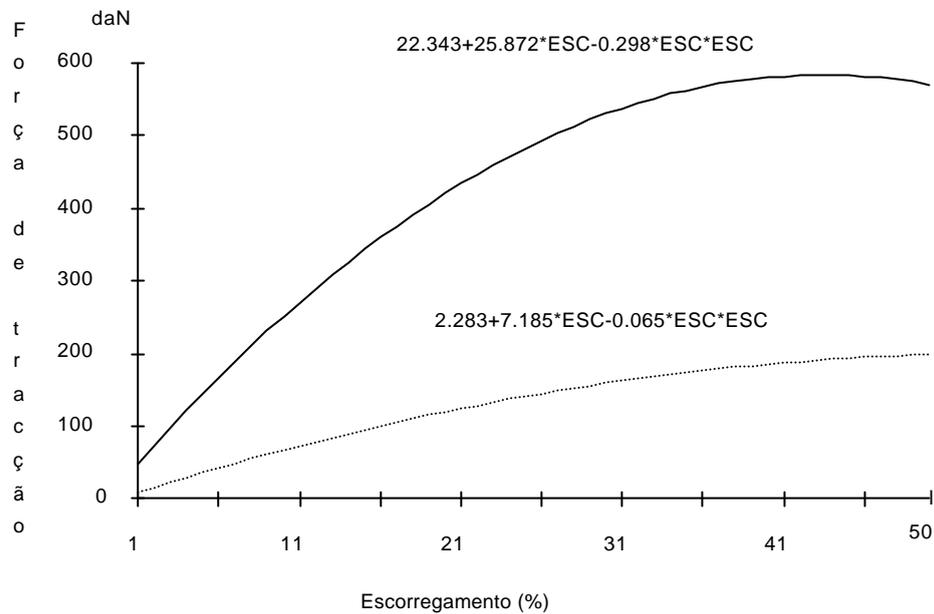
**Figura 5** - Influência do tipo de pneus na força de tracção nas vinhas ao alto.

Considerando os ensaios em conjunto estes revelam uma influência negativa da inclinação das linhas, tendo os pneus mais largos interesse para níveis de escorregamentos baixos; só é desvantajosa para deslizamentos próximos dos 45 %. A razão deste facto prende-se com a sua massa que é muito grande o que faz com que a curva FT vs ESC atinja o seu valor máximo em escorregamentos bastante baixos, começando depois a decrescer.

O aumento da pressão dos pneus implica uma redução da aderência ao solo, embora em escorregamentos mais elevados, o seu enterramento permite entrar em contacto com camadas mais compactadas aumentando a força de tracção.

Considerando o escorregamento de 30% e para os dois tipos de pneus ensaiados, os valores da força de tracção variam de 106 a 203 daN ( $Ke = 0.10$  e  $0.18$ ) e para 45 % de 181 a 118 ( $Ke = 0.16$  e  $0.10$ ). Para os limites de inclinação utilizados, 26 e 35 %, com escorregamentos de 30 %, aqueles valores variam de 114 a 21 daN ( $Ke = 0.10$  e  $0$ ) e para escorregamentos de 45 % de 234 a 133 ( $Ke = 0.20$  e  $0.12$ ). Fazendo variar as pressões entre 100 e 120 kPa, com escorregamentos de 30 %, tem-se 155 e 108 daN ( $Ke = 0.14$  e  $0.10$ ) de força de tracção e para 45 % de 166 e 177 daN ( $Ke = 0.15$ ).

Em resumo, considerando a variação da força de tracção em função do escorregamento nas vinhas em patamares e ao alto, tem-se:



**Figura 6** - Variação da força de tracção em função do escorregamento nas vinhas em patamares e ao alto.

## 5.2- Ensaio de tracção utilizando o escarificador.

A análise estatística destes ensaios foi feita utilizando o mesmo método mas com as profundidades de trabalho em vez do escorregamento. O resumo dos resultados destes ensaios encontram-se no anexo 12.

Os factores considerados foram a humidade, a pedregosidade, a pressão dos pneus e peças activas do escarificador. Destes, considerando a profundidade n.º 2, o que apresenta maior CCP é a pedregosidade (0.85) seguindo-se a humidade (0.68) e as peças activas (0.63), sendo todos seleccionados pelo modelo; este tem um CDM de 0.81 com um MSE de 1273 e 25 DF.

Relativamente aos coeficientes da equação estes são os seguintes:

Coeficientes da equação da força de tracção correspondente à profundidade n.º 2

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	470.2	0.000
Humidade	-5.43	0.004
Pedregosidade	-1.49	0.000
Peças activas	37.99	0.035

A análise destes valores permite concluir que os factores intrínsecos ao tractor não têm praticamente influência na força de tracção necessária para se trabalhar a esta profundidade, sendo os relativos ao solo e escarificador os principais responsáveis por essa força.

O estudo destes factores para a profundidade n.º 3 conduzem a conclusões semelhantes, sendo os CCP da pedregosidade, humidade e ferros de 0.84, 0.66 e 0.63. O CDM é 0.79, o MSE de 1811 e com 25 DF.

Os coeficientes da regressão são os seguintes:

Coeficientes da equação da força de tracção correspondente à profundidade n.º 3

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	470.23	0.000
Humidade	-6.13	0.006
Pedregosidade	-1.62	0.002
Peças activas	46.28	0.032

Para os ensaios realizados a maior profundidade a pedregosidade é o factor com mais importância, com um CCP de 0.69, sendo o único escolhido para o modelo; o CDM deste é de 0.47, o MSE de 2866 e tem 27 DF.

Coeficientes da equação da força de tracção correspondente à profundidade n.º 4

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	524.99	0.000
Pedregosidade	-1.88	0.000

Da análise dos resultados anteriores conclui-se que a pedregosidade é o factor mais relevante na determinação da força de tracção, sendo a sua influência negativa pois as rodas de tancharia do equipamento acompanhando o microrelevo fazendo com que a profundidade de

trabalho seja diminuída. Relativamente aos ferros extirpadores como estes movimentam um maior volume de solo é necessário maior força de tracção quando da sua utilização.

Para a profundidade n.º 2 e relativamente aos factores apresentados, a sua variação, em daN, é a seguinte:

Humidade - 145 a 355 (K = 0.13 a 0.31);

Pedregosidade - 224 a 145 (K = 0.20 a 0.13);

Ferros - 171 a 260 (K = 0.15 a 0.23);

para a profundidade n.º 3:

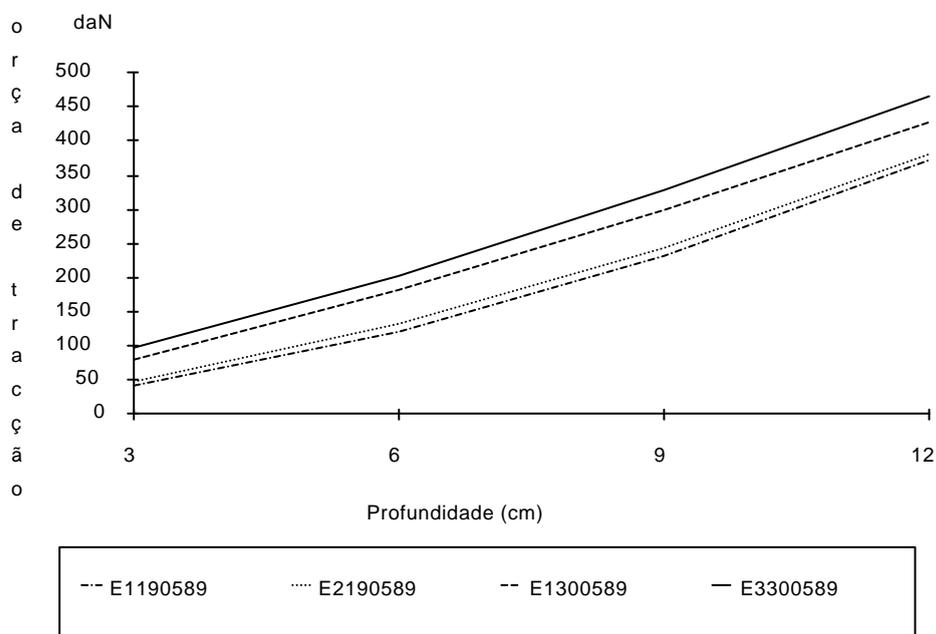
Humidade - 254 a 488 (K = 0.22 a 0.43);

Pedregosidade - 254 a 327 (K = 0.22 a 0.29);

Ferros - 278 a 381 (K = 0.24 a 0.33);

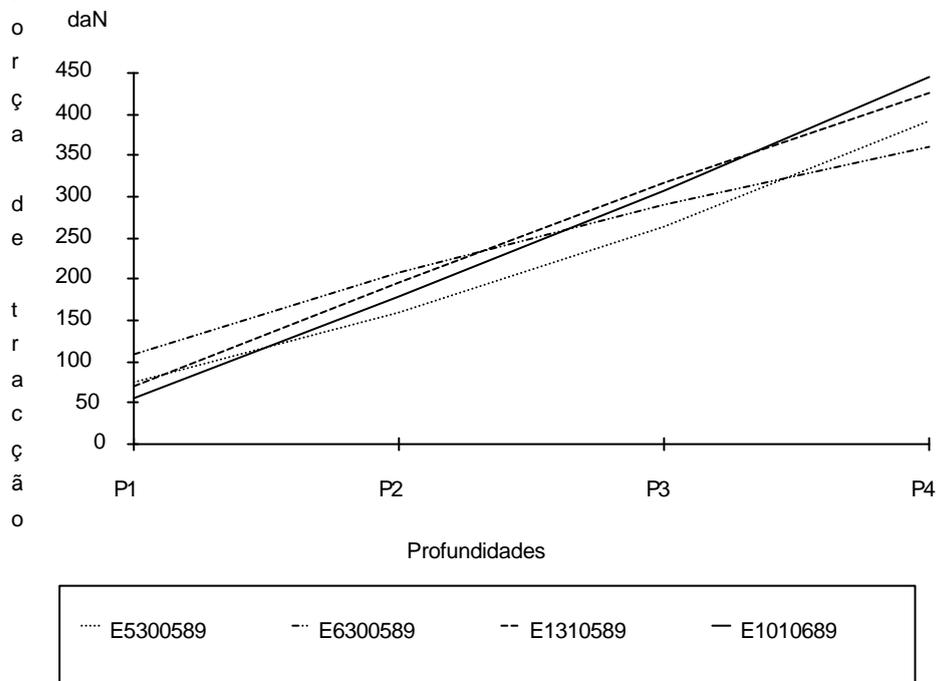
para a profundidade n.º 4, e relativamente à pedregosidade, a força de tracção varia de 378 a 459 daN (K = 0.33 a 0.40).

Representando graficamente a variação da força de tracção em função da profundidade, utilizando ferros escarificadores tem:



**Figura 7** - Variação da força de tracção com a profundidade para se trabalhar com um escarificador com ferros de escarificação.

Considerando os dois tipos de peças activas utilizadas neste equipamento a representação da variação da força de tracção com as diferentes posições das rodas de tancharia, que correspondem a diferentes profundidades conforme se trate de ferros escarificadores ou extirpadores, é a seguinte:



**Figura 8** - Variação da força de tracção com a profundidade utilizando os dois tipos de peças activas.

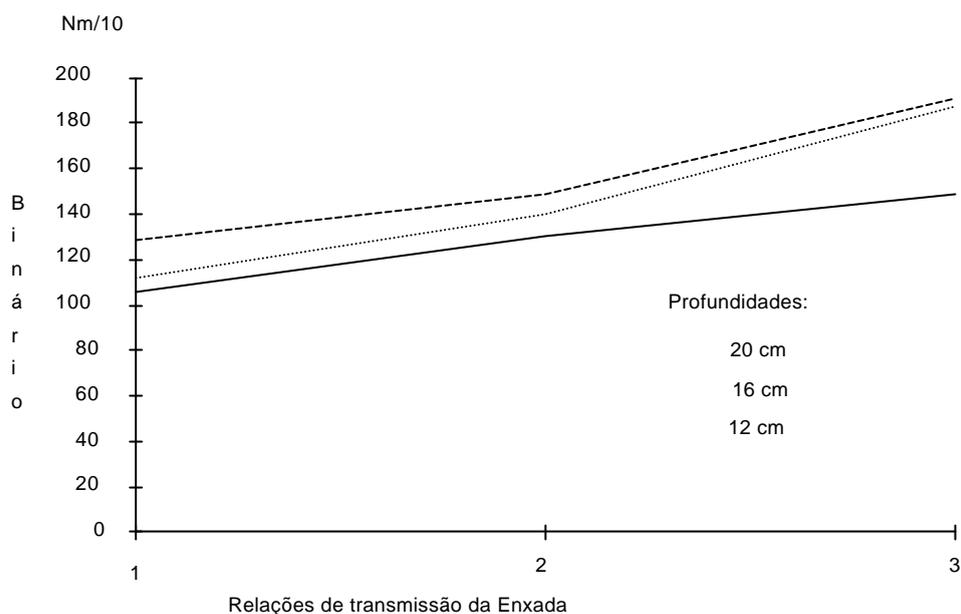
### 5.3- Ensaio à TDF utilizando a enxada mecânica

A análise estatística dos ensaios com a enxada mecânica permite conhecer a influência do solo e equipamento no binário de accionamento, utilizando as três relações de transmissão e profundidades da alfaia. O resumo dos resultados destes ensaios encontram-se no anexo 13.

Contrariamente ao verificado nos ensaios de tracção, na enxada mecânica, a influência do solo não é significativa, dependendo o binário praticamente só do regime e profundidade de trabalho da alfaia. Assim, e atendendo aos valores obtidos por análise de regressão, não tem significado a função para obtenção de valores para outras situações.

A análise da influência da relação de transmissão do equipamento e sua profundidade de trabalho, considerando cada uma das nove medições de binário efectuadas em cada ensaio como uma amostra, permite conhecer as suas variações, em função daqueles factores.

Representando graficamente o binário de accionamento necessário para se trabalhar a diferentes profundidades tem-se:



**Figura 9** - Binário necessário para utilização da enxada mecânica a 540 r/min da TDF e a diferentes profundidades.

#### 5.4- Ensaio à TDF utilizando o pulverizador

A análise dos ensaios com o pulverizador tiveram o mesmo objectivo que o do equipamento anterior, ou seja a determinação do binário necessário ao accionamento desta alfaia. O resumo dos resultados destes ensaios encontram-se no anexo 14.

Os factores considerados foram o regime motor e a posição da alavanca da tomada de força, que permitem obter diferentes pressões de funcionamento. Estas, determinadas em ensaios prévios, para as três posições do manípulo do regulador de pressão, são as seguintes:

Rpm motor	Rpm tdf1	Rpm tdf2	Pos1 tdf1	Pos2 tdf1	Pos3 tdf1	Pos1 tdf2	Pos2 tdf2	Pos3 tdf2
2500	540	790	6.5	11.5	16			
2000	410	630	4	9.5	13			
1700	340	540	2.5	8	11.5	6.5	11	15.5
1500	300	470	2	7.5	11	4.5	10	14
1200	220	375	0.5	6	9	2	8.5	12.5

Considerando os débitos correspondentes a cada uma destas pressões é possível calcular a quantidade de calda utilizada por hectare com bicos de um determinado diâmetro.

Os resultados das análises estatísticas, para a primeira posição do manípulo é a seguinte:

Binário correspondente à posição n.º 1

Variáveis independentes	coeficientes	níveis de significância
Constante	-36.346	0.0000
Rpm motor	0.0037	0.0000
Pos. TDF	28.48	0.0000

Os resultados para as outras duas posições conduzem-nos às mesmas conclusões.

## **6- DISCUSÃO E CONCLUSÕES**

Depois de analisados os resultados dos ensaios no capítulo anterior é possível tirar algumas conclusões relativamente à influência dos vários factores. A obtenção de valores precisos, assim como a quantificação da influência de cada factor não é, no entanto, possível, pois as condições do meio são muito heterogéneas, o que faz com que cada ensaio tenha sido realizado em condições específicas o que não permite a generalização dos resultados para outras situações.

### **6.1- Ensaio à tracção realizados em patamares**

Estudando, caso a caso, cada um dos factores pode-se concluir o seguinte:

- o estado do solo não afecta significativamente a força de tracção desenvolvida com qualquer escorregamento, pois os CCP deste factor apresentam, em todas as situações, valores bastante baixos;

- a humidade é, sem dúvida, o factor que maior correlação apresenta com os resultados obtidos, sendo esta especialmente importante em escorregamentos baixos; para valores elevados a sua influência deixa de ser relevante;

- a pedregosidade varia com a força de tracção de uma forma semelhante à humidade mas a sua influência faz-se sentir em todos os níveis de escorregamento. Assim, para valores mais elevados deste, acaba por ser o factor determinante na estimativa da FT. Para valores de escorregamento de 45 % e considerando os dois extremos da pedregosidade a FT varia de 577 a 524 daN ( $K = 0.50$  e  $0.46$ ), com SE de 10 e 14;

- o aumento de pressão dos pneus 8.25-16, de 100 para 120 kPa, conduz a uma diminuição da FT, mas, para valores elevados de escorregamento, as diferenças deixam de ter significado, podendo mesmo as pressões mais altas conduzirem a melhores resultados.

### **6.2- Ensaio realizados em vinhas ao alto com 28 % de inclinação.**

Considerando cada factor separadamente pode-se concluir que:

- o solo, contrariamente ao que se verificou nos patamares, e principalmente para escorregamentos elevados, influencia positivamente a FT. Para valores de escorregamento de 45 % e considerando apenas o solo como mobilizado e não mobilizado, os valores da FT variam de 177 a 222 daN ( $K_e = 0.15$  a  $0.13$ ), para SE de 11 e 7;

- a humidade apresenta uma correlação importante, com escorregamentos baixos, mas à medida que estes aumentam deixa de actuar;

- a pedregosidade, contrariamente ao que seria de esperar, não influencia significativamente a FT;

- a pressão dos pneus é um factor decisivo, para escorregamentos baixos, perdendo, à medida que este aumenta, a sua importância. Considerando o escorregamento de 15 %, com pressões de 120 kPa praticamente não se desenvolve FT e com 100 kPa esse valor sobe para 110-115 daN ( $Ke = 0.10$ ). Para escorregamentos de 30 e 45 % esses valores são de 121-206 ( $Ke = 0.11$  a  $0.18$ ) e 204-232 daN ( $Ke = 0.18$  a  $0.20$ ).

Nas vinhas ao alto e relativamente aos factores apresentados o estado do solo e pressão dos pneus são os factores que mais condicionam os resultados da FT.

### **6.3- Vinha ao alto com inclinações compreendidas entre 26 e 35 %, excluindo as linhas com 28 %.**

O estudo de cada factor isolado permite concluir que:

- os pneus mais largos influenciam positivamente a FT desenvolvida em escorregamentos baixos, mas à medida que estes aumentam aquela deixa de se verificar. Para 30 % de escorregamento o valor médio da FT com os pneus 8.25-16 é de 105 daN ( $Ke = 0.10$ ) e com os pneus 10.0/75-15 de 203 daN ( $Ke = 0.18$ ); os SE são de 13 e 14 daN. Para 45 % esses valores são de 182 e 118 daN ( $Ke = 0.16$  e  $0.10$ ) respectivamente, com SE de 9 e 65 daN;

- o aumento de pressão, especialmente com escorregamentos baixos, afecta negativamente a FT, mas à medida que o escorregamento aumenta essa influência torna-se pouco importante. Para valores de FT30 tem-se 155 e 108 daN ( $Ke = 0.14$  e  $0.09$ ), e SE de 28 e 14; para Ft45 tem-se 166 e 176 daN ( $Ke = 0.14$  e  $0.15$ ), com SE de 25 e 13 ;

- a pedregosidade, o estado do solo e humidade apresentam um comportamento semelhante ao mencionado anteriormente;

- a inclinação, para escorregamentos baixos é pouco importante, praticamente não se desenvolve força de tracção nestas condições, tornando-se decisiva quando estes aumentam. Para valores de FT30 a força de tracção varia de 144 e 21 daN ( $Ke = 0.13$  a  $0.02$ ), para inclinações de 26 e 35%; os SE são 16 e 39 daN. Para FT45 tem-se 234 e 133 daN ( $Ke = 0.20$  e  $0.12$ ), com SE de 29 e 35 daN.

## OBJECTIVO II

### 1- INTRODUÇÃO

Conforme se referiu na introdução geral deste relatório, grande parte da área ocupada com vinha dentro da RDD está implantada na encosta com recurso a soluções concebidas para a replantação pós-filoxera. Datam assim, essas vinhas, do início deste século, altura em que a motorização não constituía preocupação dos viticultores durienses.

Neste contexto as parcelas de vinha, raramente estavam dotadas de acessos por estrada e os compassos empregues entrelinhas não comportavam a circulação de máquinas, por serem estreitos e possuírem declive lateral.

A cultura da vinha baseia-se, desta forma, no trabalho manual, o qual atinge valores de 1.700 ou mais horas/ha. ano. As mais baixas produtividades de trabalho verificam-se em manchas muito declivosas de propriedade muito dividida, armadas em terraços, cujo acesso obriga à utilização de grandes extensões de escadas toscas construídas para vencer os muros de suporte.

A reconstituição dessas manchas, situação muito frequente no Baixo Corgo, será dificilmente realizada a breve trecho, podendo vir a ser progressivamente abandonadas caso a próxima geração de viticultores não esteja disposta a produzir em condições tão difíceis.

Alguns países vitícolas integraram nos seus projectos de reconstituição algumas medidas com vista a salvaguardar essas áreas, muitas vezes consideradas símbolo de qualidade e tipicidade. Quase sempre essas áreas estariam, por motivos de ordem financeira, destinadas ao abandono que inviabilizam a sua modernização com recurso a novas formas de armação do terreno.

Assim surgem soluções de mecanização parcial desenvolvidas especificamente para áreas com parcelas de vinha sem acessos por estrada e que visam a mecanização da cultura introduzindo um sistema de transporte motorizado com base num "caminho de ferro" (mono- ou bi-carril) que libertam os viticultores das penosas operações de transporte.

Dentro desse princípio, perfeitamente ajustável às condições da vinha nas encostas do Douro, propusemo-nos realizar um trabalho simples de desenvolvimento experimental pondo em prática um modelo de plataforma / contentor transportado sobre carris movimentado por cabo de aço accionado por um guincho.

### 2- Objectivos do projecto.

#### 2.1- Projecto inicial

Transcrevendo o texto apresentado no contrato celebrado entre a UTAD e a CCRN para a elaboração do presente projecto o objectivo foi assim definido.

"Estudo de soluções de mecanização parcial, com principal incidência na mecanização das operações de transporte, para os sistemas tradicionais de cultura da vinha não mecanizáveis em tracção directa".

O trabalho, conforme se especifica em apêndice no acordo referido, centrava-se na construção de um sistema de transporte implantado numa vinha tradicional em terraços, num alinhamento no sentido do maior declive. A solução a adoptar seria um caminho de ferro com 2 carris..

## **2.2- Alterações posteriores**

Não se introduziram alterações posteriores aos objectivos do projecto. Realizou-se o plano de construções e execução da linha férrea prevista. Analisou-se o seu funcionamento nas operações principais de transporte ou seja na vindima e nas tarefas de adubação e ou estrumação e correcções do solo. Para os tratamentos fitossanitários e distribuição de herbicidas estudou-se um sistema com base num pulverizador de 200 litros de capacidade e equipado de uma bomba accionada por um motor de combustão interna com vista a melhorar a produtividade do trabalho nessas operações culturais.

## **3- Metodologia experimental**

Como parcela experimental foi escolhida uma vinha instalada em terraços tradicionais com muros de suporte em pedra. Para a instalação da via férrea procedeu-se a um levantamento topográfico na escala de 1:100 e estudo altimétrico do alinhamento escolhido para a implantação dos carris. Dispõe-se igualmente da fotografia da área para os estudos preliminares. A parcela em questão, ver relatório parcelar, tinha acesso por estrada no topo onde se instalou a estação de montante. A linha implantada tinha o comprimento total de 150 metros. O perfil de ferro utilizado foi objecto de estudo prévio para definição da sua dimensão. A base de cálculo foi o máximo vão aconselhável (distância entre apoios) por forma a reduzir ao mínimo os custos de implantação. A carga tipo utilizada para os cálculos foi determinada com base no peso de 30 kg da plataforma transportadora e de uma carga máxima transportada de 250 kg. Utilizou-se o coeficiente dinâmico de 1,2 para velocidades de uso baixas (1 m/s) e 1,0 para situações mais favoráveis (< 1 m/s). Os vãos máximos situavam-se entre 1,1m (perfil T50) e 4,15 (perfil T70). Optou-se pelo perfil T70 pela grande simplicidade introduzida na instalação, principalmente nos lanços onde era necessário vencer os muros de suporte.

A ligação transversal dos perfis foi obtida pela soldadura de barras em T de 25 mm distanciadas de 2 metros. A largura entre carris adoptada foi de 60 cm com vista à adequação ao espaço livre existente no caminho sobre o qual se implantou a linha. O custo total de instalação rondou os 280 contos, sem incluir a unidade motriz.

#### **4- Resultados**

A área total servida pelo transportador era de 2,05 ha (área útil) resultando um custo de instalação de 137 contos por hectare. No trabalho de vindima obteve-se uma melhoria de produtividade do trabalho da ordem dos 20%. Na parcela em estudo representa uma redução do tempo total de trabalho de 72 horas ou seja menos 35 horas/ha. A produtividade global do trabalho cifrou-se em 34,1 kg/h (272,8 kg/dH) contra 27,7 kg/h (221,6kg/dH) verificado em média nos anos anteriores.

O volume de colheita transportado cifrou-se em 9.120 kg em 8 horas de trabalho. Foi deslocado até ao topo da linha em 68 trajectos. O tempo médio das descidas foi de 45' e 1 h 10' para as subidas. A carga transportada em cada trajecto rondou os 130 kg. No respeitante ao transporte de adubos e correctivos os resultados obtidos foram os seguintes: em 53 trajectos transportaram-se 12.850 kg em sacos de 50 kg. O tempo total despendido foi de 3,8 horas com uma produtividade de aproximadamente 5.400 kg/dH. Não se dispunha de referência comparável uma vez que os volumes movimentados foram muito superiores aos usuais. Reportando-nos ao hectare temos 6.270 kg transportados em 1,85 horas com a contribuição de 5 unidades de trabalho.

A utilização da pulverização foi testada com a distribuição de herbicida no Inverno. Os dados referem-se ao tempo gasto para a pulverização da capacidade do pulverizador (200 litros). Trabalharam duas barras de pulverização simultaneamente, gastando 2,58 horas e cobrindo uma área de 0,44 ha. Reportando-nos ao hectare serão necessários 5,8 horas para distribuir 450 litros com uma produtividade de 2,2dH/ha comuns aos 2 objectivos

#### **5- Sugestões de acções futuras**

Com os trabalhos realizados no objectivo I concluíram-se os estudos necessários ao comportamento dos tractores nas condições da Região Demarcada do Douro. Trabalho anterior tinha abordado o mesmo tema com os tractores de rasto. Cumpru-se assim, na nossa perspectiva, a primeira etapa dos estudos preparatórios sobre a mecanização do Douro, ou seja, estamos aptos a escolher racionalmente os tractores em função do seu desempenho à tracção e das necessidades impostas pelas operações culturais mais exigentes em tracção. A segunda fase dos nossos trabalhos, que já está em curso, visa garantir um bom nível de mecanização. Procurar-se-á, dentro das alfaias existentes no mercado estudar a sua adequação às nossas condições e sugerir a sua adaptação. Estamos presentemente a estudar os pulverizadores e com

a colaboração dos produtores, a estudar a despona mecânica. Faltam muitos outros, gostaria de referir pela importância no cômputo total do trabalho ao longo do ano, a poda e pré-poda mecânica, a ampara, o trabalho de mobilização na linha, etc.

Inerente ao sistema de patamares não está ainda minimamente solucionado o problema da mecanização do tratamento dos taludes (herbicidas ou corte). Deveremos saber definir prioridades pois os meios humanos e materiais são manifestamente insuficientes para esta imensa região com condições muito particulares onde as importações de soluções não conduz a resultados satisfatórios.

Com a terceira fase apontaríamos o regresso aos estudos nas unidades motrizes onde seria útil o desenvolvimento do rasto com transmissão hidrostática e, porque não, com outros materiais de construção para aumentar o conforto e a polivalência de utilização, autorizando a circulação em estrada e a maiores velocidades.

## **6- Agradecimentos**

Todos os trabalhos de campo dos dois objectivos foram executados na Quinta de S. Luiz (Adorigo) pertencente à Firma Barros, Almeida & Ca., Vinhos, S.A. que graciosamente se colocou inteiramente à nossa disposição. Gostaríamos de expressar o nosso agradecimento aos seus proprietários e ao técnico responsável Eng<sup>o</sup>. Agrícola António José Magalhães pelo grande apoio que sempre nos facultou ao providenciar tudo, das refeições às melhores parcelas, dos tractores às instalações para guardar-mos os nossos equipamentos. Sem a sua colaboração a execução do nosso projecto teria sido muito mais difícil, sem a sua participação os custos teriam sido muito mais elevados.

## LISTA DOS ANEXOS

- 1- Quadro com os valores da massa do tractor Ferrari, medidos nos dois eixos, com diferentes declives, com e sem operador.
- 2- Quadro com os regimes do motor e tomada de força.
- 3- Tabela das velocidades de deslocamento do tractor Ferrari.
- 4- Tabela das velocidades de deslocamento do tractor Agrifull.
- 5- Tabela com as relações de transmissão e regimes motor do tractor Agrifull para se obterem diferentes níveis de escorregamento no tractor Ferrari.
- 6- Tabela com as rotações da enxada mecânica, para as diferentes relações de transmissão e diferentes regimes do motor.
- 7- Tabela com os comprimentos das fatias cortadas pela enxada mecânica e profundidades de trabalho possíveis.
- 8- Tabela dos débitos do pulverizador.
- 9- Exemplo de uma ficha de um ensaio de tracção
- 10- Resumo dos ensaios de tracção realizados em patamares
- 11- Resumo dos resultados dos ensaios de tracção realizados nas vinhas ao alto
- 12- Resumo dos resultados dos ensaios de tracção com escarificador, realizados em patamares
- 13- Resumo dos ensaios realizados à TDF com a enxada mecânica
- 14- Resumo dos resultados dos ensaios à TDF com o pulverizador.
- 15- Apresentação e caracterização dos equipamentos

## ANEXO 1

ENSAIOS PARA DETERMINAÇÃO DO CENTRO DE GRAVIDADE SEM OPERADOR.

(pesos dados em kg)

PFH	PTH	PH	INC(%)
778	367	1145	0
779	365	1144	0
780	365	1145	0
779	365	1144	0
780	365	1145	0
779	365	1144	0
779	365	1144	0
779	365	1144	0
780	364	1144	0
777	365	1142	0

MÉDIA DOS VALORES	779	365,1	1144,1
DESVIO PADRÃO	0,89	0,7	0,83
VARIÂNCIA	0,8	0,49	0,69

PFH	PTH	PH	INC(%)
749	395	1144	22.1
750	394	1144	22.1
750	395	1145	22.1
751	394	1145	22.1
751	394	1145	22.1
750	395	1145	22.1
751	394	1145	22.1
750	394	1144	22.1
750	394	1144	22.1
750	394	1144	22.1

MÉDIA DOS VALORES	750,2	394,3	1144,5
DESVIO PADRÃO	0,6	0,46	0,5

VARIÂNCIA

0,36

0,21

0,25

## ANEXO 2

### TRACTOR FERRARI

REGIME MOTOR \* REGIME TDF(POSIÇÃO 1)  
(em r/min)

REGIME MOTOR	REGIME TDF
1000	200
1500	300
2000	410
2500	540

### TRACTOR FERRARI

REGIME MOTOR \* REGIME TDF(POSIÇÃO 2)  
(em r/min)

REGIME MOTOR	REGIME TDF
1000	300
1500	470
1700	540
2000	630

## ANEXO 3

### TRACTOR FERRARI

TABELAS DE VELOCIDADES(km/h)  
RELAÇÕES DE TRANSMISSÃO

r/min	1	2	3	4	5	6	7	8
1500	0.59	0.69	1.13	1.32	2.11	2.47	3.13	3.66
1700	0.67	0.78	1.28	1.50	2.40	2.81	3.55	4.16
2000	0.79	0.92	1.51	1.77	2.83	3.31	4.19	4.90

2500	0.99	1.15	1.89	2.22	3.55	4.15	5.25	6.14
3000	1.19	1.38	2.27	2.67	4.27	4.99	6.31	7.38

## ANEXO 4

### TRACTOR AGRIFULLL

#### TABELAS DE VELOCIDADES(km/h)

##### RELAÇÕES DE TRANSMISSÃO

r/min	1	2	3	4	5	6	7	8
1000	0.67	1.04	1.41	1.93	1.74	2.70	3.66	5.01
1200	0.79	1.23	1.67	2.28	2.06	3.19	4.33	5.93
1500	0.98	1.52	2.06	2.81	2.54	3.94	5.34	7.30
1700	1.10	1.71	2.31	3.16	2.85	4.43	6.01	8.22
2000	1.28	1.99	2.70	3.69	3.33	5.17	7.01	9.59

## ANEXO 5

### RELAÇÕES DE TRANSMISSÃO E ROTAÇÕES DO MOTOR DO TRACTOR AGRIFULLL PARA OBTENÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE ESCORREGAMENTO DO TRACTOR FERRARI

#### TRACTOR FERRARI

##### RELAÇÕES DE TRANSMISSÃO

ESCORREGAMENTO	1	2	3	4	5
TRACTOR AGRIFULLL					
5%	1-1754	2-1284	3-1581	3-1876	6-1551
10%	1-1656	1-1934	3-1488	3-1767	6-1462
15%	1-1557	1-1820	2-1937	3-1667	4-1966
20%	1-1459	1-1705	2-1821	3-1566	4-1847
25%	1-1361	1-1607	2-1695	3-1457	4-1722
30%	1-1262	1-1492	2-1579	2-1874	4-1602
35%	1-1164	1-1377	2-1463	2-1737	4-1483
40%	1-1066	1-1262	2-1337	2-1589	4-1358

## ANEXO 6

### ENXADA MECÂNICA

REGIME MOTOR X REGIME ENXADA MECÂNICA  
(em r/min)

#### POSIÇÃO 1 DA ENXADA MECÂNICA

MOTOR	ENXADA MECÂNICA
1000	51
1500	77
2000	103
2500	129

#### POSIÇÃO 2 DA ENXADA MECÂNICA

MOTOR	ENXADA MECÂNICA
1000	64
1500	94
2000	124
2500	153

#### POSIÇÃO 3 DA ENXADA MECÂNICA

MOTOR	ENXADA MECÂNICA
1000	78
1500	116
2000	154
2500	192

## ANEXO 7

COMPRIMENTO DAS FATIAS (cm) DA ENXADA MECÂNICA PARA 540 r/min DA TOMADA DE FORÇA DO TRACTOR FERRARI

### RELAÇÕES DE TRANSMISSÃO DO FERRARI 95 RS

POSIÇÕES ENXADA MECÂNICA	1	2	3	4	5	6	7
1	13	1	24	29	46	54	68
2	11	13	21	24	39	45	57
3	9	10	16	19	31	36	46

### POSIÇÕES DA ENXADA PROFUNDIDADE

MECÂNICA	TRABALHO(cm)
1	12
2	16
3	20

## ANEXO 8

PULVERIZADOR JACTO TRANSPORTADO(200 L)

540 r/min - BICOS 1.5 mm

CAPACIDADE (l)	POSIÇÃO MANÍPULO	PRESSÃO (bar)	TEMPO (min)	TEMPO (s)	TEMPO TOTAL(s)
50	1	8	2	25	145
50	2	13	1	52	112
50	3	17	1	38	98
50	4	21	1	24	84

## ANEXO 10

### Resumo dos resultados dos ensaios de tracção realizados em patamares

Par	Lin Solo	Hum	Ped	Inc	Rtr	Kmh	Pne	PR	ESC	RR
	FT5	FT10	FT15	FT20	FT25	FT30	FT35	FT40	Ensaio	
3	1 1	8.9	0	0	3	2.08	1	1	-4	142
	153	286	398	488	558	608	636	643	t0040589	
3	1 1	8.9	0	0	3	2.07	1	1	-4	119
	118	222	314	393	460	516	558	589	t1040589	
3	2 1	8.9	0	0	3	2.05	1	1	-3	74
	126	238	334	414	478	525	557	572	t2040589	
3	2 1	8.9	0	0	4	2.38	1	1	-3	83
	121	242	342	422	481	521	539	538	t3040589	
3	2 1	8.9	0	0	4	2.38	1	1	-3	110
	147	269	372	456	521	567	594	602	t4040589	
3	3 1	8.9	0	0	4	2.42	1	1	-1	137
	138	249	342	420	480	524	551	561	t5040589	
3	4 1	8.9	0	0	5	3.96	1	1	-3	133
	116	220	311	388	452	502	539	562	t6040589	
3	5 1	8.9	0	0	5	3.60	1	1	-4	146
	137	263	371	460	530	581	613	627	t7040589	
3	6 1	8.9	0	0	6	4.19	1	1	-2	146
	157	282	386	470	534	577	600	602	t8040589	
3	7 1	8.9	0	0	6	4.00	1	1	-4	171
	154	277	381	466	531	576	603	610	t9040589	
4	1 1	16.8	1	0	3	2.02	1	1	3	107
	50 165	266	353	424	482	524	553	t1050589		
4	1 1	16.8	1	0	3	2.02	1	1	3	84
	45 160	261	349	423	483	529	562	t2050589		
4	2 1	16.8	1	0	4	2.33	1	1	2	116
	92 216	319	402	464	505	526	527	t3050589		
4	2 1	16.8	1	0	4	2.29	1	1	-5	118
	113	203	281	345	395	433	456	466	t4050589	
4	3 1	16.8	1	0	5	3.60	1	1	1	137
	107	221	317	396	456	499	524	531	t5050589	
4	3 1	16.8	1	0	5	3.56	1	1	-2	109
	100	194	277	349	408	455	491	515	t6050589	
4	4 1	16.8	1	0	6	4.24	1	1	-2	153
	113	211	295	364	418	458	483	493	t7050589	
4	4 1	16.8	1	0	6	4.24	1	1	-2	117
	134	240	329	401	455	491	510	511	t8050589	

3	2	0	6.4	0	0	4	2.31	1	0	-8	157
	135		268	379	469	538	585	610	615	t6110589	
3	3	0	6.4	0	0	4	2.29	1	0	3	133
	75	167	249	320	381	432	473	503	t7110589		
3	4	0	6.4	0	0	5	3.53	1	0	-7	122
	152		283	392	477	539	578	594	587	t8110589	
3	5	0	6.4	0	0	5	3.56	1	0	-2	129
	129		261	373	465	537	590	623	636	t9110589	
4	2	1	0	1	0	4	2.29	1	0	-1	101
	135		271	385	478	548	597	624	629	t1120589	
4	2	1	0	1	0	4	2.25	1	0	1	89
	99	223	329	417	485	535	566	579	t2120589		
4	3	1	0	1	0	5	3.50	1	0	5	85
	8	199	352	469	548	590	595	563	t3120589		
4	4	1	0	1	0	5	3.40	1	0	4	82
	28	206	349	457	529	567	570	538	t4120589		
3	8	1	6.2	0	0	4	2.52	1	0	1	149
	89	207	309	396	468	526	568	596	t5120589		
3	9	1	6.2	0	0	4	2.17	1	0	4	156
	45	228	375	484	558	594	595	558	t6120589		
3	10	1	6.2	0	0	5	3.27	1	0	-3	168
	138		259	361	443	506	549	573	577	t7120589	

## ANEXO 11

### Resumo dos resultados dos ensaios de tracção realizados na vinha ao alto

Par	Lin Solo	Hum	Ped	Inc	Rtr	Kmh	Pne	PR	ESC	RR
	FT5	FT10	FT15	FT20	FT25	FT30	FT35	FT40	Ensaio	
1	38 1	21.4	42.5	28	4	2.22	0	1	18	490
	0 0	0	33	104	161	204	232	t1050489		
1	40 1	19.7	57.5	28	4	2.20	0	1	24	498
	0 0	0	0	24	93	149	192	t1070489		
1	43 1	19.7	62.5	28	6	3.70	0	1	25	461
	0 0	0	0	0	96	167	215	t2070489		
1	29/0	1	19.7	32.5	30	3	0.96	0	1	18
	542	0	0	0	0	63	114	155	186	
	t3070489									
1	52 1	19.7	92.5	30	4	2.25	0	1	28	553
	0 0	0	0	0	47	125	184	t4070489		
1	50 1	19.7	87.5	29	5	3.16	0	1	22	546
	0 0	0	0	61	123	169	200	t5070489		
1	60 1	24.7	87.5	32	3	0.98	0	1	19	561
	0 0	0	11	72	117	146	161	t1170489		
1	64 1	24.7	82.5	30	3	0.96	0	1	27	499
	0 0	0	0	0	43	97	142	t2170489		
1	75 1	16.4	57.5	29	5	3.15	0	1	15	480
	0 0	0	49	93	131	162	186	t1190489		
1	76 1	16.4	92.5	28	5	3.15	0	1	19	442
	0 0	0	11	66	113	152	182	t2190489		
1	77 1	16.4	87.5	28	5	3.15	0	1	16	434
	0 0	0	42	88	127	159	184	t3190489		
1	80 1	16.4	52.5	28	4	2.17	0	1	19	438
	0 0	0	13	76	131	176	213	t4190489		
1	84 1	16.4	92.5	26	4	2.21	0	1	20	403
	0 0	0	0	72	134	183	218	t5190489		
1	84 1	20.3	52.5	28	6	3.71	0	1	24	429
	0 0	0	0	15	88	144	184	t1200489		
1	126/7	1	20.3	27.5	35	6	3.16	0	1	30
	545	0	0	0	0	0	0	60	105	
	t2200489									
1	83 1	20.3	72.5	27	6	3.83	0	1	15	433
	0 0	0	73	132	179	213	235	t3200489		
2	25/7	0	16.3	37.5	26	3	1.94	0	1	19
	463	0	0	0	13	72	124	167	202	
	t1260489									

2	28/0	0	16.3	37.5	26	4	2.23	0	1	13
	468	0	0	26	86	135	175	204	222	
	t2260489									
2	31/3	0	16.3	32.5	28	5	2.29	0	1	17
	482	0	0	0	41	98	143	175	195	
	t3260489									
2	39/2	0	16.3	47.5	34	6	3.67	0	1	19
	530	0	0	0	9	51	85	110	128	
	t4260489									
1	60 0	16.3	72.5	32	3	1.77	0	1	35	538
	0 0	0	0	0	0	0	67	t5260489		
1	74 0	16.3	82.5	28	4	2.05	0	1	26	491
	0 0	0	0	0	57	108	136	t6260489		
1	75/6	0	7.1	62.5	28	5	3.27	0	1	14
	464	0	0	18	78	126	161	185	197	
	t1020589									
1	77/8	1	7.1	47.5	28	5	3.27	0	1	16
	447	0	0	0	61	117	158	184	195	
	t2020589									
1	83/4	0	7.1	37.5	27	6	3.60	0	1	21
	456	0	0	0	0	39	83	123	158	
	t3020589									
1	126/7	0	7.1	37.5	35	6	3.56	0	1	27
	578	0	0	0	0	0	41	92	122	
	t4020589									
1	29/0	0	7.1	27.5	30	3	1.68	0	1	24
	558	0	0	0	0	9	53	90	122	
	t5020589									
1	40 0	7.1	32.5	28	4	2.05	0	1	21	461
	0 0	0	0	67	124	159	173	t6020589		
1	127/8	1	11.1	37.5	34	4	2.10	0	0	10
	556	0	0	33	63	89	110	128	141	
	t1100589									
1	103	1	11.1	77.5	28	4	2.25	0	0	4
	484	19	62	99	130	157	177	193	202	
	t2100589									
1	21/3	1	7.5	37.5	31	4	2.17	0	0	11
	503	0	0	53	100	134	155	163	159	
	t0110589									
1	25/7	1	7.5	42.5	31	4	2.10	0	0	13
	530	0	0	22	70	108	138	158	168	
	t1110589									

1	29/0	1	7.5	27.5	30	4	2.25	0	0	11
	493	0	0	53	106	148	180	202	212	
	t2110589									
1	33/5	1	7.5	27.5	29	5	3.27	0	0	13
	465	0	0	36	110	163	194	204	192	
	t3110589									
1	37/9	1	7.5	52.5	28	5	3.27	0	0	4
	447	6	69	123	167	202	227	244	250	
	t4110589									
1	41/5	1	7.5	67.5	28	5	3.40	0	0	4
	475	13	68	116	157	189	214	231	241	
	t5110589									
1	21/3	1	6.9	22.5	31	4	2.10	1	1	5
	581	0	63	111	146	169	178	175	159	
	t1180589									
1	49 1	6.9	82.5	29	4	2.10	1	1	5	491
	0 72	127	171	204	226	236	235	t2180589		
1	53 1	6.9	97.5	30	4	2.05	1	1	13	549
	0 0	48	132	185	206	195	151	t3180589		

## ANEXO 12

Resumo dos resultados dos ensaios de tracção com o escarificador realizados em patamares

Par.	Lin. Solo	Hum.	HuM.	Ped.	Rtr	Kmh	Pr.	ESC.	Fer	RR
	FT1	FT2	FT3	FT4	Ensaio					
4	2 3	6	11.8	97.5	4	2.23	1.2	4	esc	154
	43 121	231	373	E1190589						
4	2 3	6	11.8	97.5	4	2.25	1.2	2	esc	184
	48 132	243	380	E2190589						
4	3 3	6	11.8	97.5	5	3.3	1.2	4	esc	189
	72 162	263	373	E3190589						
4	4 3	6	11.8	97.5	5	3.4	1.2	2	esc	133
	71 166	280	413	E4190589						
4	6 3	8.6	14.2	52.5	4	2.21	1.2	3	esc	208
	58 138	231	338	E1260589						
4	7 3	8.6	14.2	52.5	4	2.1	1.2	4	esc	182
	47 131	251	409	E2260589						
4	8 3	8.6	14.2	52.5	4	2.1	1.2	7	esc	243
	60 136	225	325	E3260589						
4	10 3	8.6	15.2	52.5	5	3.5	1.2	2	esc	204
	80 182	298	428	E1300589						
4	10 3	8.6	15.2	52.5	5	3.46	1.2	2	esc	148
	131	244	345	435	E2300589					
4	11 3	8.6	15.2	52.5	5	3.5	1.2	1	esc	138
	97 204	328	467	E3300589						
4	10 3	8.6	15.2	52.5	5	3.46	1	3	esc	147
	122	240	360	482	E4300589					
4	11 3	8.6	15.2	52.5	5	3.46	1	3	esc	139
	75 159	264	391	E5300589						
4	11 3	8.6	15.2	52.5	4	2.29	1	1	esc	164
	110	207	290	361	E6300589					
4	12 3	8.6	14.2	52.5	4	2.29	1	3	ext	137
	70 197	316	425	E1310589						
4	13 3	9.6	19.3	52.5	4	2.29	1	3	ext	173
	56 178	308	446	E1010689						
4	13 3	9.6	19.3	52.5	4	2.27	1	3	ext	116
	93 217	334	442	E2010689						
4	14 3	9.6	19.3	52.5	5	3.43	1	2	ext	143
	69 201	316	416	E3010689						
4	14 3	9.6	19.3	52.5	5	3.5	1	2	ext	173
	84 226	347	446	E4010689						

4	14 3	9.6	19.3	52.5	5	3.43	1	1	ext	127
	86 240	361	447	E5010689						
3	1 3			2.5	4	2.27	1	4	ext	148
	77 226	356	469	E6010689						
3	1 3			2.5	4	3.21	1	3	ext	183
	56 166	298	449	E7010689						
4	16 3	6.8	12.9	47.5	4	2.17	1	2	ext	142
	66 248	358	397	E1050689						
4	16 3	6.8	12.9	47.5	4	2.27	1	2	ext	126
	93 232	306	315	E2050689						
4	17 3	6.8	12.9	47.5	5	3.6	1	1	ext	129
	72 194	306	408	E3050689						
4	17 3	6.8	12.9	47.5	5	3.43	1	1	ext	147
	76 222	330	398	E4050689						
5	1 3	1.8	4.6	7.5	4	2.29	1.2	1	ext	114
	121	316	452	527	E1040789					
5	1 3	1.8	4.6	7.5	6	4	1.2	7	ext	78
	157	341	469	540	E2040789					
5	2 3	1.8	4.6	7.5	5	3.32	1.2	2	ext	56
	156	402	565	647	E3040789					
5	3 3	1.8	4.6	7.5	3	1.97	1.2	1	ext	89
	175	388	507	532	E4040789					
5	3 3	1.8	4.6	7.5	4	2.23	1.2	4	ext	122
	128	334	457	496	E5040789					
5	3 3	1.8	4.6	7.5	5	3.45	1.2	0	ext	107
	135	350	479	519	E6040789					

## ANEXO 13

### Resumo dos resultados dos ensaios à TDF com a enxada mecânica

Hum	Inc Ped	Rtr	Rpm	Kmh	Esc	Rr	Pro	Bin1	Bin2	Bin3
	Ensaio									
9.8	30 32.5	3	1500	1.03	12	792	12	126	142	186
	M1070689									
9.8	30 32.5	3	1500	1.03	12	792	16	135	144	193
	M1070689									
9.8	30 32.5	3	1500	1.03	12	792	20	147	146	211
	M1070689									
9.8	28 82.5	4	1500	1.19	13	561	12	118	142	170
	M2070689									
9.8	28 82.5	4	1500	1.19	13	561	16	126	148	189
	M2070689									
9.8	28 82.5	4	1500	1.19	13	561	20	147	164	213
	M2070689									
9.8	28 77.5	5	1500	1.69	14	593	12	100	123	168
	M3070689									
9.8	28 77.5	5	1500	1.69	14	593	16	104	136	188
	M3070689									
9.8	28 77.5	5	1500	1.69	14	593	20	112	140	193
	M3070689									
9.8	30 97.5	6	1500	2.1	13		12	98	149	187
	M4070689									
9.8	30 97.5	6	1500	2.1	13		16	102	156	191
	M4070689									
9.8	30 97.5	6	1500	2.1	13		20	107	159	196
	M4070689									
8.6	32 67.5	4	2000	1.52	16		12	133	136	204
	M1080689									
8.6	32 67.5	4	2000	1.52	16		16	144	143	208
	M1080689									
8.6	32 67.5	4	2000	1.52	16		20	127	159	211
	M1080689									
8.6	32 87.5	5	2000	1.97	20		12	116	150	
	M2080689									
8.6	32 87.5	5	2000	1.97	20		16	124	177	
	M2080689									
8.6	32 87.5	5	2000	1.97	20		20	92	130	
	M2080689									

8.6	30 82.5	4	1700	1.29	15	12	106	130	149
	M3080689								
8.6	30 82.5	4	1700	1.29	15	16	112	140	187
	M3080689								
8.6	30 82.5	4	1700	1.29	15	20	129	149	191
	M3080689								
8.6	29 82.5	5	1700	2	12	12	78	118	144
	M4080689								
8.6	29 82.5	5	1700	2	12	16	100	124	178
	M4080689								
8.6	29 82.5	5	1700	2	12	20	118	136	181
	M4080689								
9.3	28 92.5	6	1700	2.38	11	12	115	141	198
	M1090689								
9.3	28 92.5	6	1700	2.38	11	16	116	153	208
	M1090689								
9.3	28 92.5	6	1700	2.38	11	20	124	162	224
	M1090689								
9.3	27 77.5	4	1700	1.43	13	12	94	118	172
	M2090689								
9.3	27 77.5	4	1700	1.43	13	16	106	138	197
	M2090689								
9.3	27 77.5	4	1700	1.43	13	20	124	168	204
	M2090689								
9.3	27 87.5	5	1700	2.05	10	12	88	122	181
	M3090689								
9.3	27 87.5	5	1700	2.05	10	16	98	126	196
	M3090689								
9.3	27 87.5	5	1700	2.05	10	20	102	137	206
	M3090689								
9.3	32 62.5	5	1700	1.83	19	12	101	140	171
	M4090689								
9.3	32 62.5	5	1700	1.83	19	16	102	142	190
	M4090689								
9.3	32 62.5	5	1700	1.83	19	20	104	145	201
	M4090689								
9.3	32 42.5	6	1700	2.21	18	12	101	155	186
	M5090689								
9.3	32 42.5	6	1700	2.21	18	16	116	166	214
	M5090689								
9.3	32 42.5	6	1700	2.21	18	20	122	176	244
	M5090689								

7.4	25	32.5	4	1500	1.15	14	12	101	135	151
	M1140689									
7.4	25	32.5	4	1500	1.15	14	16	120	141	179
	M1140689									
7.4	25	32.5	4	1500	1.15	14	20	137	161	189
	M1140689									
7.4	25	32.5	5	1500	1.81	9	12	82	106	160
	M2140689									
7.4	25	32.5	5	1500	1.81	9	16	85	113	162
	M2140689									
7.4	25	32.5	5	1500	1.81	9	20	87	141	174
	M2140689									
7.4	26	42.5	6	1500	2.1	11	12	69	132	164
	M3140689									
7.4	26	42.5	6	1500	2.1	11	16	90	134	174
	M3140689									
7.4	26	42.5	6	1500	2.1	11	20	107	145	179
	M3140689									
7.4	28	37.5	4	1500	1.13	15	12	113	126	163
	M4140689									
7.4	28	37.5	4	1500	1.13	15	16	115	132	203
	M4140689									
7.4	28	37.5	4	1500	1.13	15	20	124	155	211
	M4140689									
7.4	33	37.5	5	1500	1.91	15	12	90	110	165
	M5140689									
7.4	33	37.5	5	1500	1.91	15	16	95	134	169
	M5140689									
7.4	33	37.5	5	1500	1.91	15	20	99	139	177
	M5140689									
5	0	12.5	6	1500	2.29	8	12	82	98	177
	M1150689									
5	0	12.5	6	1500	2.29	8	16	85	116	181
	M1150689									
5	0	12.5	6	1500	2.29	8	20	88	124	189
	M1150689									
5	0	12.5	5	1500	2.05	4	12	72	84	133
	M2150689									
5	0	12.5	5	1500	2.05	4	16	80	124	195
	M2150689									
5	0	12.5	5	1500	2.05	4	20	81	128	210
	M2150689									

5	0	12.5	4	1500	1.26	12		12	89	140	158
											M3150689
5	0	12.5	4	1500	1.26	12		16	103	145	176
											M3150689
5	0	12.5	4	1500	1.26	12		20	107	150	180
											M3150689
5	0	12.5	3	1500	1.1	9		12	71	117	124
											M4150689
5	0	12.5	3	1500	1.1	9		16	88	142	177
											M4150689
5	0	12.5	3	1500	1.1	9		20	132	157	186
											M4150689
5	0	12.5	3	1700	1.29	5		12	91	126	158
											M5150689
5	0	12.5	3	1700	1.29	5		16	104	131	162
											M5150689
5	0	12.5	3	1700	1.29	5		20	123	143	193
											M5150689
5	0	12.5	4	1700	1.48	6		12	89	102	141
											M6150689
5	0	12.5	4	1700	1.48	6		16	99	113	191
											M6150689
5	0	12.5	4	1700	1.48	6		20	108	148	225
											M6150689
15.6	0	2.5	3	1500	2.06	6		12	104	105	146
											M1200689
15.6	0	2.5	3	1500	2.06	6		16	109	124	205
											M1200689
15.6	0	2.5	3	1500	2.06	6		20	127	158	208
											M1200689
15.6	0	2.5	4	1500	1.29	8		12	78	105	117
											M2200689
15.6	0	2.5	4	1500	1.29	8		16	97	128	173
											M2200689
15.6	0	2.5	4	1500	1.29	8		20	104	148	179
											M2200689
4.6	0	2.5	4	1700	1.48	3	111	12	101	120	172
											M1030789
4.6	0	2.5	4	1700	1.48	3	111	16	109	162	213
											M1030789
4.6	0	2.5	4	1700	1.48	3	111	20	126	164	229
											M1030789



## ANEXO 14

### Resumo dos resultados dos ensaios à TDF com a pulverizador

Hum	Inc	Ped	Rtr	Rpm	Tdf	Rr	B1	B2	B3	Ensaio
14.9	0	7.5	3	1700	2	205	83	101	111	P1220689
14.9	0	7.5	4	1700	2	205	103	118	138	P1220689
14.9	0	7.5	5	1700	2	205	96	104	107	P1220689
14.9	0	7.5	3	1500	2	185	67	80	92	P2220689
14.9	0	7.5	4	1500	2	185	80	94	111	P2220689
14.9	0	7.5	5	1500	2	185	72	78	84	P2220689
14.9	0	7.5	3	1500	2	156	66	73	90	P3220689
14.9	0	7.5	4	1500	2	156	79	89	110	P3220689
14.9	0	7.5	5	1500	2	156	66	78	86	P3220689
14.9	0	7.5	3	1700	2	166	78	93	106	P4220689
14.9	0	7.5	4	1700	2	166	96	113	121	P4220689
14.9	0	7.5	5	1700	2	166	77	93	103	P4220689
15.7	28	87.5	3	2500	1	512	86	104	116	P1230689
15.7	28	87.5	4	2500	1	512	104	112	127	P1230689
15.7	28	87.5	5	2500	1	512	80	94	114	P1230689
15.7	28	77.5	3	2000	1	555	62	73	83	P2230689
15.7	28	77.5	4	2000	1	555	67	78	95	P2230689
15.7	28	77.5	5	2000	1	555	58	68	82	P2230689
15.7	27	92.5	3	2500	1	471	76	92	108	P3230689
15.7	27	92.5	4	2500	1	471	97	107	125	P3230689
15.7	27	92.5	5	2500	1	471	82	94	102	P3230689
15.7	27	92.5	3	2000	1	491	60	72	83	P4230689
15.7	27	92.5	4	2000	1	491	67	87	99	P4230689
15.7	27	92.5	5	2000	1	491	56	63	91	P4230689
15.7	27	92.5	3	1500	1	506	47	52	58	P5230689
15.7	27	92.5	4	1500	1	506	49	59	68	P5230689
15.7	27	92.5	5	1500	1	506	46	49	54	P5230689
15.7	26	92.5	3	1500	1	550	48	55	62	P6230689
15.7	26	92.5	4	1500	1	550	52	57	66	P6230689
9.7	0	7.5	4	1700	1	104	63	71	82	P1260689
9.7	0	7.5	5	1700	1	104	51	59	68	P1260689
9.7	0	7.5	6	1700	1	104	55	67	79	P1260689
9.7	0	7.5	5	1500	1	130	45	57	64	P2260689
9.7	0	7.5	6	1500	1	130	48	56	78	P2260689
9.7	0	7.5	7	1500	1	130	49	51	52	P2260689
9.7	0	7.5	4	1700	1	95	56	71	84	P3260689
9.7	0	7.5	5	1700	1	95	52	57	68	P3260689

9.7	0	7.5	6	1700	1	95	57	67	81	P3260689
9.7	0	7.5	5	1500	1	96	42	49	56	P4260689
9.7	0	7.5	6	1500	1	96	52	56	68	P4260689
9.7	0	7.5	7	1500	1	96	42	53	57	P4260689
9.7	0	7.5	6	1200	1	126	43	45	52	P5260689
9.7	0	7.5	7	1200	1	126	36	37	44	P5260689
9.7	0	7.5	8	1200	1	126	40	43	48	P5260689
9.7	0	7.5	6	1200	1	117	41	55	56	P6260689
9.7	0	7.5	7	1200	1	117	32	39	42	P6260689
9.7	0	7.5	8	1200	1	117	39	47	50	P6260689
9.3	28	92.5	5	1700	1	708	53	62	70	P1270689
9.3	28	92.5	6	1700	1	708	61	69	81	P1270689
9.3	28	92.5	7	1700	1	708	56	66	73	P1270689
9.3	28	92.5	5	1500	1	652	51	60	65	P2270689
9.3	28	92.5	6	1500	1	652	51	59	64	P2270689
9.3	28	92.5	7	1500	1	652	49	55	63	P2270689
9.3	31	42.5	5	1700	1	656	53	61	74	P3270689
9.3	31	42.5	6	1700	1	656	60	71	84	P3270689
9.3	31	42.5	7	1700	1	656	56	61	75	P3270689
9.3	31	42.5	5	1500	1	630	46	54	55	P4270689
9.3	31	42.5	6	1500	1	630	49	62	83	P4270689
9.3	31	42.5	7	1500	1	630	43	58	64	P4270689
9.3	28	82.5	6	1200	1	639	40	49	58	P5270689
9.3	28	82.5	7	1200	1	639	33	41	43	P5270689
9.3	28	82.5	8	1200	1	639	38	47	47	P5270689
9.3	32	42.5	6	1200	1	678	43	48	52	P6270689
9.3	32	42.5	7	1200	1	678	35	45	46	P6270689
9.3	32	42.5	8	1200	1	678	40	44	45	P6270689

## Anexo 15

### APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

Atendendo às características dos equipamentos dividiram-se estes em agrícolas e de investigação:

#### 1- Equipamentos agrícolas

A caracterização dos equipamentos agrícolas baseou-se nos dados fornecidos pelos fabricantes e em alguns ensaios efectuados em estação.

##### 1.1-Tractor Ferrari 95 RS

O tractor Ferrarri 95 RS é um tractor não articulado de quatro rodas motrizes iguais com 31 kW(42 hp) de potência ao volante, obtida ao regime nominal (3000 r/min); das restantes características destacam-se as seguintes:

- motor marca Lombardini, modelo 625-3;
- massa, sem pesos - 950 kg (930 daN);
- massa com as rodas lastradas com água - 1144 kg (1120 daN);
- comprimento total - 2,9 m;
- largura - 1,215 a 1,555 m;
- desafogo ao solo - 0,26 m;
- raio mínimo de viragem - 3 m.

##### 1.1.1- Determinação do centro de gravidade

A determinação da localização do centro de gravidade é indispensável para o conhecimento exacto da repartição de massas sobre os eixos e para se poder calcular a sua transferência quando o tractor se encontra num plano inclinado (situação da vinha ao alto). A localização do centro de gravidade constitui também uma indicação útil sobre a estabilidade lateral e longitudinal do tractor possibilitando a definição de inclinações de utilização dentro dos limites de segurança previsíveis. Assim, para se proceder à sua determinação fez-se um pórtico onde se suspenderam duas roldanas, sendo uma delas móvel, para poder deslizar ao longo da sua trave superior, permitindo assim simular todas as inclinações desejadas.

Para determinação da massa do tractor, utilizaram-se dois captosres extensométricos, os quais foram intercalados entre as roldanas e duas barras transversais. A partir destas suspendeu-se o tractor, com cabos de aço, utilizando para pontos de suspenso quatro extensões aparafusadas nas jantes das rodas. A ligação do tractor mediante o esquema descrito permite a horizontalidade transversal e a variação longitudinal necessária para simular diferentes declives do terreno.

As determinações das posições do centro de gravidade foram realizadas com os equipamentos de medição, que se encontram montados numa mesa, por cima do motor, sem e com operador; as expressões utilizadas nestas determinações são as seguintes:

$$A=(PFH*C)/PH;$$

$$B=(PTH*C)/PH;$$

$$HA=[(PTI*\text{COS}(IN)*C)-(PH*\text{COS}(IN)*B/PH*\text{SEN}(IN)]$$

em que:

A - distância, em cm, do eixo traseiro ao plano vertical que contém o centro de gravidade;

B - distância, em cm, do eixo dianteiro ao plano que contém o centro de gravidade;

PH - peso total, em kg, medido na horizontal;

PFH (l) - peso, em kg, no eixo dianteiro no plano horizontal (inclinado);

PTH (l) - peso, em kg, no eixo traseiro no plano horizontal (inclinado);

PH - peso total, em kg, do tractor;

HA - distância, em cm, do centro de gravidade ao plano horizontal que contem os eixos;

IN - inclinação, em percentagem;

C - distância dos eixos, em cm.

Para o primeiro caso, utilizando uma inclinação de 22,1%, obteve-se:

$$A= 75,58;$$

$$B= 35,42;$$

$$HA= 12,73;$$

e, para o segundo caso:

$$A= 71,85;$$

$$B= 39,15;$$

$$HA= 16,00$$

### **1.1.2- Determinação do regime da tomada de força**

O tractor em estudo dispõe de duas relações de transmissão para a tomada de força, sendo uma de 540 r/min e outra de 950 r/min, obtidas a 2500 r/min do motor.

Com estas determinações pretendeu-se obter um quadro de rotações da tomada de força para diferentes rotações do motor pois, em alguns dos ensaios, é necessário utilizar regimes não normalizados.

Os valores determinados encontram-se no anexo 2.

### **1.1.3- Determinação das velocidades de deslocamento**

As determinações das velocidades de deslocamento do tractor foram efectuadas em piso rígido, sem realizar força de tracção à barra, por forma a diminuir, ao mínimo, o escorregamento. Estas determinações foram feitas utilizando-se vários regimes do motor, obtidos por medição directa com um conta-rotações, no tambor da cambota, e com as primeiras oito relações de transmissão, pois, a partir destas, as velocidades são demasiado altas para serem utilizadas na cultura da vinha.

Este tipo de determinações foram também realizadas para um tractor de rastos, marca Agrifulll, modelo 355, porque nos ensaios de tracção, este tractor é utilizado como veículo travão, por forma a obterem-se, no tractor de ensaios, diferentes níveis de escorregamento para elaboração das curvas de tracção; os valores de escorregamento utilizados foram sempre inferiores a 40%, pois, embora se pudessem obter maiores forças de tracção com escorregamentos superiores, o desgaste dos pneus desaconselharia, na prática, a sua utilização.

Os valores obtidos nestes ensaios, relativos ao tractor Ferrari e Agrifulll encontram-se no anexo 3 e 4, apresentando-se, no anexo 5, as relações de transmissão e regimes deste último para obtenção de diferentes níveis de escorregamento do tractor de ensaios; na prática estes valores revelaram-se de pouco interesse pois as condições de aderência dos tractores é muito diferente.

### **1.1.4- Adaptações realizadas**

Para além das determinações apresentadas foram realizados ainda os seguintes trabalhos:

- estrutura para protecção do cárter e frente do tractor;
- mesa para colocação dos equipamentos de medição;
- sistema eléctrico para alimentação dos equipamentos de medição;

- modificação do sistema tripolar de engate para se poder montar os equipamentos agrícolas juntamente com os de medição;

- estudo das modificações do sistema hidráulico para accionamento de um terceiro ponto hidráulico que permita colocar à vertical os equipamentos montados, melhorando assim a estabilidade e transitabilidade.

## **1.2- Enxada mecânica**

A enxada mecânica Tortella 005-120 tem seis enxadas, uma massa de 286 kg (280 daN) e uma largura total de 120 cm.

Este equipamento tem uma caixa de velocidades com três relações de transmissão o que permite, para o regime normalizado da tomada de força, as seguintes rotações por minuto:

- posição 1 -129 r/min
- posição 2 -153 r/min
- posição 3 -192 r/min

Estes regimes são, conforme trabalhos já realizados, demasiado altos, pois a cobertura pedregosa dos solos do Douro é, geralmente, bastante elevada, o que conduz a um desgaste prematuro dos órgãos activos e a saltos constantes do equipamento. As velocidades das enxadas serão obtidas utilizando regimes do motor mais baixos, pois os equipamentos accionados à tomada de força utilizados nesta cultura, são pouco exigentes em potência, não se prevendo assim limitações desta. Apresenta-se, no anexo 6, as rotações do equipamento para as diferentes posições e outros regimes do motor.

A utilização da caixa de velocidades da enxada mecânica, juntamente com a variação da velocidade de deslocamento do tractor, obtidas com a utilização de outras relações de transmissão, permite diferentes comprimentos de fatias de solo, que conduzem a diferentes graus de fragmentação do mesmo; esta será, também, influenciada pela posição do avental do próprio equipamento e pelo teor de humidade do solo. Apresenta-se, no anexo 7, um quadro com os diferentes comprimentos de fatias, assim como das profundidades de trabalho, que são obtidas pela variação da posição dos patins.

## **1.3- Pulverizador de jacto transportado**

Os ensaios prévios realizados com o pulverizador de jacto transportado de 200 l, marca "Rocha", tiveram como principal objectivo a determinação dos débitos; estes foram obtidos com

quatro pressões de serviço, durante um minuto, utilizando pastilhas com orifícios de 1,5 mm de diâmetro.

Conjugando os débitos obtidos com as velocidades de deslocação do tractor e largura de trabalho é possível determinar a quantidade de calda a distribuir por hectare.

A rampa de pulverização deste pulverizador é própria para a cultura da vinha, sendo constituída por dois sectores circulares independentes, permitindo, cada um deles, a pulverização de um bardo; é possível fechar separadamente os bicos da rampa.

Este pulverizador permite desligar o ventilador funcionando como jacto projectado e as pastilhas são facilmente substituíveis o que permite utilizar diferentes diâmetros para regulação do débito.

Os ensaios de campo a efectuar com este equipamento têm como principal objectivo a determinação do binário de accionamento da bomba a diferentes pressões de funcionamento, assim como a transferência de peso que ocorre quando o equipamento se encontra montado e a sua influência na capacidade de tracção. Também se determinou a potência necessária para fazer progredir, nas vinhas ao alto, o conjunto tractor-pulverizador. Nas vinhas instaladas em patamares as potências necessárias não tem grande importância, pois não são limitantes, especialmente com pulverizadores desta capacidade, sendo então a velocidade a utilizar, para se aumentar a eficiência de campo, o principal factor a estudar; esta dependerá principalmente da distância da entrelinha, da curvatura dos próprios bardos, da pedregosidade e outros.

#### **1.4- Escarificador de 5 dentes articulados de molas**

Neste equipamento os aspectos mais importantes para a sua caracterização são a distância entre dentes (30 cm), que pode ser facilmente alterada e a profundidades mínima e máxima de trabalho, 0 e 12 cm, respectivamente; esta regulação é feita através de rodas de tancharia e em piso rígido.

Nos ensaios de campo realizados com este equipamento foram utilizados, para além dos de escarificação, ferros de extirpação pelo maior interesse que têm no combate às infestantes.

As medições efectuadas tiveram em conta os principais factores que influenciam a força de tracção e ou potência, como sejam, a profundidade de trabalho, pedregosidade, humidade, peças activas e outros.

## **2- Equipamentos de medição**

Para caracterização dos equipamentos de medição procedeu-se à simulação de vários ensaios o que permitiu, também, confirmar as principais características apresentadas nos livros de instruções.

## **2.1- Unidade de medição montada em "rack"**

A unidade de medição montada em "rack" de 19" é alimentada por uma corrente de 12 Vcc e tem vários módulos de 8\*8 cm, onde estão inseridos:

- um indicador digital HBM modelo kW 24;
- um módulo de ligação à impressora HBM, modelo 214 A
- um amplificador HBM, modelo kW 3073;
- um conversor de sinal do medidor de binário HBM, modelo MD 3555;
- um conversor de sinal do medidor de velocidade angular HBM, modelo N 3556 C.

O indicador digital tem um mostrador onde se podem ler os valores medidos e é, basicamente, um voltímetro com diferentes escalas que nos permite fazer variar o sinal de entrada lendo-se, assim, valores proporcionais aos medidos; este indicador tem doze canais, o que permite fazer leituras de outras tantas medições.

O amplificador tem duas funções:

- fornecer a corrente de alimentação para os captores;
- receber e amplificar o sinal proveniente dos captores e transformá-lo num sinal de corrente contínua, proporcional às forças medidas, que será conduzida para o indicador digital, impressora ou traçador de gráficos. Permite, também, devido ao grande número de regulações possíveis, trabalhar com outro tipo de equipamentos e acertar, de forma estável, o zero da leitura inicial;
- o conversor de sinal do medidor do binário permite, como o próprio nome indica, transformar o sinal proveniente do captor torçométrico T 30 FN, enviando o valor para o indicador digital, uma impressora ou traçador de gráficos;
- o conversor de sinal do medidor de velocidade angular N 3556 C transforma o sinal medido pelo captor torçométrico em regimes, o que, juntamente com o equipamento anterior, permite determinar a potência absorvida pelo equipamento;
- as placas 3962 delimitam três espaços, onde eventualmente podem ser montados outros equipamentos.

## **2.2- Captor torçométrico**

O captor torçométrico HBM, modelo T 30 TN 3/1 kNm foi montado no veio da tomada de força do tractor, onde foi necessário fazer várias adaptações, incluindo uma estrutura de suporte para o equipamento e duas falanges com um veio fêmea para receber o movimento do veio da

tomada de força e outro, macho, para transmissão do movimento ao veio de transmissão que acciona a alfaia.

A corrente eléctrica fornecida pelo amplificador de tracção é alterada neste equipamento, proporcionalmente à força medida, e enviada novamente para o amplificador, fazendo-se a leitura no mostrador digital, traçador de gráficos ou impressora.

### **2.3- Captor extensométrico**

A determinação das forças de tracção são feitas utilizando dois captos extensométricos HBM tipo U2, com uma capacidade nominal de 1000 e 2000 kgf (980 e 1960 daN), respectivamente.

Cada um destes equipamentos é constituído basicamente por quatro extensómetros montados em ponte de Wheatstone, alimentados por uma corrente de 5 V com uma saída, para a capacidade nominal, de 2 mV/V.

### **2.4- Traçador de gráficos**

O traçador de gráficos marca BBC, modelo SE 430, com três canais e corrente de alimentação de 12 Vcc, permite o registo gráfico, simultâneo, de três grandezas diferentes.

O aparelho base compreende um transformador de alimentação, um fusível, um selector de tensão, um motor que faz avançar o papel e o conjunto traçador com um potenciómetro.

### **2.5- Impressora**

A impressora marca HBM, modelo WD 3501 A imprime termicamente os valores medidos, com uma cadência regulável. Este equipamento tem incorporado um relógio que começa a contagem a partir do zero, sempre que se liga, tendo uma autonomia de 30 min, desde que tenha estado a trabalhar pelo menos durante 24 horas. O tempo é impresso na metade esquerda do rolo de papel, ficando a direita para as grandezas a medir.

### **2.6- Célula magnética**

A célula magnética marca HBM, modelo MA1 está ligada ao amplificador de sinal que envia para o indicador digital, uma corrente intermitente com uma diferença de potencial de 5 V, o que lhe permite funcionar como contador.

Este equipamento foi utilizado para medir o escorregamento das rodas pela contagem dos impulsos obtidos numa rotação completa da mesma.

