

Metodologia de selecção e optimização de maquinaria agrícola

Adelino Rodrigues da Costa*, António Canatário Duarte**



Resumo

No desenvolvimento deste estudo aplicaram-se diversas metodologias de cálculo tais como dias disponíveis, reacção das alfaias, características de tracção do tractor, capacidades reais de trabalho e custos horários. Estas, aliadas aos meios informáticos actuais, transformam-se em ferramentas extremamente úteis e eficazes no dimensionamento de um parque de máquinas. Elaborou-se um programa informático em linguagem FORTRAN que contempla a metodologia de cálculo do dimensionamento do parque de máquinas, o qual designamos de S.O.M.A. (Seleção Optimização Maquinaria Agrícola).

O S.O.M.A. é constituído por 4 subprogramas, não tendo os seus resultados ligação directa aplicada entre si. No entanto esses resultados convergem todos para a concretização do objectivo principal, que é a selecção da máquina/alfaia que melhor sirva uma determinada situação. Realizou-se um ensaio de campo numa parcela de 2.4 hectares da Escola Superior Agrária de Castelo Branco em que foram acompanhadas várias operações culturais, com o objectivo de comparação dos resultados

observados com os simulados pelo program S.O.M.A. Dos registos efectuados, o cálculo dos dias disponíveis apresenta o maior erro relativamente aos valores observados; nos restantes métodos parcelares de cálculo o erro verificado é mínimo, o que traduz a validade desta metodologia como ferramenta útil no dimensionamento do parque de máquinas.

1. Introdução

Nos nossos dias é fundamental que o estudo e análise de projectos e a ponderação de situações alternativas que tornem mais rentável uma actividade, sejam feitos em tempo oportuno.

Com a utilização facilitada de meios informáticos é possível obter resultados com precisão e rapidez. A aplicação de vários tipos de linguagem de programação, tem-se verificado na elaboração e ensaio de diversos modelos para o dimensionamento e gestão de um parque de máquinas. Apresentamos algumas metodologias que foram desenvolvidas, e que continuam a ser aperfeiçoadas, com este propósito.

O trabalho desenvolvido por LOPEZ (1981) consiste numa metodologia de cálculo simples, através da qual se obtêm resultados rápidos e seguros. Contempla o estudo das condições de estabilidade e de aderência,

e o cálculo da potência e rendimento energéticos do conjunto tractor-alfaia.

HUNT (1983) refere que o Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade de Illinois dispõe de um programa em linguagem FORTRAN, que permite elaborar cálculos de operações previamente estipuladas para uma exploração, consoante a área, culturas e dias disponíveis da região. Obtém-se como resultado dos cálculos o número de máquinas automotrizes e não automotrizes, e a selecção das potências e encargos anuais. A metodologia de cálculo baseia-se num processo bastante complexo e extenso, tendo um rigor técnico muito pormenorizado para cada cultura, dados climáticos, dados do solo, eficácia de campo das operações e factores de oportunidade.

O presente estudo teve como finalidade a informatização de um método de cálculo, para a melhoria do dimensionamento e gestão de um **parque de máquinas** por forma a evitar o seu sobre ou subdimensionamento, e assim obterem-se maiores rendimentos da mecanização agrícola. Para a concretização deste objectivo foi elaborado um programa em linguagem FORTRAN ao qual atribuímos a designação de S.O.M.A., encontrando-se disponível na Biblioteca da Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB) para eventuais interessados na sua utilização.

A verificação desta metodologia de cálculo informatizada é feita para uma parcela da Quinta da Sra. de Mércules da ESACB, através da comparação entre resultados observados e simulados pelo programa.

Para a efectivação deste estudo foi feita uma caracterização pedoclimática do sítio experimental (COSTA, 1995), em virtude das características dos solos e do clima serem necessárias a alguns cálculos previstos nesta metodologia.

2. Apresentação do programa S.O.M.A.

A selecção das máquinas/alfaias é baseada na estratégia ou modelo de trabalho, ilustrado na fig. 1. Com o programa S.O.M.A., que faz parte integrante deste modelo de trabalho, obtém-se rapidamente resultados, que nos permitem colocar em estudo várias situações alternativas para cada problema específico.

A estratégia contemplada na fig. 1, impõe a definição de uma calendarização de todas as operações culturais ao longo do ciclo vegetativo das culturas. Conhecidas

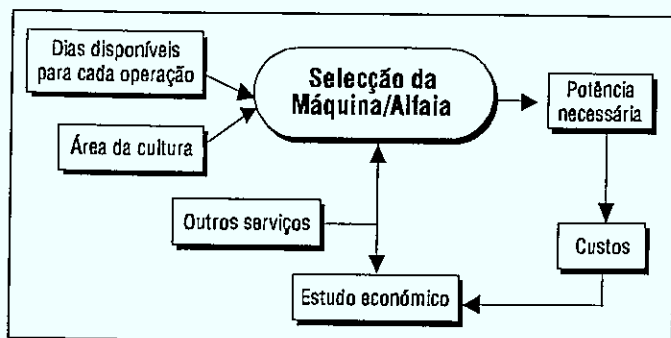


Fig. 1 - Estratégia de Trabalho.

as capacidades de trabalho das máquinas/alfaias existentes, podemos compará-la com os dias disponíveis. Caso seja possível a realização das tarefas na calendarização estabelecida então o equipamento em causa poderá ser seleccionado; se as características do equipamento não permitem cumprir as limitações do tempo disponível, a máquina/alfaia pode não ser seleccionada. O S.O.M.A. apresenta várias situações alternativas para solucionar esta questão.

Segundo o esquema da fig. 1, determinam-se a potência necessária e os custos horários para cada equipamento, exceptuando o cálculo da potência para equipamentos que trabalham com a tomada de força, recomendando-se neste caso as instruções do fabricante. Ponderando todos os factores intervenientes o utilizador do S.O.M.A. terá de interpretar os resultados e julgar a situação mais credível.

2.1. Funcionamento do programa

O programa é constituído por um menu principal, que faz a gestão de todos os processos parcelares de cálculo contemplados no programa S.O.M.A., a saber:

- 1 -Dias disponíveis.
- 2 -Reacções das alfaias e características de tracção do tractor.
- 3 -Capacidades reais de trabalho.
- 4 -Custos por hora.

Apresentam-se de seguida vários fluxogramas que ajudam à compreensão de cada opção de cálculo.

1.3. Dias disponíveis

Tal como se encontra esquematizado na fig. 2, para executar o cálculo é necessário escolher a tarefa, pois os dias disponíveis são determinados para as condições específicas e limitantes de cada operação.

A classe e o nível freático do solo, especificados em COSTA (1995), definem o factor S_b . Conhecidos estes dados principais e especificado um período datado (dia,mês), o programa é direccionado para a leitura da Base de Dados do clima (dados diários para cada ano) e o cálculo é executado para aquele período.

1.4. Reacções das alfaias e características de tracção do tractor

Nesta opção o programa executa dois cálculos diferentes: reacção da alfaia e, no seguimento desta, as características de tracção do tractor, tal como se pode observar na fig. 3.

Para as charruas é elaborado o cálculo da *Resistência Específica* da alfaia, para o que é necessário definir o tipo de solo, a cobertura vegetal do terreno e a profundidade de trabalho (cm).

Aquele valor é transferido para o cálculo final, que incluiu a largura de trabalho da alfaia (m), a velocidade de trabalho (Km/h), o peso da alfaia (Kg) e o ângulo de inclinação do terreno (graus) na direcção da linha de trabalho.

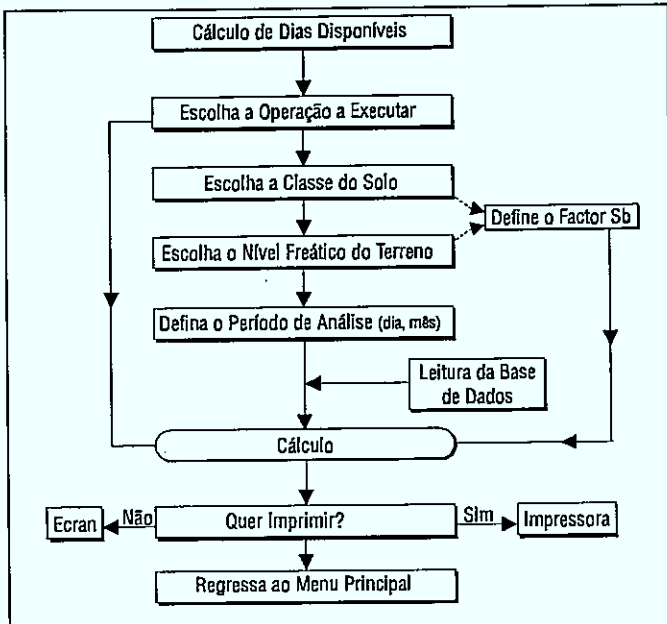


Fig. 2 - Fluxograma dos dias disponíveis.

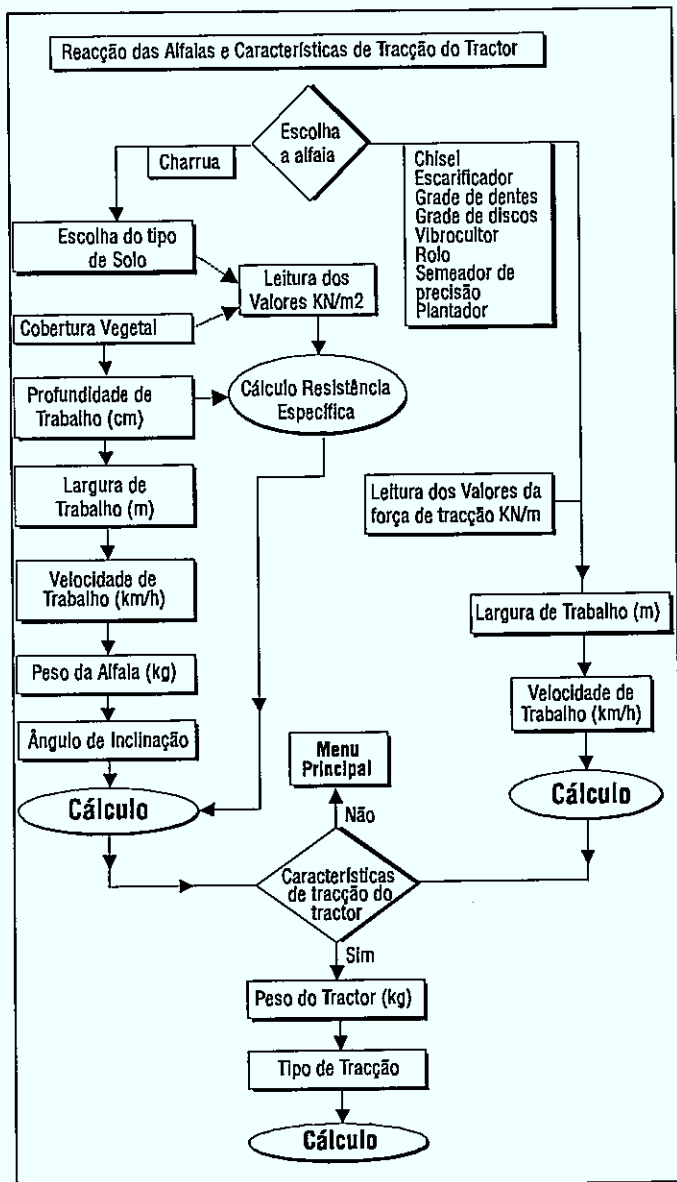


Fig. 3 - Fluxograma das reacções das alfaias e características de tracção do tractor.

Para as restantes alfaias depois de se terem estabelecido a largura e a velocidade de trabalho, o cálculo da força de tracção é imediato.

O cálculo das características de tracção do tractor é opcional. Em caso afirmativo, o peso do tractor (Kg), a potência nominal do tractor (CV) e a escolha do tipo de tracção são necessários à sua determinação.

1.5. Capacidades reais de trabalho

O programa calcula, de acordo com o fluxograma da fig. 4, o número de hectares trabalhados por unidade de tempo e o tempo necessário para realizar uma determinada operação na área considerada.

Na sequência da escolha da operação (preparação do terreno, sementeira, fertilização, tratamentos fitossanitários e colheita) o programa mostra uma listagem das máquinas/alfaias específicas para cada operação.

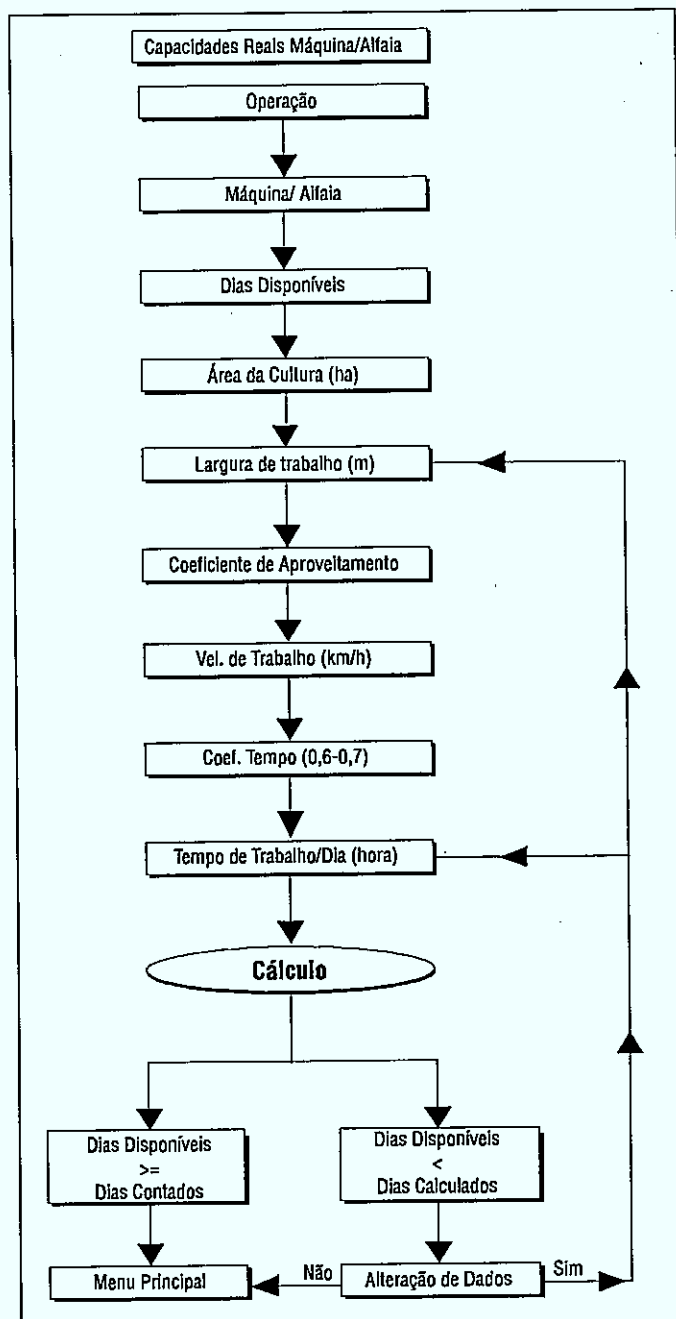


Fig. 4 - Fluxograma das capacidades reais de trabalho.

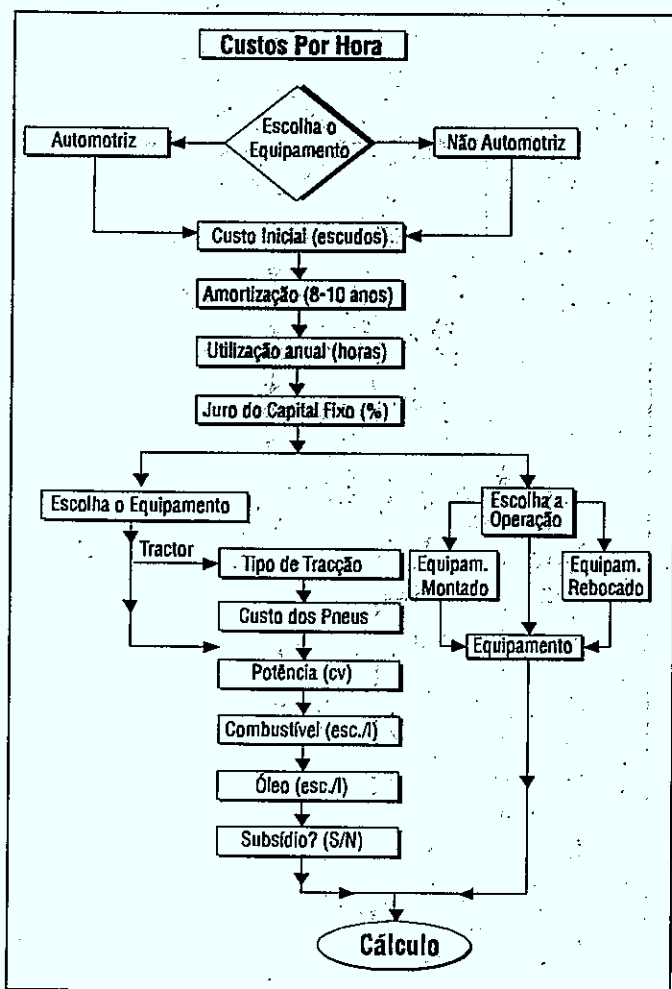


Fig. 5 - Fluxograma dos custos por hora.

A partir deste momento a informação dos dias disponíveis, calculados previamente na respectiva opção de cálculo, é um valor muito importante para as recomendações que o programa pode fornecer.

Depois de executar o cálculo, o programa compara os dias disponíveis com os dias necessários à execução da operação cultural (dias calculados). Se o número de dias disponíveis for igual ou superior aos calculados, a máquina/alfaia cumpre as condições para a realização do trabalho. Caso o número de dias disponíveis seja inferior aos dias calculados, o programa informa que "A máquina/alfaia não realiza a operação nos dias disponíveis". Para esta situação recomenda o estudo das várias hipóteses:

- i) optar por uma máquina/alfaia de maior largura de trabalho;
- ii) aumentar o número de máquinas/alfaias;
- iii) aumentar o número de horas de trabalho/dia;
- iv) utilizar o serviço de aluguer.

A primeira hipótese (se a exploração dispuser de equipamento similar com largura de trabalho maior) e a terceira hipótese podem ser de aceitação mais imediata na resolução de uma situação. Já as restantes obrigam a uma reflexão mais cuidadosa, dado os maiores custos que normalmente lhes estão inerentes.

1.6. Custos por hora

Neste subprograma são considerados dois grupos de custos, como ilustra a fig. 5. O primeiro grupo inclui o custo inicial, a amortização, a utilização anual e o juro do capital fixo, suportados obrigatoriamente por todos os equipamentos.

O segundo grupo engloba os cálculos específicos para cada equipamento automotriz e não automotriz. Os automotrizes dividem-se em dois grupos:

- tractor
- outros equipamentos automotrizes (por exemplo uma máquina de colheita).

Todos os equipamentos automotrizes incluem o custo do combustível, a manutenção, a reparação e o subsídio de combustível como opção.

Para os equipamentos não automotrizes a escolha da operação (fig. 5) vai determinar a apresentação de uma lista específica de equipamentos. Para algumas operações culturais, dada a diversidade de equipamentos, é ainda necessário definir se o equipamento é montado ou rebocado, e só após é efectuada a respectiva listagem.

2. Resultados observados

Foi efectuada um ensaio de campo na Quinta da Sra. de Mércules da Escola Superior Agrária de Castelo Branco para acompanhamento das operações culturais da folha 4A (COSTA, 1995). A parcela tem uma área de 2.4 ha, destinando-se a culturas forrageiras de regadio e sequeiro.

O registo de dados de campo teve início na colheita das culturas de inverno (consociação Aveia-Ervilhaca) e prosseguiu em todas as operações com a maquinaria até à adubação de cobertura da cultura seguinte (Tab. 1).

No acompanhamento das operações da folha 4A apenas houve a preocupação de registar, para as máquinas/alfaias utilizadas, a largura, a velocidade e o tempo real de trabalho na execução das várias tarefas.

Os trabalhos de cada fase cultural sofreram um atraso justificado pelas condições climáticas, provocando uma acumulação de trabalhos e não permitindo que fossem executados na época mais adequada.

De referir a rapidez nas voltas de cabeceira que oscilavam entre os 20-30 segundos. Na maior parte dos trabalhos registaram-se velocidades de trabalho elevadas, o que nem sempre é compatível com a qualidade do trabalho.

3. Resultados simulados

Neste ponto pretende-se a obtenção de resultados simulados pelo programa S.O.M.A. para as mesmas condições do ensaio de campo, a fim de poderem ser comparados com os resultados observados. Procura-se também a simulação de um estudo económico

Tab. 1 - Resultados observados em cada operação cultural na folha 4A

Data	Operação	Tractor	Alfaia	Largura de trabalho (m)	Velocidade de trabalho (km/h)	Tempo de trabalho (horas)
8/6	Colheita: corte	Fendt 275	Gadanhira de discos	1.55	3	8.0
10/6	Juntar	John Deere	Virador-Juntador tipo girassol	3.05	8	1.5
10/6	Enfardar	Fendt 275	Enfardadeira de alta pressão	1.28	5	5.0
15/6	Lavoura	Fiat 80/66 DT	Charrua de aivecas	0.66	8	7.0
16/6	Gradagem	Fendt 275	Grade de bicos	3.00	9	3.0 (trab. efec. em cruz)
20/6	Adubação de fundo	Fendt 275	Distribuidor centrífugo	12.00	6	0.5
20/6	Gradagem	Fendt 275	Grade de bicos	3.00	9	1.5
20/6	Sementeira	Fendt 275	Semeador	2.30	7	2.0
13/7	Adubação de cobertura	Fendt 275	Distribuidor centrífugo	12.00	6	0.5

para os diversos equipamentos do parque de máquinas.

A análise da fig. 6 permite testar o método de cálculo dos dias disponíveis. Podemos constatar um afastamento considerável do número de dias disponíveis simulados com base nos dados climáticos de 9 anos, relativamente ao número de dias disponíveis simulados considerando somente os dados climáticos de 1994. Esta disparidade é nitidamente maior nos períodos do ano em que normalmente se verifica a precipitação.

Os cálculos foram efectuados para o trabalho da lavoura, com a classe do solo de textura D (COSTA, 1995), e os seguintes níveis freáticos: com encharcamento muito forte de 11 de Outubro a 20 de Março; com toalha freática a uma profundidade de 0.8 - 1.3 m

para o restante período anual.

A simulação das capacidades reais de trabalho para cada operação cultural conduz a resultados bastante próximos dos verificados no campo (Tab. 2). A operação "enfardar" é a que apresenta maior margem de erro, ou seja de 5.0 horas observadas para 5.66 horas simuladas.

A variação entre os resultados calculados das capacidades reais de trabalho e o trabalho real observado poderá eventualmente estar ligada ao não cumprimento da distância entre a ponta da alfaia e a borda da última linha de trabalho por parte do tractorista, ou uma outra causa relacionada com a operacionalidade das alfaias no campo. Relativamente aos custos ou encargos

Tab. 2 - Resultados simulados das capacidades reais de trabalho para cada operação cultural na folha 4A no período em análise

Operação	Tractor	Alfaia	Largura de trabalho (m)	Velocidade de trabalho (km/h)	Tempo de trabalho calculado (hora)	Margem de erro
Colheita: corte	Fendt 275	Gadanhira de discos	1.55	3	7.78	-0.22
Juntar	John Deer 1030/51 HP	Virador-Juntador tipo girassol	3.05	8	1.68	0.18
Enfardar	Fendt 275	Enfardadeira de alta pressão	1.28	5	5.66	0.66
Lavoura	Fiat 80/66 DT	Charrua de aivecas	0.66	8	7.36	0.36
Gradagem	Fendt 275	Grade de bicos	3.00	9	3.04	0.04
Adubação de fundo	Fendt 275	Distribuidor centrífugo	12.00	6	0.51	0.01
Gradagem	Fendt 275	Grade de bicos	3.00	9	1.52	0.02
Sementeira	Fendt 275	Semeador	2.30	7	2.27	0.27
Adubação de Cobertura	Fendt 275	Distribuidor centrífugo	12.00	6	0.51	0.01

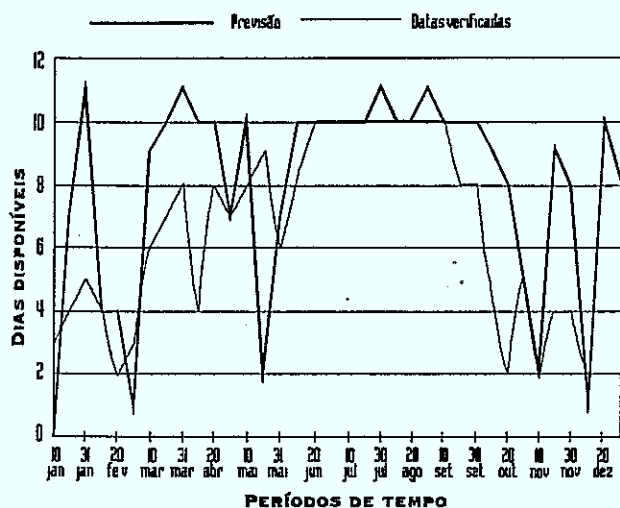


Fig. 6 - Gráfico dos dias disponíveis.

horários encontramos alguma dificuldade na obtenção do custo de aquisição dos equipamentos. Tendo em consideração um dos objectivos deste trabalho, que é testar a validade deste sistema de cálculo, e que a ESACB dispõe de vários equipamentos que lhe foram doados e outros que já ultrapassaram a sua vida útil, consideramos para efeitos de cálculo que os equipamentos

são novos, adoptando-se os valores de aquisição recomendados pelo ex-Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural (MENDONÇA e CARNEIRO, 1993).

A Tab. 3 mostra os custos horários dos equipamentos, executados pelo programa, e os custos de aluguer praticados na zona de Castelo Branco. Calculam-se adicionalmente os encargos desta folha no que diz respeito à mecanização, com base nos custos médios de aluguer.

Finalmente interessa considerar se os tractores existentes são adequados para trabalharem com as alfaias usadas nas operações culturais. Esta questão pode ser particularmente importante para as alfaias que interactivam com o solo, com destaque para as charruas que requerem maiores esforços de tracção. Para tal, comparam-se os resultados das reacções das alfaias, em três situações de resistência de solo, com as características de tracção do tractor, calculadas para três situações de coeficientes de aderência e de atrito de rolamento do piso. Este exercício é estabelecido para os tractores e alfaias existentes no parque de máquinas da ESACB.

Os resultados no que respeita à charrua 2F13", para uma velocidade de trabalho de 8 Km/h e tipo de piso "restolho", num solo de textura arenosa e limo-arenosa, poderão ser analisados na tabela seguinte.

Tab. 3 - Custo horário e custo total das operações

Operação	Equipamento utilizado	Custo de aquisição	Custo/hora	Custo/hora total (Tractor+Alfala)	Custo/hora aluguer	Tempo de trabalho	Custo/ /tarefa
Colheita: corte	Fendt 275	8.927.000\$00	3.147\$00	5.561\$00	5.500\$00	8.0	44.490\$00
	+ Gadanheira de discos	736.000\$00	2.414\$00				
Juntar	John Deere 1040	4.043.000\$00	2.352\$00	2.787\$00	3.000\$00	1.5	4.180\$00
	+ Virador-Juntador tipo girassol	141.000\$00	434\$00				
Enfardar	Fendt 275	6.927.000\$00	3.147\$11	7.839\$00	5.500\$00	5.0	39.196\$00
	+ Enfardadeira de alta pressão	2.550.000\$00	4.692\$00				
Lavoura	Fiat 80/66 DT	6.927.000\$00	4.185\$00	5.049\$00	4.000\$00	7.0	35.340\$00
	+ Charrua de aivecas	3.840.000\$00	864\$00				
Gradagem	Fendt 275	6.927.000\$00	3.147\$00	3.629\$00	3.000\$00	3.0	10.887\$00
	+ Grade de bicos	134.000\$00	482\$00				
Adubação de fundo	Fendt 275	6.927.000\$00	3.147\$00	4.317\$00	3.000\$00	0.5	2.159\$00
	+ Distribuidor centrífugo	325.000\$00	1.170\$00				
Gradagem	Fendt 275	6.927.000\$00	3.147\$00	3.629\$00	3.000\$00	1.5	5.444\$00
	+ Grade de bicos	134.000\$00	482\$00				
Sementeira	Fendt 275	6.927.000\$00	3.147\$00	7.026\$00	5.500\$00	2	14.052\$00
	+ Semeador pneumático	1.220.000\$00	3.879\$00				
Adubação de fundo	Fendt 275	6.927.000\$00	3.147\$00	4.317\$00	3.000\$00	0.5	2.159\$00
	+ Distribuidor de fundo	1.220.000\$00	1.170\$00				

Tab. 4 - Força de tracção da charrua e do tractor

Força de tracção da charrua 2F13" (kN)	Força de tracção do tractor a partir do peso(kN)					
	Fiat 80/66	Fendt 275	John Deere 1640	John Deere 1630	John Deere 1030	Hinomoto E - 2804
10.86	20.06	16.71	11.77	8.67	7.42	8.69
11.54	21.35	17.79	12.53	9.23	7.90	9.25
12.20	22.64	18.87	13.29	9.79	8.38	9.81

Tal como seria de esperar, os tractores menos potentes não desenvolvem esforços de tracção suficientes para trabalharem com a charrua em causa à velocidade de trabalho considerada.

Para a grade de bicos todos os tractores estudados têm capacidade de executar a tarefa à velocidade de trabalho 9 Km/h (exceptuando uma situação para o tractor John Deere 1030), para o tipo de piso "solo lavrado", como ilustram os resultados da tabela 5.

Tab. 5 - Força de tracção da grade de bicos e do tractor

Força de tracção da grade de bicos (kN)	Força de tracção do tractor a partir do peso(kN)					
	Fiat 80/66	Fendt 275	John Deere 1640	John Deere 1630	John Deere 1030	Hinomoto E - 2804
0.90	7.12	5.93	4.18	3.08	2.63	3.08
1.80	8.08	6.74	4.75	3.49	2.99	3.50
2.70	9.05	7.55	5.35	3.91	3.35	3.92

O semeador pneumático também pode ser aplicado nos 6 tractores à velocidade de trabalho 7 Km/h, para o tipo de piso "solo lavrado e gradado", comprovado pelos resultados seguintes.

Tab. 6 - Força de tracção do semeador pneumático e do tractor

Força de tracção do semeador pneumático (kN)	Força de tracção do tractor a partir do peso (kN)					
	Fiat 80/66	Fendt 275	John Deere 1640	John Deere 1630	John Deere 1030	Hinomoto E - 2804
1.80	10.35	8.63	6.08	4.47	3.83	4.49
2.52	12.94	10.78	7.60	5.59	4.79	5.61
3.20	15.52	12.94	9.11	6.71	5.74	6.73

Ainda que todos os tractores em estudo cumpram as condições de tracção para trabalharem com o semeador pneumático, os de baixa potência podem levantar algumas dúvidas no que respeita ao equilíbrio do conjunto, já que o peso da alfaia pode ser excessivo relativamente ao peso do tractor. Nestes casos deve ser efectuado um estudo de equilíbrio estático e dinâmico do tractor e equipamento, que não é considerado neste estudo.

Discussão dos resultados

Do conjunto dos resultados obtidos, merece-nos especial atenção o que diz respeito aos dias disponíveis, dada a disparidade entre os valores obtidos para a série de 9

anos (registos disponíveis no posto meteorológico da ESACB) e os valores obtidos para o ano de 1994 (fig. 2). Dois factos contribuem para esta situação; por um lado o número limitado de anos da série usada, que no lugar de 9 devia contemplar pelo menos 20 anos, de acordo com o estabelecido para a aplicação do método. Por outro lado, o comportamento anormal do ano de 1994 relativamente aos valores da precipitação nos meses em que normalmente chove, o que determina o cálculo de um maior número de dias disponíveis em relação aos valores calculados para a série de 9 anos. Ainda assim, os valores obtidos têm interesse, dando uma indicação acerca do comportamento previsível ao longo do ano.

Importa salientar a obtenção de valores de tempo de trabalho, observados no campo e simulados, bastante semelhantes, o que nos dá uma indicação consistente da validade deste método parcelar de cálculo.

No que se refere aos custos horários de trabalho, obtiveram-se valores para as várias operações culturais que nos parecem bastante próximos dos valores praticados na região de Castelo Branco. Esta apreciação não é baseada numa intenção deliberada e metodológica de um estudo mais generalizado dos custos de qualquer das operações, mas somente no inquérito a alguns agricultores da região.

Da análise dos valores relativos às forças de tracção do tractor e das alfaias usadas em algumas operações culturais (Tabs. 4, 5 e 6), algumas considerações devem ser registadas.

Assim, no que respeita à "charrua 2F13" usada na lavoura, e considerando a força de tracção requerida por esta alfaia (Tab. 4), constatamos que os tractores Fiat 80/66 e Fendt 275 exercem forças de tracção suficientes para trabalharem com esta charrua, à velocidade a que se realizou o trabalho. O tractor John Deere 1640 consegue operar com esta charrua em algumas situações que dependem do tipo de solo e dos coeficientes de aderência e de atrito de rolamento do piso. Os restantes tractores do Parque de Máquinas da ESACB, ou seja o John Deere 1630, o John Deere 1030 e o Hinomoto não exercem, em qualquer das situações em estudo, forças de tracção suficientes para trabalharem com a charrua em causa.

No caso da grade de bicos usada na operação da gradagem, a análise da tabela 5 permite-nos salientar que todos os tractores disponíveis exercem, em qualquer situação, forças de tracção suficientes para trabalharem com esta alfaia, exceptuando o tractor John Deere 1030 quando em solo mais resistente (força de tracção da alfaia igual a 2.7 kN) e quando os coeficientes de aderência e de atrito de rolamento de piso são baixos (força de tracção do tractor igual a 2.63 kN).

Para o semeador pneumático usado na operação da sementeira, a apreciação dos valores da tabela 6 indica-nos uma situação mais vantajosa que a anterior, já que todos os tractores exercem, em qualquer situação, forças de tracção suficientes para executarem a referida operação. Ainda assim, os tractores de mais baixa potência poderão apresentar dificuldades, dado o peso do semeador pneumático ser excessivo em relação ao peso do tractor, alterando as condições de equilíbrio

do conjunto tractor/alfaia.

4. Conclusões

As grandes vantagens da utilização de meios informáticos são a rapidez e a exactidão de cálculo. Consideramos que a conciliação das metodologias aplicadas com os meios informáticos disponíveis são de grande utilidade no projecto e planeamento de uma empresa agrícola, dada a facilidade de manejo e a ajuda na decisão em tempo oportuno.

Decorrente deste estudo, parece-nos óbvia a validade da metodologia de cálculo, especialmente dos métodos parcelares em que foi possível testar através da comparação com resultados observados. Destacamos o método de cálculo dos tempos de trabalho, que mostrou uma utilidade consistente ao obterem-se tempos simulados das operações culturais, bastante próximos dos tempos observados na mesma parcela experimental. Também os resultados obtidos na opção de cálculo dos custos horários para as várias operações culturais mostram uma aceitável aproximação dos valores praticados pelos agricultores na região de Castelo Branco.

O método parcelar de cálculo dos dias disponíveis mostrou igualmente validade, não pela comparação de resultados observados e simulados, mas através da comparação de resultados simulados para uma série de dados climáticos de 9 anos e uma série de dados do ano de 1994, que foi como se sabe um ano em que se registaram valores baixos de precipitação. Como seria previsível, e como se verifica, o número de dias disponíveis para a realização da generalidade das operações culturais, é maior em 1994, do que o número de dias disponíveis simulado para os mesmos períodos de tempo, com base na série de dados climáticos de 9 anos.

A análise dos valores calculados da força de tracção das alfaias agrícolas e das forças de tracção do tractor, leva-nos a concluir da necessidade de uma conjugação complementar e adequada entre o tractor e a alfaia, dada a existência de alguns tractores que não exercem as forças de tracção suficientes para trabalharem com algumas alfaias (sobretudo charruas que requerem forças de tracção elevadas). Uma das soluções deste problema técnico, seria a diminuição da velocidade de trabalho com o conseqüente aumento da força de tracção, podendo determinar outro problema que seria a impossibilidade de trabalhar uma determinada área em tempo oportuno. A constatação de situações deste tipo, faz antever a necessidade de um dimensionamento e gestão correctos e adequados a cada realidade concreta.

Por último, e cientes do interesse deste estudo, deixamos aberta a possibilidade de aperfeiçoamento deste programa e o alargamento da base de dados climáticos e agrícolas.

5. Referências bibliográficas

- ALMEIDA, A. C. F., (1993) - *Mecanização Agrícola em Trás-os-Montes: o caso da freguesia Carrapatas*. Tese de Mestrado em Extensão Rural e Desenvolvimento Rural, Universidade de Trás - os - Montes e Alto Douro, Vila Real.
- AZEVEDO, A. L. (1972) - *Excertos das lições de agricultura geral e máquinas agrícolas*. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
- CENTROS DE ESTUDOS DE PEDOLOGIA DO I I C T (1983) - *Carta de Solos* (Versão Preliminar).
- COSTA, J. B. (1973) - *Caracterização e Constituição do Solo* (2ª edição). Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- COSTA, A. R. (1995) - *Intomatização e verificação de metodologia de selecção e optimização de maquinaria agrícola*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- DAVIS, G. B. (1983) - *Fortran 77: A Structured, Disciplined Style*. Second Edition University of Minnesota, McGraw-will Book Company.
- EIMECKE - HERBST, A. (1975) - *Ein methodischer Ansatz zur Analyse von Einsatzzeiten in der Feldwirtschaft*. Forschungsb, Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und lehre der MEG, H. 12, Gottingen.
- FEIO, R. A. L. (1986) - *Curso de Programação Fortran*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- HARVLAND, B. (1993) - *Apontamentos de Gestão de Maquinaria Agrícola*. Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- HUNT, D. (1983) - *Farm Power And Machinery Management*, 7th Edition. The Iowa State University Press.
- LOPEZ, C. G. (1981) - *Selección de Equipos Agrícolas - Relaciones mecanicas y Relações eficiencia energética del conjunto tractor - apero*. 13ª Conferencia Internacional de Mecanización Agraria, Zaragoza.
- MADEIRA, A. (1992) - *Apontamentos para o C.E.S.E. Engenharia da Mecanização Agrícola*. Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Santarém.
- MENDONÇA, A. E., CARNEIRO J. B. (1993) - *Análise dos Encargos com a Utilização das Máquinas Agrícolas*. Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural, Divisão de Serviços de Infra-Estruturas e Equipamentos Rurais, Divisão de Mecanização e Normalização, Ministério da Agricultura, Lisboa.
- NEUBAER, K. (1989) - *Stroje Pro Vookinoon Vtrobu*. Universidade Agrária de Praga, pg 51-52.
- OUBRECHT, J. (1988) - *Vyuziti Stroine*. Traktorového Parku VIZ, Praga.
- SANTOS, F. A. (1984) - *Tabelas e Quadros*. Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural, Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- SANTOS, F. A. (1987) - *A Escolha do Material Agrícola*. Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural, Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

* Bacharel em Maquinaria Agrícola pela Escola Superior Agrária de Castelo Branco

** Professor Adjunto da Escola Superior Agrária de Castelo Branco