

MASSEY FERGUSON

Quadra 912 sul, Alameda 09, lote 20, QI J, Plano diretor sul.
CEP: 77.023-464 – Palmas/TO
CNPJ: 30.698.208/0001-97
Telefone : (63) 99266-5370
E-mail: ricardo@fourmaq.com.br

Fourmaq

ILUSTRÍSSIMO SR. MARCELO ANDRADE MOREIRA PINTO, Diretor-Presidente da CODEVASF.

**Ref.: PREGÃO ELETRÔNICO N.º 10/2020
PROCESSO 59500.000715/2020-26**

OBJETO: Fornecimento, transporte, carga e descarga de materiais, equipamentos e veículos, por Sistema de Registro de Preços, destinados à implantação de ações de inclusão produtiva em diversos municípios localizados na área de atuação da Codevasf, no Estado do Tocantins, distribuídos em 51 (cinquenta e um) itens.

A empresa FOURMAQ SOLUÇÕES EM AGRONEGOCIOS LTDA, inscrita no CNPJ N° 30.698.208/0001-97, inscrição estadual n° 29.488.854, estabelecida na Q. 912 Sul Alameda 09, LT 20 QI J Bloco 03, Plano Diretor Sul, CEP 77.023-464, PALMAS – TOCANTINS, Fone (63) 3323-5555 e-mail: ricardo@fourmaq.com.br, por intermédio de seu representante legal, o Senhor. RICARDO CARDOSO ABADIA, CPF N° 634.564.511-72, vem respeitosamente à presença de Vossas Senhorias, por seu representante constituído, na forma da Legislação Vigente e de acordo com o Edital de Licitação, apresentar:

IMPUGNAÇÃO AO EDITAL DE LICITAÇÃO

Pelas razões de fato e direito abaixo aduzidas:

O instrumento convocatório traz no seu ANEXO I, item 01, as seguintes especificações;

Trator Agrícola 75 CV – potência mínima do motor de 75 CV, “**4 cilindros**”, capacidade mínima do tanque de combustível de 60 litros, tração 4x4, pneus dianteiro novos mínimo 12.4x24 e traseiros novos mínimos 18.4x30, com contrapesos frontais, sistema de levante hidráulico com terceiro ponto e controle remoto de implementos Cat. II, tomada de força independente com 540 RPM de acionamento mecânico, sistema elétrico completo com faróis de serviço e sinal ética completa. Cabine do operador plataforma com toldo e arco de segurança. Com entrega técnica. Logomarca da CODEVASF silkada em local visível, conforme modelo no edital. Garantia mínima 12 meses.

A especificação no que se refere a potência mínima do motor de 75 CV, “**4 cilindros**” limita a competitividade do certame e assume o risco de tornar ineficaz o procedimento licitatório, ferindo assim o princípio da isonomia e economicidade consagrada na Constituição Federal.

DOS FATOS

No que se refere a exigência de motor com 4 (quatro) cilindros nos dias atuais são ultrapassados e inferiores aos motores 3 (três) cilindros, os motores com 3 cilindros têm maior potência com menos rotação a 1700 RPM, e conseqüentemente baixo consumo de combustível, já nos 4 cilindros para chegar a potência nominal do motor terá que trabalhar em torno de 2200 RPM, ocasionando maior consumo de combustível, mais desgaste de peças, e lubrificante e maior índice de manutenção.

A impugnante faz constar em sua peça resistida, que “Neste esteio, a exigência como condição para fornecimento no que se refere ao ITEM 01 do anexo I Termo de referência”.



MASSEY FERGUSON

Quadra 912 sul, Alameda 09, lote 20, Qi J, Plano diretor sul.
CEP: 77.023-464 – Palmas/TO
CNPJ: 30.698.208/0001-97
Telefone : (63) 99266-5370
E-mail: ricardo@fourmaq.com.br

Fourmaq

De acordo com o § 1º, inciso I, do ART. 3 da lei nº 8666/93, que diz;

§ 1º É vedado aos agentes públicos:

I - admitir, prever, incluir ou tolerar, nos atos de convocação, cláusulas ou condições que comprometam, restrinjam ou frustrem o seu caráter competitivo, inclusive nos casos de sociedades cooperativas, e estabeleçam preferências ou distinções em razão da naturalidade, da sede ou domicílio dos licitantes ou de qualquer outra circunstância impertinente ou irrelevante para o específico objeto do contrato, ressalvado o disposto nos §§ 5º a 12 deste artigo e no art. 3º da Lei no 8.248, de 23 de outubro de 1991; (Redação dada pela Lei nº 12.349, de 2010)

A Fourmaq é a única concessionária autorizada do fabricante no Tocantins, dos tratores MASSEY FERGUSON, marca conceituada, com tratores e implementos de primeira qualidade, e que atende todas as normas de qualidade e meio ambiente vigentes em todo o estado do Tocantins, abrangendo ainda todos os municípios, no entanto o termo de referência exige o seguinte;

DOS FATOS

A exigência de motor com 4 (quatro) cilindros nos dias atuais são ultrapassados e em grande parte inferiores aos motores 3 (três) cilindros, os motores 3 cilindros têm maior potência com menos rotação, em torno de 1700 RPM e baixo consumo de combustível, já nos 4 cilindros para chegar a potência nominal do motor terá que trabalhar em torno de 2200 RPM, conseqüentemente mais consumo de combustível, mais desgaste de peças, e lubrificante ocasionando maior índice de manutenção.

Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), criado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), veja o que diz a lei vigente:

Conforme anexo "Guia MAR-1", o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), criado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), chamada de PROCONVE MAR-1 (Máquinas Agrícolas e Rodoviárias – Fase 1), de acordo com a Resolução CANAMA 433/2011, é aplicável as máquinas agrícolas e de construção (rodoviária) novas, nacionais e importadas. É uma legislação similar à norte-americana TIER 3, ou a Europeia STAGE IIIA. Para serem atendidos, os novos limites de emissões da MAR-1, exigem, além de modificações nos motores, a utilização de diesel com teor de enxofre reduzido. A fase MAR-1 entrou em vigor em janeiro de 2019, para todos os modelos com potência igual ou superior a 25 cv até 101 cv. A nova legislação MAR-1 define limites de emissão dos poluentes monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NOx) e material particulado (MP).

(Fonte: ANFAVEA – PROCONVE MAR-1)

As montadoras de tratores se adequaram e readequaram seus produtos, produzindo tratores com novos motores e que se enquadram dentro das novas leis, no entanto sabemos que algumas ainda possuem em seus estoques tratores que possuem motores com essas características, ou seja, tratores ano e modelo 2019, e que não atendem a lei ambiental vigente.

Por outro lado vimos que a questão 3 ou 4 cilindros não interfere em nada na potência e qualidade do trator, muito pelo contrário, veja as explicações técnicas abaixo:



MASSEY FERGUSON

Quadra 912 sul, Alameda 09, lote 20, Qi J, Plano diretor sul.
CEP: 77.023-464 – Palmas/TO
CNPJ: 30.698.208/0001-97
Telefone : (63) 99266-5370
E-mail: ricardo@fourmaq.com.br

Fourmaq

- Conforme anexo "Parecer Técnico", fornecido pelo Sr. José Fernando Schlosser, professor, engenheiro agrícola, agrônomo e doutor, quanto a comparação de tratores de várias marcas, de 3 e 4 cilindros, produzidos no Brasil e no exterior, o mesmo afirma que "é plenamente possível conseguir e superar potência máxima aproximada de 100 cv com os motores de 3 cilindros"(pag. 1 – Parecer Técnico).
- Conforme anexo "Informe de Produto", fornecido pela fabricante de tratores Massey Ferguson, a mesma possui tratores que possuem potência igual e/ou superior à solicitada no Pregão em epigrafe, porém de 3 cilindros, devido a adequação a norma MAR-1, com controle de emissões. Além disso, é possível observar também uns comparativos de gastos de combustível entre os modelos de 3 e 4 cilindros, onde o de 3 cilindros possui expressiva economia de Diesel.

Desta forma, informamos que a descrição do termo de referência – Trator, do objeto do Pregão estão restringindo a participação para apenas algumas empresas, não sendo, portanto, de ampla concorrência, visto que a licitante FOURMAQ SOLUÇÕES EM AGRONEGÓCIOS LTDA, representa a fabricante de tratores Massey Ferguson, e que possui tratores de igual e/ou superior potência à solicitada no Edital, porém com 3 cilindros, desta forma o nosso produto e de outros concorrentes não se enquadra nas especificações descritas, ficando portanto, fora do certame.

Nos deixar de fora com certeza trará prejuízo ao erário público, pois temos plena capacidade técnica, preços competitivos, e tratores dotados de alta tecnologia e aceitação em todo território nacional, com assistência técnica capacitada e peças de reposição.

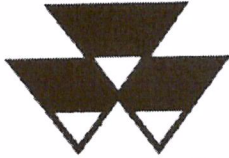
Em resposta ao nosso pedido de esclarecimento e alteração fomos surpreendidos com a argumentação que existem vários modelos no mercado que atendem a esta especificação, e que houve uma pesquisa de mercado para não se limitar a competitividade e economicidade, e ainda informar que o referido item – Trator agrícola com 75Cv com motor 4 cilindros atende a esses princípios.

De fato, a alguns anos atrás existiam no mercado praticamente em todas as marcas nacionais tratores com essas características, era bem comum até. Nos dias de hoje com a adequação a norma MAR-1, vigente a partir de 2019, e relatado anteriormente nesta peça e inclusive comprovado com laudos técnicos isso mudou muito, hoje temos sim motores 4 cilindros, no entanto não são motores agrícolas propriamente dito e que não partem de 75cv e sim de 80cv, a prova de que não houve nenhuma pesquisa é esta, pois no mercado o único trator com 75cv é da fabricante NEW HOLLAND e é de 3 cilindros, daí vir a relatar que está buscando pelo princípio da economicidade não é verídico e sim um grande equívoco.

Os maiores fabricantes de tratores no Brasil partem nesta categoria com tratores de 70cv, passando para 80 com 3 cilindros, ou seja, ficarão de fora do certame ou entrarão com tratores com maior potência ferindo assim o princípio de economicidade.

DO DIREITO

Conceda máxima vênia, contra a decisão dessa douta Comissão de Licitação em alterar o termo referencial, que na hipótese de não ser reformada, certamente ceifará a demais concorrente em potencial com proposta competitiva e vantajosa para a Administração visando a contratação do objeto que voga.



MASSEY FERGUSON

Quadra 912 sul, Alameda 09, lote 20, Qi J, Plano diretor sul.
CEP: 77.023-464 – Palmas/TO
CNPJ: 30.698.208/0001-97
Telefone : (63) 99266-5370
E-mail: ricardo@fourmaq.com.br

Fourmaq

Consoante se verifica no Edital item **6 IMPUGNAÇÃO DO EDITAL**, seus subitens:

6.1 Até 3 (três) dias úteis, antes da data fixada para abertura da Sessão Pública, qualquer pessoa poderá impugnar o ato convocatório do Pregão na forma eletrônica, nos termos do art. 24 do Decreto 10.024/2019, devendo ser observado ainda:

6.1.1 A impugnação não possui efeito suspensivo e caberá ao pregoeiro, auxiliado pelos responsáveis pela elaboração do edital e dos anexos, decidir sobre a impugnação no prazo de 2 (dois) dias úteis, contado da data de recebimento da impugnação.

6.1.2 A concessão de efeito suspensivo à impugnação é medida excepcional e deverá ser motivada pelo pregoeiro, nos autos do processo de licitação.

O princípio da vinculação ao instrumento convocatório obriga a Administração e o licitante a observarem as regras e condições previamente estabelecidas no edital.

Outrossim, não há que se falar em excesso de formalismo por parte da Administração Pública ao impor o cumprimento às exigências do edital. **A Administração, ao exigir que os licitantes cumpram todos os itens estabelecidos no edital resguarda os princípios da legalidade e da isonomia.** Permitindo, pois, a prevalência do Interesse Público, sendo medida que se aplicar pena a inabilitação da empresa.

Por todo o exposto, conclui-se que **a Administração Pública, no curso do processo de licitação, não pode se afastar das regras por ela mesma estabelecidas no instrumento convocatório,** pois, para garantir segurança e estabilidade às relações jurídicas decorrentes do certame licitatório, bem como para se assegurar o tratamento isonômico entre os licitantes, é necessário observar estritamente as disposições constantes do edital ou instrumento congêneres.

Acordando com o Dicionário Jurídico Especial, Afonso Celso Rezende, licitação é o processo administrativo ou em fase preliminar que precede à constituição do liame contratual entre licitante e a administração. É um conjunto de atividades instrumentais que dá segurança à administração, vinculando o contrato que dela possa advir, abrindo a todos os cidadãos a oportunidade de, em pressuposta igualdade de condições, participarem da própria Administração através da oferta de bens e serviços ao Poder Público.

Ainda sobre o que concerne a conceituação de licitação, José Roberto Dromi fala que a mesma é o procedimento administrativo pelo qual um ente público, no exercício da função administrativa, abre a todos os interessados, que se sujeitem às condições fixadas no instrumento convocatório, a possibilidade de formularem propostas dentre as quais selecionará e aceitará a mais conveniente para celebração do contrato.

O doutrinador Hely Lopes complementa o raciocínio acerca da licitação dizendo que: como procedimento, desenvolve-se através de uma sucessão ordenada de atos vinculantes para a Administração e para os licitantes, o que propicia igual oportunidade a todos os interessados e atua como fator de eficiência e moralidade nos negócios administrativos. Tem como pressuposto a competição.

A finalidade da licitação deve ser sempre atender o interesse público, buscar a proposta mais vantajosa, como dito acima, deve haver igualdade de condições, bem como os demais princípios resguardados pela constituição. Vale ressaltar que nem sempre a



MASSEY FERGUSON

Quadra 912 sul, Alameda 09, lote 20, Qd J, Plano diretor sul.
CEP: 77.023-464 – Palmas/TO
CNPJ: 30.698.208/0001-97
Telefone : (63) 99266-5370
E-mail: ricardo@fourmaq.com.br

Fourmaq

proposta mais vantajosa é a de menor preço e que o respeito ao princípio da isonomia deve ser respeitado. Encontramos embasamento no corpo da Lei 8666/93:

Art. 3º § 1º É vedado aos agentes públicos:

I - admitir, prever, incluir ou tolerar, nos atos de convocação, cláusulas ou condições que comprometam, restrinjam ou frustrem o seu caráter competitivo, inclusive nos casos de sociedades cooperativas, e estabeleçam preferências ou distinções em razão da naturalidade, da sede ou domicílio dos licitantes ou de qualquer outra circunstância impertinente ou irrelevante para o específico objeto do contrato;

II - estabelecer tratamento diferenciado de natureza comercial, legal, trabalhista, previdenciária ou qualquer outra, entre empresas brasileiras e estrangeiras, inclusive no que se refere a moeda, modalidade e local de pagamentos, mesmo quando envolvidos financiamentos de agências internacionais.

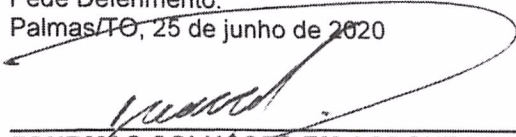
O processo licitatório deve ser regido pelos princípios constitucionais da isonomia, legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e outros correspondentes, se assim houver.

I. DO PEDIDO

Por todo exposto, para que não se consolide uma decisão equivocada, lembrando o próprio dever da administração de evitar-se o ônus de eventual demanda judicial, a empresa FOURMAQ SOLUÇÕES EM AGRONEGOCIOS LTDA., requer:

- a) O conhecimento desta peça impugnatória, pois encontra-se tempestiva;
- b) A TOTAL procedência deste pedido, pelos fatos e fundamentos apresentado;
- c) A alteração do termo de referência tirando a exigência de motor com no mínimo 4 cilindros e alterando para no mínimo 3 cilindros ou para de 3 a 4 cilindros, bem como a exigência de chassi em aço.
- d) Caso seja negado as alegações aqui expostas pela Comissão de Licitações, passaremos para fase de impugnação e faça este recurso subir para autoridade superior competente, conforme o artigo 109 § 4º da lei 8666/93.

Nesses Termos,
Pede Deferimento.
Palmas/TO, 25 de junho de 2020



FOURMAQ SOLUÇÕES EM AGRONEGOCIOS LTDA
CNPJ Nº 30.698.208/0001-97
RICARDO CARDOSO ABADIA
REPRESENTANTE LEGAL

PARECER TÉCNICO

RESPONSÁVEL PELA SOLICITAÇÃO:

AGCO DO BRASIL SOLUÇÕES AGRÍCOLAS LTDA., sociedade empresária limitada, com sede na cidade de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, na Avenida dos Bandeirantes, nº 384, Vila Virginia, CEP 14030-680, inscrita no CNPJ/MF nº 55.962.369/0001-77

PARECERISTA:

José Fernando Schlosser. Professor Universitário, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1D. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria (1983) e em Direito pela Universidade Luterana do Brasil, especialista em Planejamento e Dimensionamento de Frotas de Máquinas Agrícolas, em Lucca, Itália e especialista em Direito Processual Civil pela Universidade Anhanguera, mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria (1987) e doutorado em Energia Maquinaria y Riegos - Universidade Politécnica de Madrid (1996). Atualmente é professor titular do Departamento de Engenharia Rural e Diretor do Núcleo de Ensaaios de Máquinas Agrícolas da Universidade Federal de Santa Maria. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Máquinas e Implementos Agrícolas, atuando principalmente nos seguintes temas: máquinas agrícolas, tratores agrícolas, mecanização agrícola, agricultura de precisão, ergonomia e segurança e projeto de máquinas. Na área do direito atua na pesquisa em Direito do Trabalho e Processual do Trabalho e em Saúde e Segurança do Trabalho.

ASSUNTO:

Comparação entre motores de três e quatro cilindros em tratores agrícolas, em atendimento a um pedido formal para elaboração de parecer técnico, sobre a utilização de motores de diferentes número de cilindros em tratores e a relação com a potência máxima.

Inicialmente é importante evidenciar que o PARECER TÉCNICO é um esclarecimento técnico, emitido por um profissional legalmente habilitado sobre assunto de sua especialidade.

Para a emissão deste parecer foram analisados motores de tratores de três e quatro cilindros, fabricados no país e no exterior, motores de tratores modernos em fabricação e modelos antigos já sem produção, porém em utilização na agricultura.

Questionado sobre a necessidade de que os tratores de potência aproximada de 100 cv tenham obrigatoriedade de apresentarem motores de 4 cilindros, emito parecer descrito a seguir.

PARECER:

Analisando-se uma matriz de informação técnica de tratores de três e quatro cilindros, produzidos no país e exterior, afirmo que atualmente é plenamente possível conseguir e superar potência máxima aproximada de 100 cv com os motores de três cilindros, equipados com turbocompressor, intercooler e gerenciamento eletrônico da injeção de combustível. Se for aplicado aos motores de três cilindros o mesmo aproveitamento atualmente obtido nos tratores de quatro cilindros, é possível conseguir motores com relação de potência máxima por cilindro média de 33,8 cv/cilindro, ou seja tratores de 101,4 cv, podendo como valor extremo chegar a 135 cv, se o valor máximo de aproveitamento (45 cv/cilindro) obtido nos tratores de quatro cilindros com turbocompressor, intercooler e injeção eletrônica for aplicado aos motores de três cilindros. Ainda mais, se for utilizado como exemplo o comportamento dos tratores comercializados atualmente no Brasil com motores de seis cilindros, é possível atingir 115,17 cv/cilindro, evidenciando que o limite dos motores três cilindros ainda poderá ser superado, com novos materiais e tecnologias, indisponíveis ou não aplicados no momento.

Quanto ao consumo de combustível é de se esperar que os tratores equipados com motor de três cilindros, possam alcançar rendimento igual ou superior aos motores de quatro cilindros, principalmente quando se utilizam tecnologias avançadas, como o gerenciamento eletrônico na injeção de combustível.

Assim, entendendo estarmos em meio a um processo de downsizing de motores de quatro para três cilindros, com leve aumento do volume deslocado por cilindro é plenamente possível que os tratores

de três cilindros equipados com turbocompressor, intercooler e gerenciamento eletrônico da injeção ultrapassem os 100 cv, alcançando valores superiores a 130 cv. Desta forma é plenamente aceitável a substituição de modelos de tratores de quatro para três cilindros, mantendo-se os parâmetros de projetos especificados acima.

DESENVOLVIMENTO:

Primeiramente, para o entendimento da metodologia adotada para a avaliação, é necessário conceituar três parâmetros utilizados para a distinção do aproveitamento dos motores, que são a **relação da potência produzida por cilindro do motor** (cv/cilindro), a **relação do volume deslocado pela potência produzida** (cm³/cv) e o consumo específico de combustível (g/cv.h).

$$\text{Relação potência/cilindro} = \frac{\text{Potência máxima do motor (cv)}}{\text{Número de cilindros do motor (un.)}}$$

$$\text{Relação volume/potência} = \frac{\text{Volume deslocado pelo motor (cm}^3\text{)}}{\text{Potência máxima do motor (cv)}}$$

$$C_e = \frac{\text{Consumo horário de combustível (g)} \times \text{Densidade} \left(\frac{\text{kg}}{\text{L}}\right) \times 1000}{\text{Potência produzida (cv)}}$$

Os dois primeiros parâmetros indicam o aproveitamento da dimensão do motor, representado pelo número de cilindros e volume, em relação a potência. O primeiro conceito indica o melhor aproveitamento com a expressão dos maiores valores e o segundo com os menores valores, ou seja, quanto maior o valor da relação potência/cilindro, e quanto menor o valor da relação volume/potência, maior será o aproveitamento da dimensão do motor. O terceiro parâmetro indica a quantidade de combustível gasto para produzir uma unidade de potência em um determinado tempo. Não há sentido nenhum avaliar o consumo horário em litros por hora, pois este não leva em conta a potência produzida.

Os motores de três cilindros estão sendo utilizados em tratores agrícolas desde a década de 60, principalmente pelas marcas Massey Ferguson (modelos MF 50x e depois na série 200, modelos MF 235 e 250), Ford (modelo 4610), Valmet (modelos 600 Diesel e depois no modelo 68) e Yanmar (modelo 1040), este último já no final da década de 80. Todos os modelos eram movidos a Diesel, porém com aspiração natural e, evidentemente, com bomba injetora mecânica. Produziam apenas 16,7 cv/cilindro e tinham, em média, deslocamento volumétrico de 2600 cm³. Atualmente os modelos de tratores com motores de três cilindros, com aspiração natural e injeção mecânica, produzem ao redor de 14,6 cv/cilindro e ocupam 49,4 cm³ para produzir um cv. No entanto, modernamente já existem tratores equipados com três cilindros que produzem mais de 20 cv/cilindro, como é o caso dos tratores das marcas Agrale e Valtra. Quando se utiliza turbocompressor nos motores de três cilindros com injeção mecânica, este aproveitamento sobe para 25,2 cv/cilindro e 42,1 cm³/cv. Estes limites poderão ser expandidos com o uso de injeção eletrônica de combustível.

Os motores multicilindros utilizados em tratores agrícolas podem ser de dois, três, quatro, seis, sete, oito e doze cilindros. De acordo com Liljedahal et al. (1996), os tratores com motores de três cilindros eram indisponíveis nos anos 1900, mas passaram a crescer em oferta, chegando a 27% dos tratores vendidos no mundo no final do século passado. No Brasil, nas décadas de 60 e 70 restringiam-se a modelos de pequeno porte, com potência de 40 a 60 cv, com aspiração natural e injeção mecânica. Atualmente, embora a injeção eletrônica não seja uma realidade da classe, há tratores com potência que variam de 20 a 105 cv, evidentemente sendo os menores com aspiração natural e os

maiores com turbocompressor, e ainda, os mais recentes com injeção de combustível controlada eletronicamente.

Estamos vivendo um momento histórico no *downsizing* dos motores utilizados nos tratores. Ao mesmo tempo em que os motores dos tratores de maior porte aumentam de potência, os motores dos tratores de pequeno e médio porte crescem em potência, diminuem em volume e melhoram o aproveitamento por volume deslocado. Na década passada, foram várias as substituições de motores de seis cilindros por motores de quatro cilindros, na faixa de potência entre 120 e 150 cv. Exemplificamos com o caso do tradicional trator Valmet 138 que no final da década de 80 desenvolvia 138 cv com um motor de seis cilindros da marca MWM TD-229/6 de 5800 cm³. Atualmente o seu substituto, o Valtra A134 (que substituiu o BH135i) possui 135 cv (SAE J1995), utilizando um motor AGCO Power, modelo 44CWC3, com 559 Nm de torque máximo e apenas 4 cilindros, para um volume deslocado de 4400 cm³. Os aproveitamentos deste motor são de 33,8 cv por cilindro e 32,6 cm³/cv. Esta tendência aconteceu com grande parte das marcas de motores utilizados na agricultura, sem que o consumidor se desse conta e sem problemas aparentes nestes quase trinta anos. Foi natural o aumento de potência, com a consequente diminuição do número de cilindros e aumento do volume unitário por cilindro.






Agora, nesta década, vemos o mesmo comportamento sendo aplicado aos motores de quatro para três cilindros. Este é um caminho natural e consequente da melhoria tecnológica dos motores. Estamos vendo um *downsizing* de motores de quatro para três cilindros que está sendo e será cada vez mais aplicado pelas diversas marcas. Assim como não ocorreu na conversão de modelos de seis para quatro cilindros em 80, não há nenhum indicativo de que possam ocorrer problemas técnicos neste *downsizing* atual. Segundo a maioria dos técnicos, o desgaste de um motor está mais associado ao aumento do regime de rotação do que ao aumento da potência desde, lógico, o projeto tenha previsto a utilização de sobrealimentação com turbocompressor. E o que se nota, nos motores com gerenciamento eletrônico é justamente uma diminuição da rotação de potência máxima. Das tradicionais 2200 rpm do passado, agora a potência máxima está sendo obtida ao redor dos 1800 rpm. Veja-se o exemplo de dois modelos, de gerações diferentes avaliados em dinamômetro no Laboratório de Agrotecnologia do Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas. O modelo antigo, já substituído, MF 4275 produziu 86,98 cv a 2100 rpm, enquanto que o modelo atual, MF 4707 (motor de três cilindros), que o substituiu, produziu 78,90 cv a 1800 rpm, com o atendimento da legislação ambiental de restrição de emissões de gases poluentes Proconve MAR-1.

Liljedahal et al. (1996) fazem uma análise sobre os arranjos comuns de virabrequim dos motores utilizados em tratores. Nesta análise, eles concluem que os motores de dois cilindros alcançam equilíbrio estático com os munhões do virabrequim colocados nos seus extremos, a 180 graus. O centro de gravidade das partes em rotação se situa no meio do eixo virabrequim. Porém, quando se analisa o equilíbrio das massas e as forças inerciais, verifica-se que há necessidade de colocação de massas adicionais, de modo que as forças centrífugas instaladas sejam iguais e opostas à força centrífuga resultantes das massas desequilibradas. Portanto, um motor de dois cilindros não tem equilíbrio completo. Isto ocorre de maneira similar, mas com menor intensidade nos motores de quatro cilindros.

Mabie e Ocvirk (1975) discutiram detalhadamente o desequilíbrio dos motores multicilindros. O uso de contrapesos é uma das formas de diminuir o desequilíbrio nos motores, sendo possível eliminar quase que totalmente nos motores de seis cilindros. Estes autores indicam que as forças de inércia primárias não existem nos motores habituais de três, quatro e seis cilindros. No entanto, as forças de inércia secundárias existem em uma direção vertical no motor com cilindros verticais de quatro cilindros, o que não ocorre em motores de três cilindros. Por esta razão, os motores de três cilindros são boas alternativas e tem tido boa aceitação nos dias atuais, por serem naturalmente mais equilibrados (Figura 1).

Figura 1. Balanceamento dos motores multicilindros

TABLE 5-3 Inherent Balance of Single-acting Piston Engines

Type	Crank Arrangement	Inertia Forces, Max Value, N		Couples, Max Value, Nm	
		Primary	Secondary	Primary	Secondary
1-cyl		kM^a	$\frac{r}{l} kM(v)^b$	None	None
2-cyl vertical		Balanced	$2\frac{r}{l} kM(v)^b$	$kMa(v)^b$	None
3-cyl vertical		Balanced	Balanced	$1.732kMa(v)^b$	$1.732\frac{r}{l} kM(v)^b$
4-cyl vertical		Balanced	$\frac{4r}{l} kM(v)^b$	Balanced	Balanced
6-cyl vertical		Balanced	Balanced	Balanced	Balanced

SOURCE: Condensed from L. C. Lichty, *Combustion Engine Processes*, 7th ed. McGraw-Hill Book Co., New York, 1967.

^aHalf of this force can be eliminated by counterbalancing.

^b(v) indicates that the force or couple is in a vertical plane.

Key:

M = reciprocating mass, kg (piston plus part of rod)

r = radius of crank, m

l = length of connecting rod, m

a = distance between cylinders, m

$k = \frac{r}{2} \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2$, where n = rpm

Márquez (2012) indica que com os motores Diesel dos tratores os fabricantes formam famílias, com três, quatro, seis e oito cilindros, partindo da aspiração natural e chegando a diferentes estágios de sobrealimentação com turbocompressor e intercooler, variando o volume unitário de cada cilindro entre 900 e 1400cm³. Porém, no Brasil estes valores variam entre 400 e 1200 cm³/cilindro. Os valores mais baixos correspondem a tratores pequenos com três cilindros e potência próxima aos 25 cv, como por exemplo alguns modelos procedentes da China, Índia e Japão, e os maiores valores correspondendo, geralmente, aos modelos de quatro cilindros com potência superior aos 150 cv. Segundo este autor a potência específica varia entre 10 e 17 kW/litro (13,6 e 23,12 cv/litro) de volume do motor.

Na Europa as marcas New Holland, Case, John Deere, Massey Ferguson e outras de menor expressão, utilizam motores de três cilindros com volume deslocado entre 2200 cm³ e 3300 cm³.

Para esta avaliação foram analisados 176 modelos de tratores nacionais atualmente em produção e/ou fabricação, dos quais as informações foram tomadas das páginas web das empresas fabricantes ou representantes das diferentes marcas. Também foram avaliados 127 modelos de tratores produzidos a partir de 2016 e em oferta no exterior, com as informações sendo retiradas das páginas web das empresas e dos relatórios de ensaios da Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) e do Nebraska Tractor Test Laboratory (NTTL). Além disso, foram compilados os dados dos tratores nacionais já fora de fabricação (antigos), com 27 unidades, totalizando assim 330 modelos de tratores analisados (Tabelas 1, 2 e 3).

Para uniformização dos valores de potência dos motores foi feita uma conversão dos valores apresentados pelos fabricantes para a Norma SAE J1995, a partir do dado apresentado em normas e diretivas ISO 1585, ECE R1201, ISO TR 14396 e NBR 5484. Ainda que a unidade de potência recomendada pelo Sistema Internacional de Unidades de medida seja o W e portanto, para motores, o seu múltiplo kW, utilizaremos o cv, por ser mais usual em tratores e seja tolerado pelo Sistema Internacional.

Tabela 1. Número de modelos de tratores avaliados, produzidos no Brasil, no exterior e os nacionais fora de fabricação (antigos)

Marcas e modelos	Nacionais atuais	Estrangeiros	Nacionais antigos
Agrale	6	0	0
Agritech	30	0	0
Budny	6	0	0
Case	5	27	0
CBT	0	0	5
Challenger	0	4	0
Coyote	7	0	0
Foton	1	0	0
Ford	0	0	4
Jinma	5	0	0
John Deere	17	26	0
Kubota	4	7	0
LS Tractor	16	0	0
Mahindra	8	0	0
Massey Ferguson	18	18	9
New Holland	18	45	0
Santa Matilde	0	0	2
Stara	1	0	0
Tramontini	4	0	0
Ursus	5	0	0
Valtra (Valmet)	17	0	6
Yanmar Solis	8	0	1
Total	176	127	27

Tabela 2. Compilação da oferta de motores utilizados pelas diversas marcas de tratores no Brasil

Marca do motor	Modelo	Volume deslocado (cm ³ cm ³)	Número de cilindros	Marca do trator que utiliza
AGCO Power	MD 33CWC3, 320 D	3300	3	MF, Valtra
AGCO Power	420 DS	4400	4	MF, Valtra
AGCO Power	MD 44CW C3	4400	4	MF, Valtra
AGCO Power	MD 49CW3	4900	4	Valtra
FPT	S8000	2900 ou 2932	3	New Holland
FPT	F5C	3200	4	Case, New Holland
FPT	S8000	3908	4	Case
FPT	NEF	4485	4	New Holland
FPT	S8000	4500	4	Case, New Holland
John Deere	Power Tech 3029 D	2900	3	John Deere
John Deere	Power Tech 4045 PTE	4500	4	John Deere
Kubota	D1005-E3-D222	1001	3	Kubota
Kubota	D1803=M-E3	1826	3	Kubota
Lintec	Não declarado	2190	4	Agrale
LS Tractor	L3AL	2003	3	LS Tractor
LS Tractor	S4QL	2505	4	LS Tractor
LS Tractor	L4AL	4800	4	LS Tractor
Mahindra	NE-342-E	2392	3	Mahindra
Mahindra	Não declarado	2523	4	Ursus
Mahindra	NE-476-TC	3192	4	Mahindra, Ursus
Mahindra	NE-495-TC	3533	4	Mahindra, Ursus
Mahindra	MS-457	3822	4	Mahindra
Mitsubishi	S3L2	1318	3	Mahindra, Yanmar Solis
MWM	MWM	1907	3	Budny
MWM	MaxxForce 3.0A	2940	4	Agrale, Budny
MWM	D 229	3922	4	Agrale, Budny
Perkins	EK825117U	1532	3	Foton, Jinma
Perkins	3TNV80F	1267	3	LS Tractor
Perkins	1104D-44	4400	4	Agrale, Budny, LS, MF, Stara
Simpson	TII S 325	2500	3	MF, Valtra
Simpson	A3-2,5	2500	3	MF
Xinchal	490T EPA	3039	3	Jinma
Yangdong	LL380T/Y380	1228	3	Jinma
Yangdong	Não declarado	1532	3	Jinma
Yanmar	3TNV88-XAT	1642	3	Agritech, Yanmar
Yanmar	ITL4100FL	2780	3	Yanmar Solis
Yanmar	4TNV84T	1995	4	Agritech
Yanmar	4TNV88-XAT	2190	4	Agritech, Yanmar
Yanmar	4TNV98T	3119 ou 3319	4	Agritech, Yanmar
Yanmar	ITL4100ELT	3707	4	Yanmar Solis
Yanmar	ITL4105FLT	4087	4	Yanmar Solis

Tabela 3. Tratores nacionais antigos produzidos nas décadas de 60, 70 e 80, e as características de seus respectivos motores

Tratores	Marca do motor	Modelo	Potência (cv)	Torque (Nm)	Nº de cilindros	Volume deslocado (cm³)	Aspiração	Ano da informação
CBT 2070	Perkins	D-4203	61,35		4	3330	Natural	
CBT 2080	Mercedes Benz	OM-314	65		4	3780	Natural	
CBT 2400	DDAB	5043 5050	120		4	3480	Soprador	
Ford 4610	Ford	OHV 3201	63		3		Natural	1984
Ford 5610	Ford	OHV 4256	76		4		Natural	1984
Ford 6610	Ford	OHV 4268	86		4		Natural	
Ford 7610	Ford	OHV 4268T	103		4		Turbocomprimido	
MF 250	Perkins	A3.152	44	156	3	2500	Natural	1977
MF 50x	Perkins	A3.152	42,7	154	3	2500	Natural	1972
MF 235	Perkins	A3.152	51		3	2500	Natural	1982
MF 265	Perkins	AD4-203	61	226	4	3330	Natural	1981
MF 275	Perkins	A4-236	70	265	4	3860	Natural	1981
MF 290	Perkins	A4-248 Premium	79	280	4	4060	Natural	1981
MF 292	Perkins	AT-4236-T	97		4		Turbocomprimido	1986
Santa Matilde 400 CR	Perkins	D4.203	65	228	4	3300	Natural	1986
Santa Matilde 500 CR	Perkins	A4.248	80	281	4	4060	Natural	1986
Valtra 885 4x4	MWM	D229-4 VP	83	280	4	3922	Natural	2002
Valmet 85id	MWM	D225-4TVA	78	275	4	3778	Natural	1974
Valmet 600 Diesel	MWM	KD 112 DT	50	162	3	2715	Natural	1968
Valmet 68	MWM	D229-3	59	201	3	2942	Natural	1981
Valmet 88	MWM	D229-4	79	268	4	3922	Natural	
Valmet 78	MWM	D229 4 VO	73		4		Natural	1985
Yanmar 1040	Yanmar	BTD33T	40		3		Natural	

75

RESULTADOS ENCONTRADOS:

Tabela 4. Análise dos parâmetros escolhidos para a avaliação dos tratores de três e quatro cilindros, atualmente produzidos no Brasil

Marca	Nº de cilindros	Aspiração	Injeção	Relação potência/cilindro (cv/un.)	Relação volume deslocado/potência (cm³/cv)
Agrale	3	Natural	Mecânica	21,7	45,2
	4	Natural	Mecânica	17,2	54,6
	4	Turbo intercooler	Mecânica	25,5	43,1
Agritech	3	Natural	Mecânica	13	42,1
	4	Natural	Mecânica	15	40,6
	4	Turbocomprimido	Mecânica	21,3	39
Budny	3	Natural	Mecânica	15,5	56,7
	4	Natural	Mecânica	15,6	67,9
	4	Turbocomprimido	Mecânica	23,8	41,7
Case	4	Turbo intercooler	Mecânica	23,6	41,7
John Deere	3	Natural	Mecânica	18,3	52,7
	3	Turbo intercooler	Mecânica	23,5	41,6
	4	Natural	Mecânica	19,5	57,7
	4	Turbo intercooler	Mecânica	23,4	48,2
	4	Turbo intercooler	Eletrônica	30,4	37
Kubota	3	Natural	Mecânica	9,4	44,6
	4	Natural	Mecânica	13,2	46,0
LS Tractor	3	Natural	Mecânica	10,8	50,4
	4	Natural	Mecânica	12,5	50,1
	4	Turbo intercooler	Mecânica	18,1	43,2
	4	Turbo intercooler	Eletrônica	32,6	34
Mahindra	3	Natural	Mecânica	11,3	53,8
	4	Natural	Mecânica	16,5	56,5
	4	Turbocomprimido	Mecânica	21,7	38,8
Massey Ferguson	3	Natural	Mecânica	17,5	47,6
	3	Turbocomprimido	Eletrônica	29,5	38,0
	4	Natural	Mecânica	17,0	64,7
	4	Turbocomprimido	Eletrônica	31,8	34,8
New Holland	3	Turbocomprimido	Mecânica	20,2	48,9
	4	Turbocomprimido	Mecânica	22,5	45,4
Valtra	3	Turbocomprimido	Eletrônica	31,0	36,1
	4	Turbocomprimido	Eletrônica	36,3	32,0
	4	Turbocomprimido	Eletrônica	35,0	33,2
Yanmar Solis	3	Natural	Mecânica	8,7	50,7
	4	Turbocomprimido	Mecânica	20,3	47,8

Tabela 5. Relação de potência por cilindro (cv/un.) e o volume deslocado por potência produzida (cm³/cv) em tratores antigos, fora de fabricação, tratores atuais nacionais e tratores atuais estrangeiros.

Classe	Injeção mecânica				Injeção eletrônica	
	3 cilindros Aspiração natural	3 cilindros Aspiração turbo	4 cilindros Aspiração natural	4 cilindros Aspiração turbo	3 cilindros Aspiração turbo	4 cilindros Aspiração turbo
Tratores antigos nacionais	16,7 cv/cilindro 38,4 cm ³ /cv		18,3 cv/cilindro 47,3 cm ³ /cv	19,2 cv/cilindro	Não havia oferta de tratores com injeção eletrônica	
Tratores atuais nacionais	Média 13,3 cv/cilindro 49,1 cm ³ /cv	Média 22,1 cv/cilindro 44,3 cm ³ /cv	Média 16,0 cv/cilindro 45,2 cm ³ /cv	Média 22,9 cv/cilindro 41,8 cm ³ /cv	Média 27,8 cv/cilindro 39,1 cm ³ /cv	Média 33,8 cv/cilindro 49,1 cm ³ /cv
	Máximo 22,5 cv/cilindro 68,1 cm ³ /cv	Máximo 26,7 cv/cilindro 51,4 cm ³ /cv	Máximo 22,0 cv/cilindro 77,1 cm ³ /cv	Máximo 37,6 cv/cilindro 57,9 cm ³ /cv	Máximo 35,0 cv/cilindro 48,3 cm ³ /cv	Máximo 45,0 cv/cilindro 39,1 cm ³ /cv
	Mínimo 7,8 cv/cilindro 40,6 cm ³ /cv	Mínimo 19,0 cv/cilindro 36,3 cm ³ /cv	Mínimo 10,4 cv/cilindro 35,0 cm ³ /cv	Mínimo 16,9 cv/cilindro 29,3 cm ³ /cv	Mínimo 20,0 cv/cilindro 31,4 cm ³ /cv	Mínimo 28,8 cv/cilindro 27,2 cm ³ /cv
Tratores atuais estrangeiros	Não há oferta de tratores com injeção mecânica				21,3 cv/cilindro 43,0 cm ³ /cv	27,6 cv/cilindro 38,3 cm ³ /cv

Os melhores aproveitamentos de potência são obtidos com as maiores relações de cv/cilindro e menores relações cm³/cv. Analisando a tabela acima, verifica-se que a menor relação cv/cilindro é a encontrada nos motores de três cilindros com injeção mecânica (7,8 cv/cilindro nos trator Kubota, modelo 2320), e as maiores nos motores de quatro cilindros com injeção eletrônica de combustível (45,0 cv/cilindro no motor AGCO Power do trator Valtra, modelo BH 184 HiTech, que possui 180 cv de potência máxima). Quanto à relação cm³/cv, o valor mais baixo, de 26,3 cm³/cv, que significa melhor aproveitamento, encontramos neste mesmo modelo da Valtra. Portanto, em comparação dos tratores de três e quatro cilindros não são eles os que estão com os valores mais altos de aproveitamento, e sim os modelos de quatro cilindros com injeção eletrônica e aspiração com turbocompressor e intercooler.

Os tratores de três cilindros com injeção mecânica apresentam valores médios entre 13,3 cv/cilindro, com aspiração natural e 22,1 cm³/cv nos modelos equipados com turbocompressor e intercooler. O melhor aproveitamento é de 25,0 cv/cilindro (John Deere modelo 5075) e 51,4 cm³/cv (New Holland modelo TT55). Quando a referência é a injeção eletrônica, os melhores aproveitamentos são para os motores dos tratores com 35,0 cv/cilindro (Massey Ferguson modelo MF 5710 e Valtra modelo A104, que utilizam o mesmo motor AGCO Power MD 33CW C3).

É esperado que quando o sistema de injeção eletrônica de combustível passar a ser usual e frequente nos motores de três cilindros, o aproveitamento do volume do motor resulte com que os valores deste parâmetro se reduzam dos 30 cm³/cv. Atualmente os modelos que se aproximam destes valores são o John Deere 5075, com 2900 cm³ e 75 cv (38,67 cm³/cv); o John Deere 5080, com 2900 cm³ e 80 cv (36,25 cm³/cv); o Valtra A94S e o Massey Ferguson MF 5709, que utilizam o mesmo motor, com 3300 cm³ e 99 cv (33,33

cm³/cv); o motor AGCO Power que equipa os modelos Massey Ferguson MF 5710 e Valtra A104, com 3300 cm³ e 105 cv (31,43 cm³/cv).

Nos tratores de quatro cilindros estes valores de referência são: 27,22 cm³/cv no Valtra BH184 HiTech; 30,34 cm³/cv no LS Tractor H145; 30,81 cm³/cv do Valtra BH154 HiTech; 32,59 cm³/cv no Massey Ferguson MF 6713. Portanto, se o mesmo aproveitamento atualmente obtido nos tratores de quatro cilindros for utilizado nos motores de três cilindros, poderemos obter tratores com potência média de 33,8 cv/cilindro, ou seja, tratores de 101,4 cv, e atingindo valores de até 135 cv, se o valor máximo de aproveitamento (45 cv/cilindro) obtido nos tratores de quatro cilindros com turbocompressor, intercooler e injeção eletrônica puder ser aplicado aos tratores de três cilindros.

Diante do exposto, é plenamente possível que os tratores de três cilindros equipados com turbocompressor, intercooler e gerenciamento eletrônico da injeção possam ultrapassar os 100 cv, chegando a valores superiores a 130 cv. Ainda mais, se for utilizado como exemplo o comportamento dos tratores comercializados atualmente no Brasil com motores de seis cilindros, é possível atingir 115,17 cv/cilindro (Case Steiger 620 e New Holland T9.700, com 691 cv), evidenciando que o limite dos motores três cilindros ainda poderá ser superado, com novos materiais e tecnologias, indisponíveis ou não aplicados no momento.

Analisando os dados dos tratores atualmente fabricados na Europa, verifica-se que entre os tratores equipados com motores de três cilindros há alguns que já ultrapassaram o valor de referência que comentamos anteriormente (30 cm³/cv), pela simples razão de que há vários anos já não se produzem modelos com injeção mecânica, nem na gama de tratores pequenos, em função da obrigatoriedade de atendimento as restrições de emissões de gases poluentes, semelhante ao que ocorre agora no Brasil. Os valores encontrados para os tratores equipados com três cilindros oscilam entre 28,83 cm³/cv para o modelo New Holland T4.90 (2200 cm³ para 82 cv), 34,74 cm³/cv para o Massey Ferguson MF 4709 (três cilindros, 3300 cm³ para 95 cv) e 39,07 cm³/cv para os modelos com motor FTP, Case Farmall 75A e New Holland T4.75S (2930 cm³ para uma potência máxima de 75 cv). Quando se trata de quatro cilindros, os menores valores são de 31,53 cm³/cv para os modelos MF 6716S Dyna-4 e Challenger MT 495E Techstar que são equipados com motor AGCO Power de 4910 cm³, produzindo 155,72 cv e o New Holland T6.175, que apresenta valor de 28,93 cm³/cv com potência de 155 cv.

Márquez (2012) relata que o consumo de combustível dos motores de tratores varia entre 169 e 198 g/cv.h sendo os menores para os motores equipados com turbocompressores e maiores para os motores de aspiração natural. Como regra o valor de consumo específico de combustível diminui a medida que aumenta a potência desenvolvida pelo motor. Historicamente valores de consumo específico nominal entre 191 e 206 g/cv.h são considerados aceitáveis para motores de tratores agrícolas. No entanto, atualmente com os sistemas adotados nos tratores modernos provocaram um abaixamento destes valores sobretudo pelos melhores sistemas de injeção. Comparando-se estes dados do autor com as informações constantes nos relatórios de ensaio oficial do sistema OCDE, os modelos de tratores do exterior de três e quatro cilindros, apresentam consumo específico de 165 a 215 g/cv.h.

Com relação ao consumo de combustível dos tratores, referimo-nos aos relatórios de ensaios oficiais do sistema OCDE que apresenta os dados de consumo de combustível na ordem de 184 a 213 g/cv.h para motores de três cilindros e entre 160 a 180 g/cv.h para motores de quatro cilindros. O Laboratório de Agrotecnologia do Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas da Universidade Federal de Santa Maria realizou um teste comparativo entre tratores de três e quatro cilindros em agosto de 2018, confrontando os modelos MF 275, MF 4275 (quatro cilindros) e MF 4707 (três cilindros) com o objetivo de mostrar o desempenho de três tratores de geração diferente. Deste trabalho comparativo obtiveram-se potências máximas de 76,5 cv, 85,3 cv e 80,3 cv, respectivamente e os consumos de combustíveis na ordem de 166 g/cv.h para o modelo MF 4707, de três cilindros.

REFERÊNCIAS:

Guia Rural - Tratores e máquinas agrícolas. Ed. Abril, São Paulo, 1990. 170p

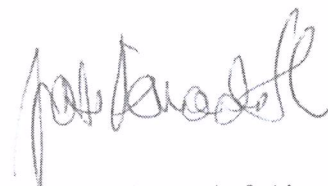
LILJEDAHN, J. B.; TURNQUIST, P. K.; SMITH, D. W.; HOKI, M. **Tractors and Their Powers Units**. (Fourth Edition), American Society of Agricultural Engineers – ASAE, 1996.

MABIE, H. H.; OCVIRK, F. W. **Mechanisms and dynamics of machinery**: 3rd Ed., Wiley, New York, 1975, 594 pp.

MÁRQUEZ, L. **Tractores Agrícolas: Tecnología y utilización**. España: B&H Grupo Editorial, 2012. 844 p.

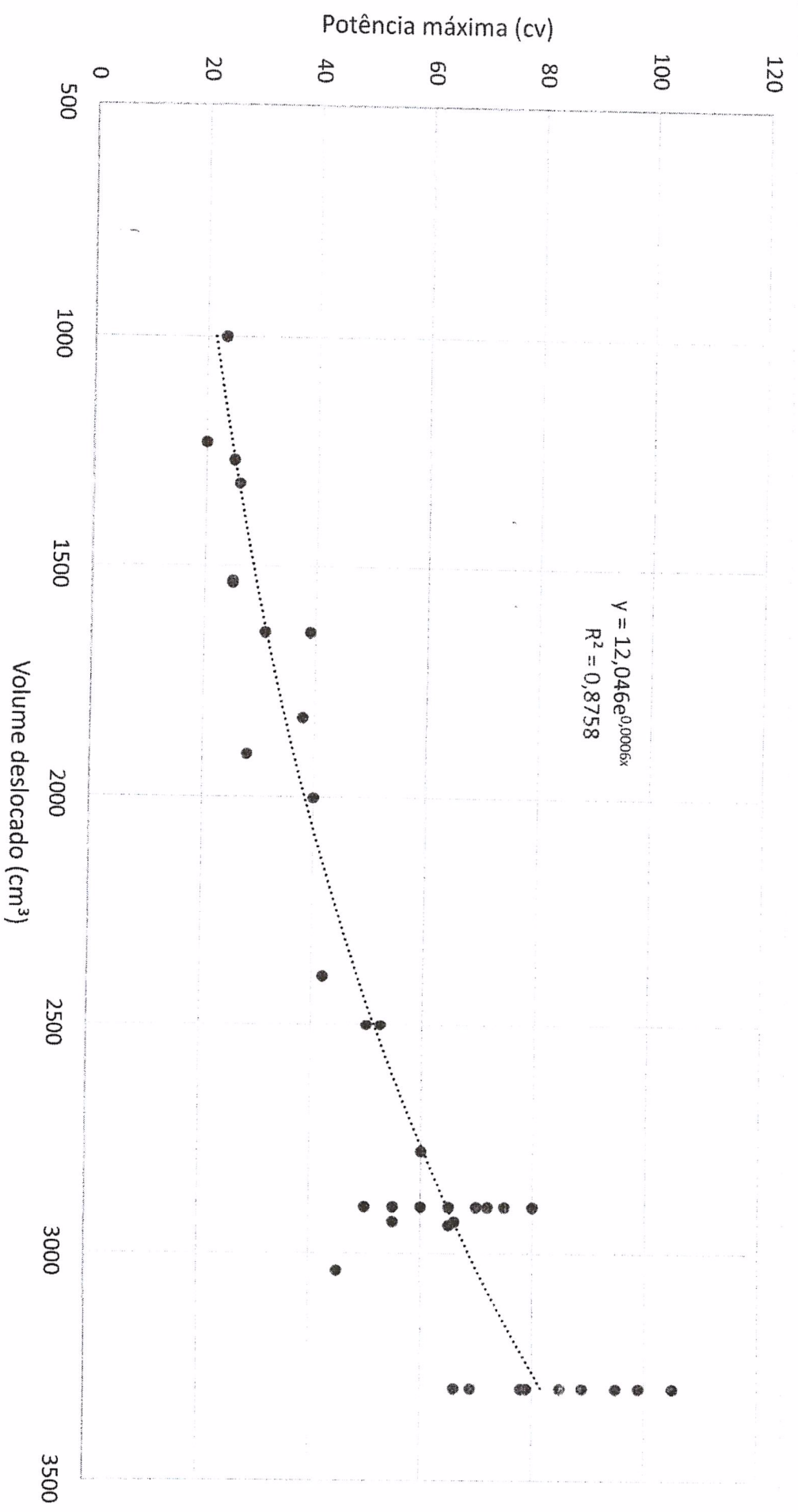
SCHLOSSER, J. F. et al. Anuário de tratores 2018. **Revista Cultivar Máquinas**. Agosto, 90p., 2018.

SILVEIRA, M.S.; SCHLOSSER, J.F; BATISTELLA, B.F.; BARBIERI, J. **Evolução de gerações**. v. XVI, n. 191, p12-19, 2018.



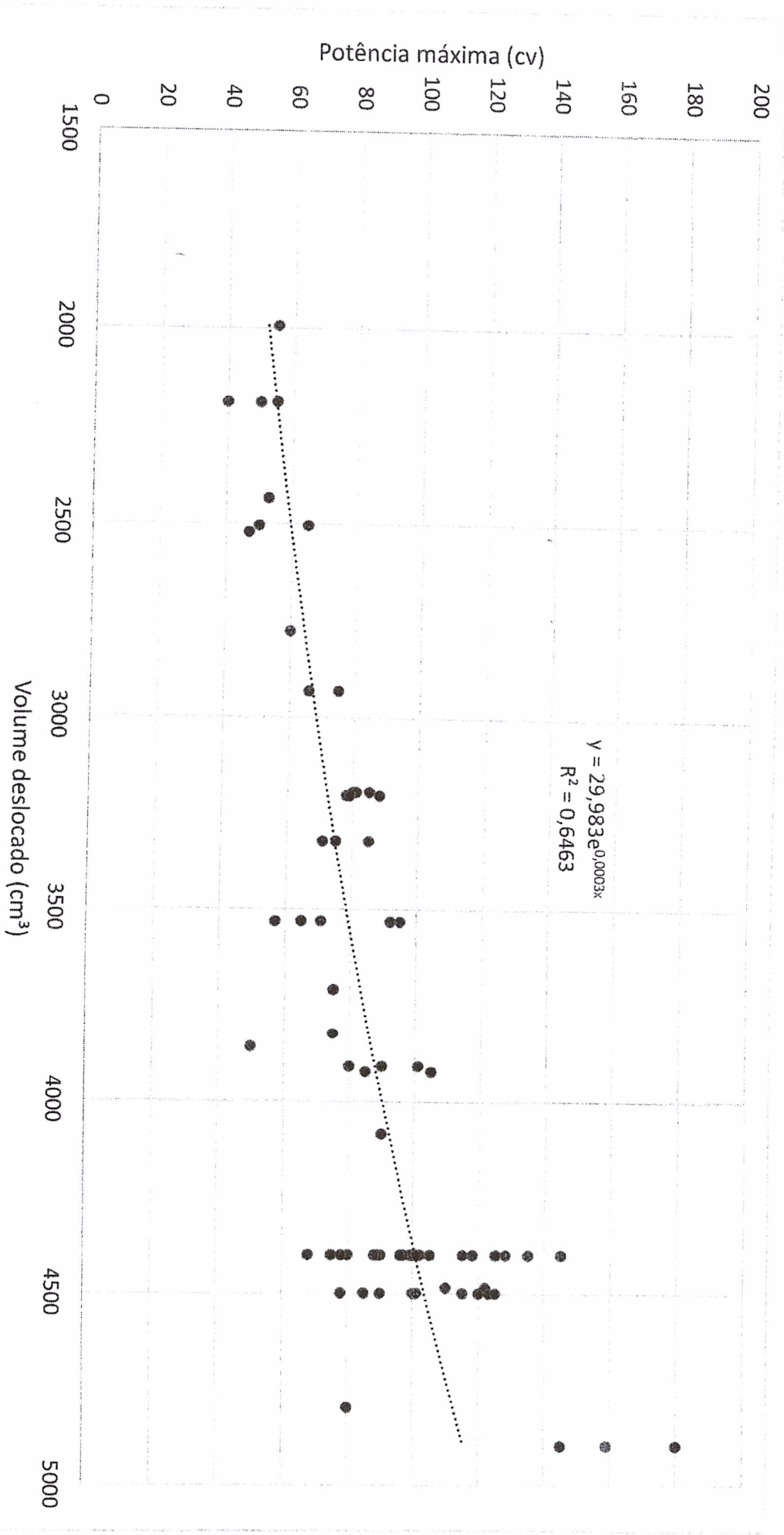
Prof. Dr. José Fernando Schlosser
Núcleo de Ensaios de Máquinas Agrícolas
CCR - UFSM
Diretor

Figura 2. Representação da curva de ajuste entre a relação do volume deslocado e potência máxima obtida em motores de três cilindros, dos tratores atualmente fabricados no Brasil. Dados do Anuário 2018, Revista Cultivar Máquinas



556

Figura 3. Representação da curva de ajuste entre a relação do volume deslocado e potência máxima obtida em motores de quatro cilindros, dos tratores atualmente fabricados no Brasil. Dados do Anuário 2018, Revista Cultivar Máquinas



SL