

PARÂMETROS DE INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DO GÁS POBRE
(GERADO POR GASOGÊNIO A CARVÃO VEGETAL) EM
MOTORES DE CICLO OTTO

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS
Sete Lágos - MG

BOLETIM DE PESQUISA Nº 1

ISSN

Novembro, 1983

PARÂMETROS DE INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DO GÁS POBRE
(GERADO POR GASOGÊNIO A CARVÃO VEGETAL) EM
MOTORES DE CICLO OTTO

Shane P. Schunk



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo-CNPMS
Sete Lagoas - MG

Comitê de Publicações:

Antônio Fernandino de Castro Bahia Filho
Bárbara Heliodora Machado Mantovani
Fernando Tavares Fernandes
João Carlos Garcia
José Carlos Cruz
Lairson Couto
Magno Antônio Patto Ramalho
Nicolau Miguel Schaun
Renato Antonio Borgonovi
Ricardo Magnavaca

Arte final: José Custódio A. França

Composição: Maria Elizabeth Horta Avelar

Fotolitos: Olímpio Pereira de Oliveira Filho

Impressão: Armando José Lopes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Parâmetros de influência no desempenho do gás pobre (gerado por gasogênio a carvão vegetal) em motores de ciclo otto, por Shane P. Schunk. Sete Lagoas, MG, 1983.

24p. ilustr. (EMBRAPA-CNPMS. Boletim de Pesquisa, 1)

1. Gasogênio. I. Schunk, Shane P. II. Título. III. Série.

CDD: 665.772

Sumário

Introdução	5
Material e Métodos	5
Resultados e Discussão	6
Conclusões	17
Referências	21

INTRODUÇÃO

O gás gerado por um gasogênio é comumente chamado de "gás pobre" devido ao seu baixo poder calorífico, pois do total dos gases produzidos apenas 40% em média perfazem o total combustível.

Um motor originalmente desenvolvido para trabalhar com gasolina vai apresentar perdas de potência ao funcionar com gás pobre devido aos seguintes fatores:

1. Poder calorífico da mistura ar-gás (35% a menos da mistura ar-gasolina).
2. Menor grau de enchimento dos cilindros. O gás pobre ocupa 50% do volume da mistura onde a gasolina ocupa 2%.
3. Queima lenta do gás. A um dado rpm do motor para o gás queimar leva 40° (em relação à polia) onde a gasolina leva 20°.

Ao invés de simplesmente aceitarmos estas perdas, seria melhor primeiramente avaliarmos as suas características para depois determinar suas modificações no regime de funcionamento para uma aplicação específica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas para estes testes três unidades gasogênicas disponíveis no mercado ou seja a Siquieroli, Securit e a Gasmec (de Uberlândia-MG, São Paulo e Anápolis-GO, respectivamente). Seguem as características de cada uma.

SIQUIEROLI - Fluxo gasoso horizontal com injeção de vapor d'água, aplicação veicular tipo pick-up, combustível carvão vegetal, trocador de calor com ar.

SECURIT - Fluxo gasoso vertical descendente, aplicação em conjunto moto-bomba, combustível carvão vegetal.

GASMEC - Fluxo gasoso vertical descendente, trocador de calor com água e lavador de gás tipo Scrubber, aplicação em conjunto moto-bomba, combustível carvão vegetal.

O motor usado foi o GM-292 tipo álcool de 4,8 litros.

A montagem e acoplamento ao dinamômetro foram realizados no Laboratório de Motores do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília.

O combustível utilizado nos testes foi o carvão vegetal, proveniente da região da Mata de Anápolis (GO) e do Cerrado Natural tipo Médio de Formosa (GO). Uma análise química foi efetuada para melhor caracterizar as suas diferenças. O carvão do cerrado foi preparado, usando peneiras, e classificado em três grupos de acordo com a sua granulometria, chamado de Forja (1-2 cm), Média (3-5 cm) e Grande (5-8 cm).

Durante o ensaio foi otimizada, através das regulagens de ar e gás, a mistura ideal em cada ponto de leitura.

O avanço inicial foi escolhido pelo melhor torque obtido em plena carga ficando em 30° quando utilizado com gás pobre. Não foi feita uma calibração da curva do avanço, pois o objetivo deste experimento era avaliar o "estado de arte" do conjunto na sua aplicação. No caso da curva de referência (combustível álcool) foi utilizado o avanço especificado pelo fabricante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 podem-se observar os resultados comparativos do carvão utilizado, tendo caracterizado a madeira predominante no carvoejamento.

Os parâmetros tidos como ideais na geração do gás pobre a partir do carvão são baixos: teor de umidade, material volátil e teor de cinzas, ao passo que, quanto maior o teor de Carbono fixo, melhor, pois o Carbono é um dos principais elementos na formação dos gases.

Tabela 1. Análise Química do Carvão

	Carvão Mata (1)	Cerrado Cerrado (2)
Teor de Umidade	5,91 %	6,51 %
Material Volátil	13,22 %	28,21 %
Teor de Cinzas	3,29 %	2,62 %
Carbono Fixo	77,58 %	62,66 %

(1) Angico

(2) Carvoeiro

Norma ASTM-D 1762 - 04

"Chemical analysis of wood charcoal"

O gráfico 01 mostra as curvas de Potência, Torque e Consumo com álcool do motor GM-292 tipo álcool de 4,8 litros.

Os gráficos 2, 3 e 4 são as curvas obtidas com os gasogênios, Siquieroli, Gasmec e Securit respectivamente, tendo como comparação a referência (álcool) na mesma escala.

Sobre o gráfico 2, é interessante fazer um comentário sobre o formato da sua curva. O gasogênio Siquieroli, por ter um fluxo gasoso horizontal, apresentou este tipo de curva devido ao crescimento da zona de fogo, que quanto mais per

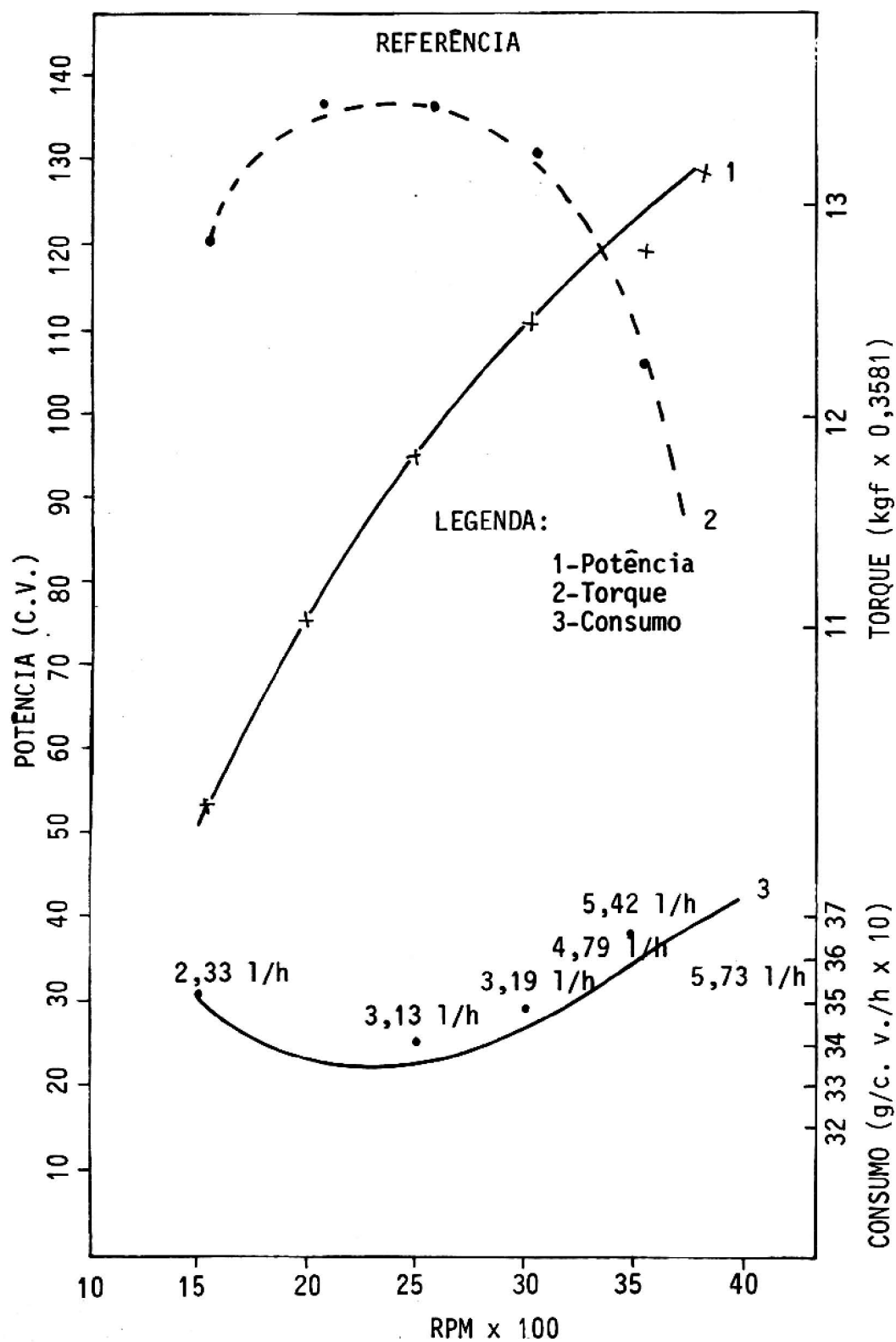


GRÁFICO 1. Curvas de torque, potência e consumo de álcool em um motor GM 292 - 6 cil.

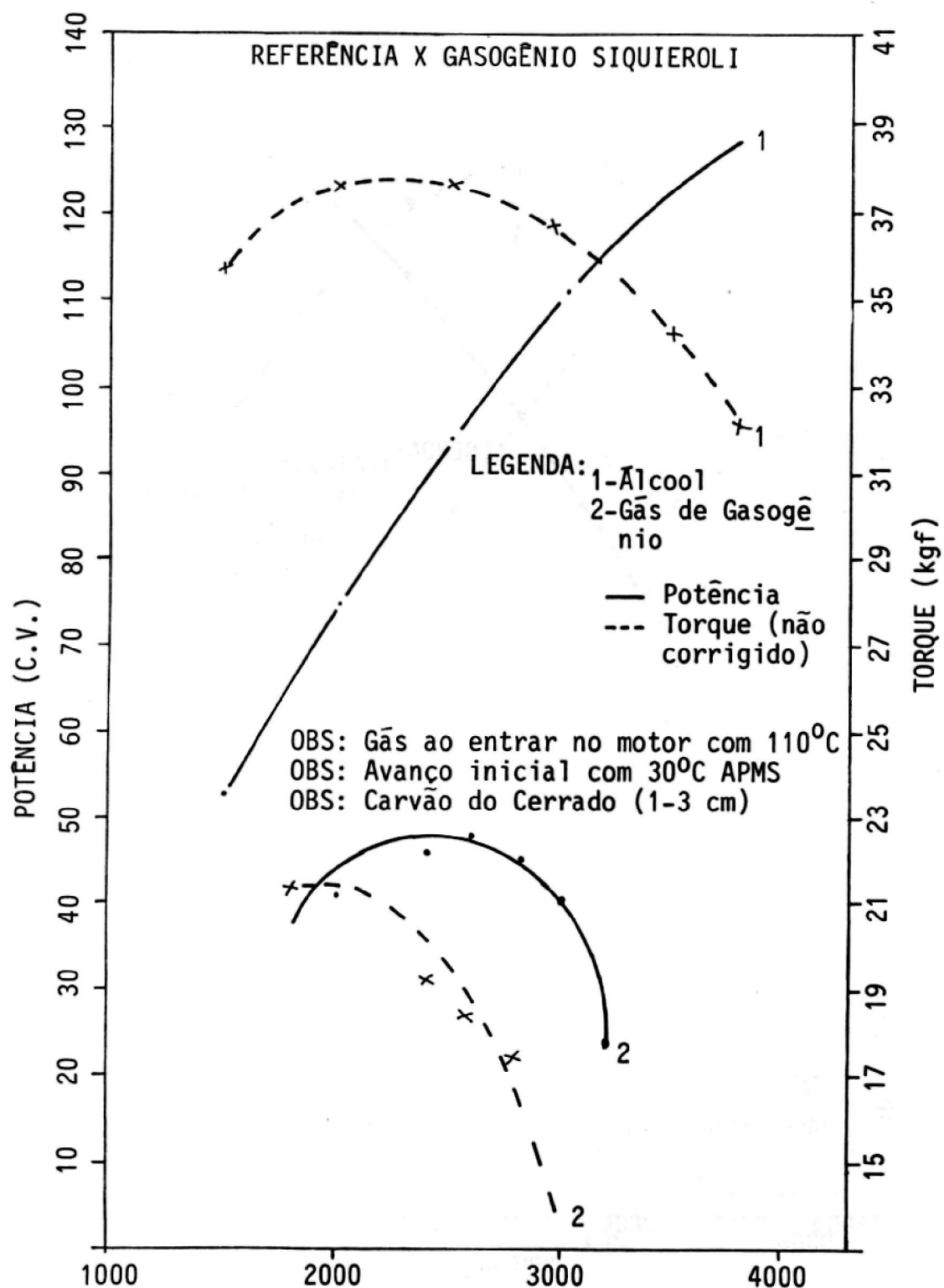


GRÁFICO 2. Curvas de torque e potência usando álcool e gás pobre (Gasogênio Siquieroli) na alimentação de um motor GM-292 6 Cil.

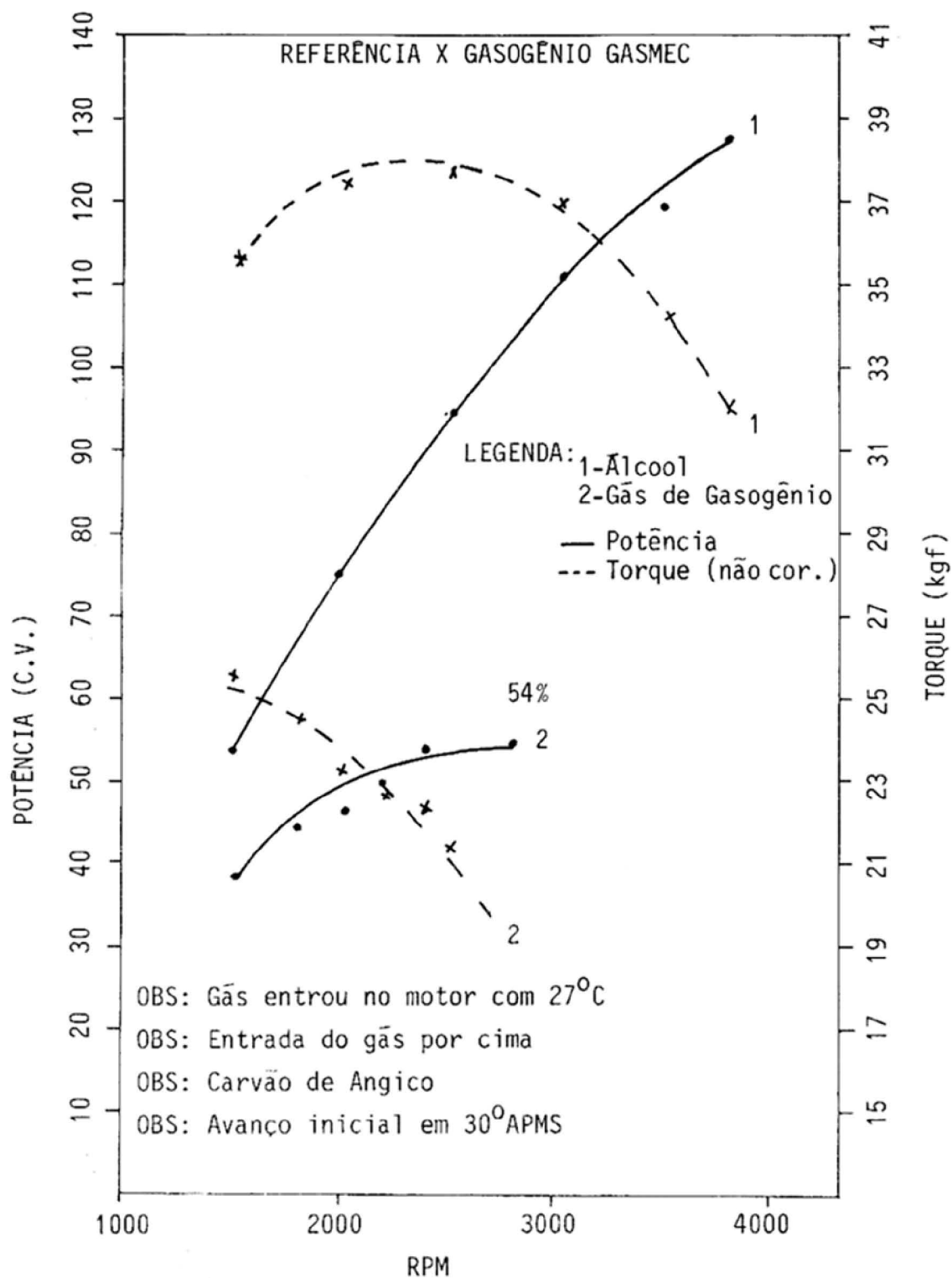


GRÁFICO 3. Curvas de torque e potência usando álcool e gás pobre (Gasogênio GASMEC) na alimentação de um motor GM 292 6 cil.

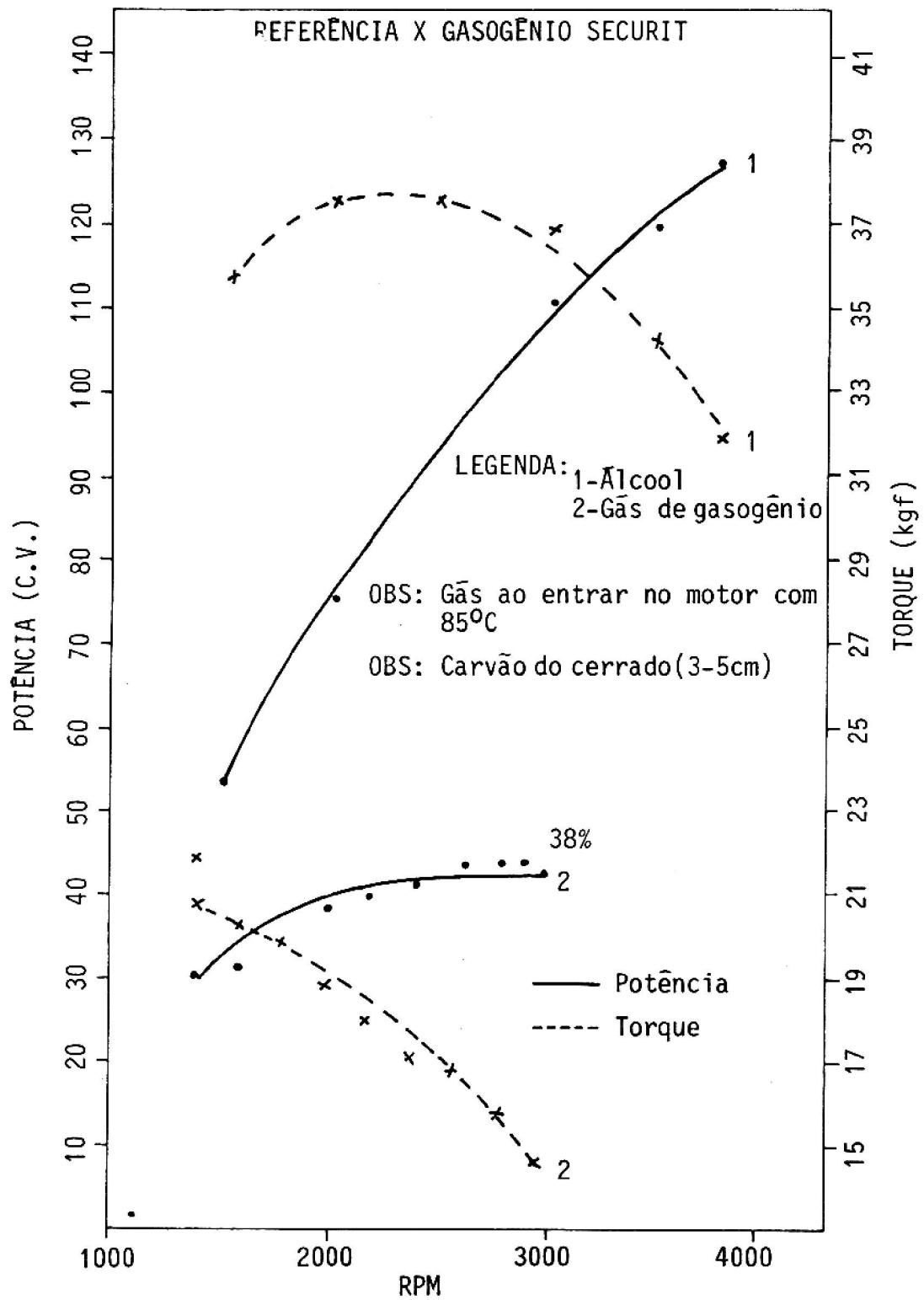


GRÁFICO 4. Curvas de torque e potência usando álcool e gás pobre (Gasogênio Securit) na alimentação de um motor GM-292 6 Cil.

to da grelha atingir (devido à velocidade do ar, uma função direta do rpm do motor) menos gás vai ser formado (vide Fig. 1). Outro fator contribuinte para a queda de potência e torque é a temperatura do gás que neste caso será 110°C , enquanto que sua faixa ideal de trabalho para motores é entre 50°C e 60°C . O trocador de calor deste conjunto é confeccionado para ter sua utilização em veículo móvel, não servindo para aplicação em conjunto estacionário. Nestas condições, o seu ponto ideal de aplicação tanto em potência como em torque se deu aos 2000 rpm tendo a sua potência máxima em 2500 rpm. Deve-se lembrar que esta rotação refere-se a uma determinada velocidade de ar fornecida por este motor de 4,8 litros, devendo, para cada motor, ser calculada a rotação ideal.

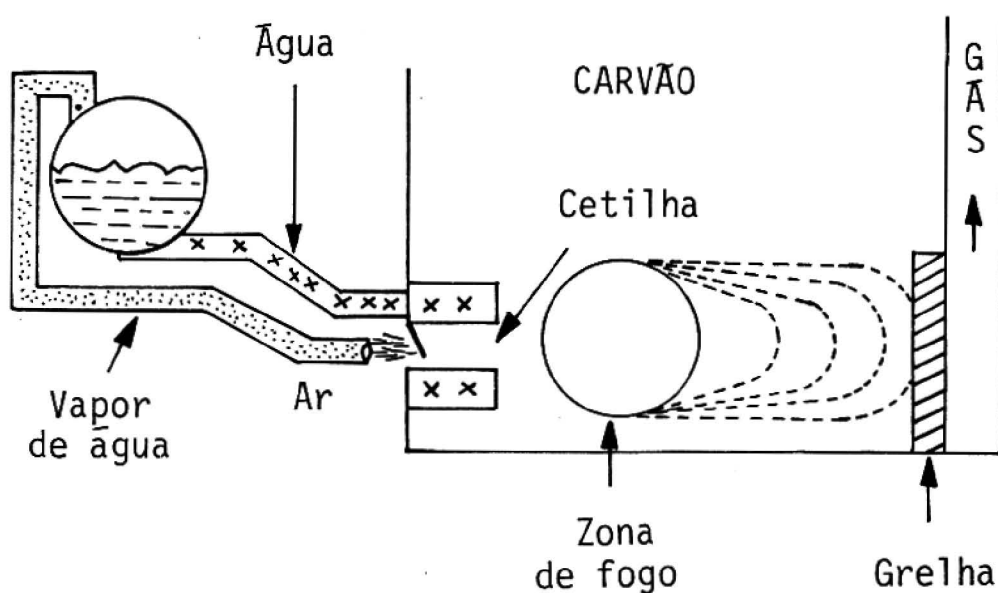


Figura 1. Influência da velocidade do ar na zona de fogo em um gaseificador de leito horizontal

No gráfico 3 nota-se a diferença no formato da curva em relação ao anterior. Neste caso, o leito é vertical descendente, o carvão usado tem um maior teor de carbono fixo e a temperatura do gás está com 270°C. O trocador de calor aqui usado é do tipo Scrubber (gases lavados com água) o que para unidade estacionária, desde que haja disponibilidade de água (vazão de 900 l/min neste caso), serve perfeitamente. O seu ideal de torque e potência está em torno dos 2200 rpm, sendo que a sua potência se manteve em máxima até o rpm analisado. Também foi observado um melhor regime de funcionamento do motor, principalmente, em baixas rotações, o que não ocorreu nos outros casos devido ao fluxo principal a ser aspirado pelo motor, ser o ar ao invés de gás. (Vide Fig. 2). Com isso podemos entender que o fluxo de ar através do leito do gaseificador se manteve acima do mínimo necessário a boa formação dos gases, no caso do gasogênio Gas mec (Fig. 2B) onde, no caso do gasogênio Siquieroli ou Securit trabalharia em regime estrangulado de gás (mistura pobre) Fig. 2A

No gráfico 4 nota-se a potência baixa em relação aos demais devido, em parte, à ineficiência do trocador de calor, pois como no caso do Siquieroli este Gaseificador fixado foi confeccionado para utilização em unidade móvel. Com isso, a temperatura do gás ao entrar no motor estava com 850°C. É notado também o seu baixo ponto de maior eficiência em termos de torque e potência, ficando neste caso em torno de 1700 rpm. Outro detalhe a comentar é sobre a granulometria do carvão utilizado: quanto menor a granulometria maior é a troca e formação de gás, mas comparando com o gráfico 2 há a diferença das grelhas. O gasogênio Siquieroli, por ser de leito horizontal não apresenta problema com carvão caindo pela grelha, mas no caso do Gasogênio Securit há esse problema e por isso foi utilizado um carvão de granulometria maior. Exemplo disto está no Gráfico 6.

Com uma superimposição dos gráficos 2, 3 e 4 obteve-se o gráfico 5 que ilustra as potências em relação ao álcool, tomado como padrão, 100% de potência.

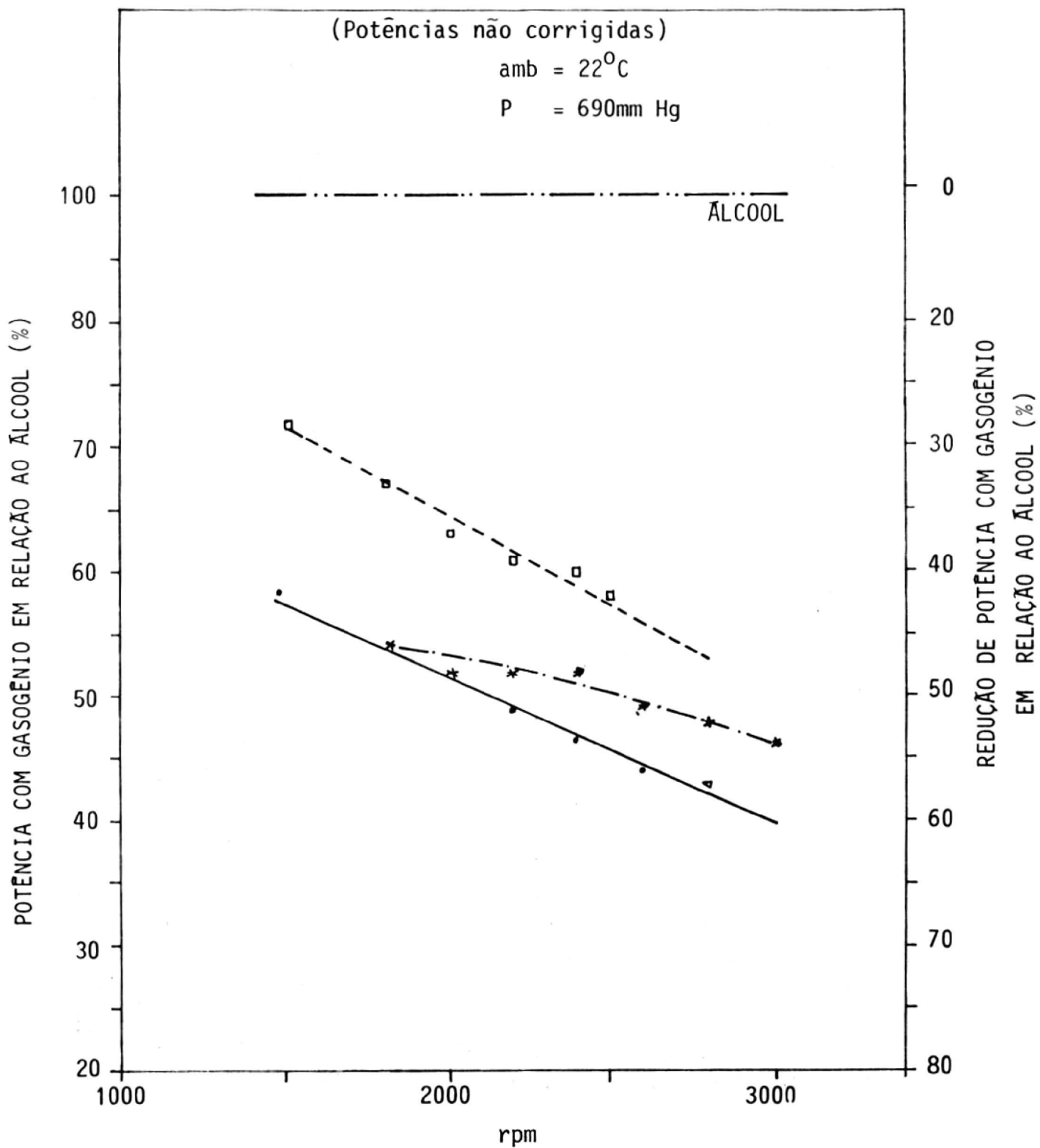


GRÁFICO 5. Potência relativa obtida com diferentes gasogênios alimentando o motor GM-292 a álcool, com relação à potência com álcool.

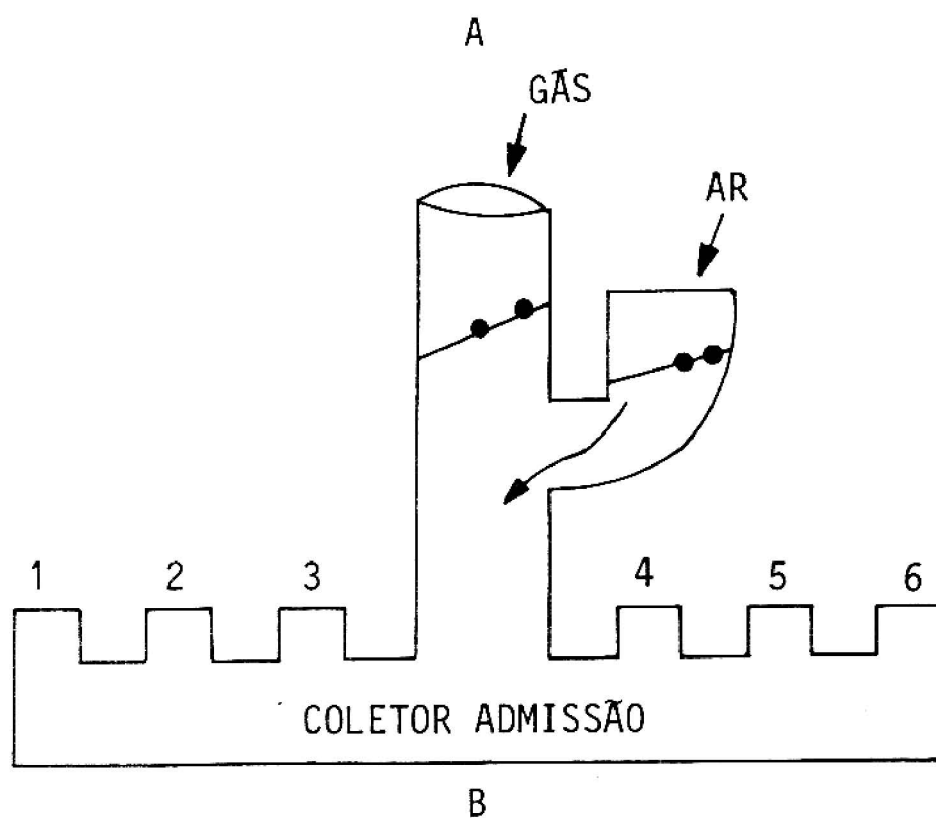
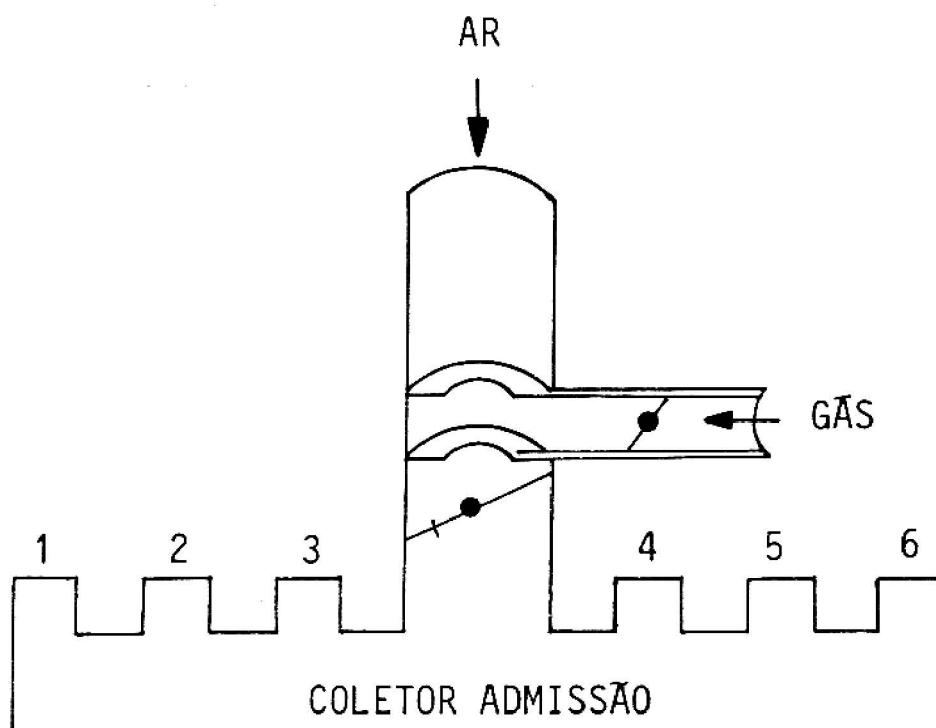


Figura 2. Sistemas dosadores de gás pobre em coletor de admissão de motores de 6 cilindros em linha

No gráfico 6, usando o gasogênio Siquieroli, carvão de cerrado e mesma temperatura de saída dos gases, foi variado o diâmetro do tubo condutor do gás e a granulometria do carvão. Um ganho de 7 C.V. em potência foi obtido com a me

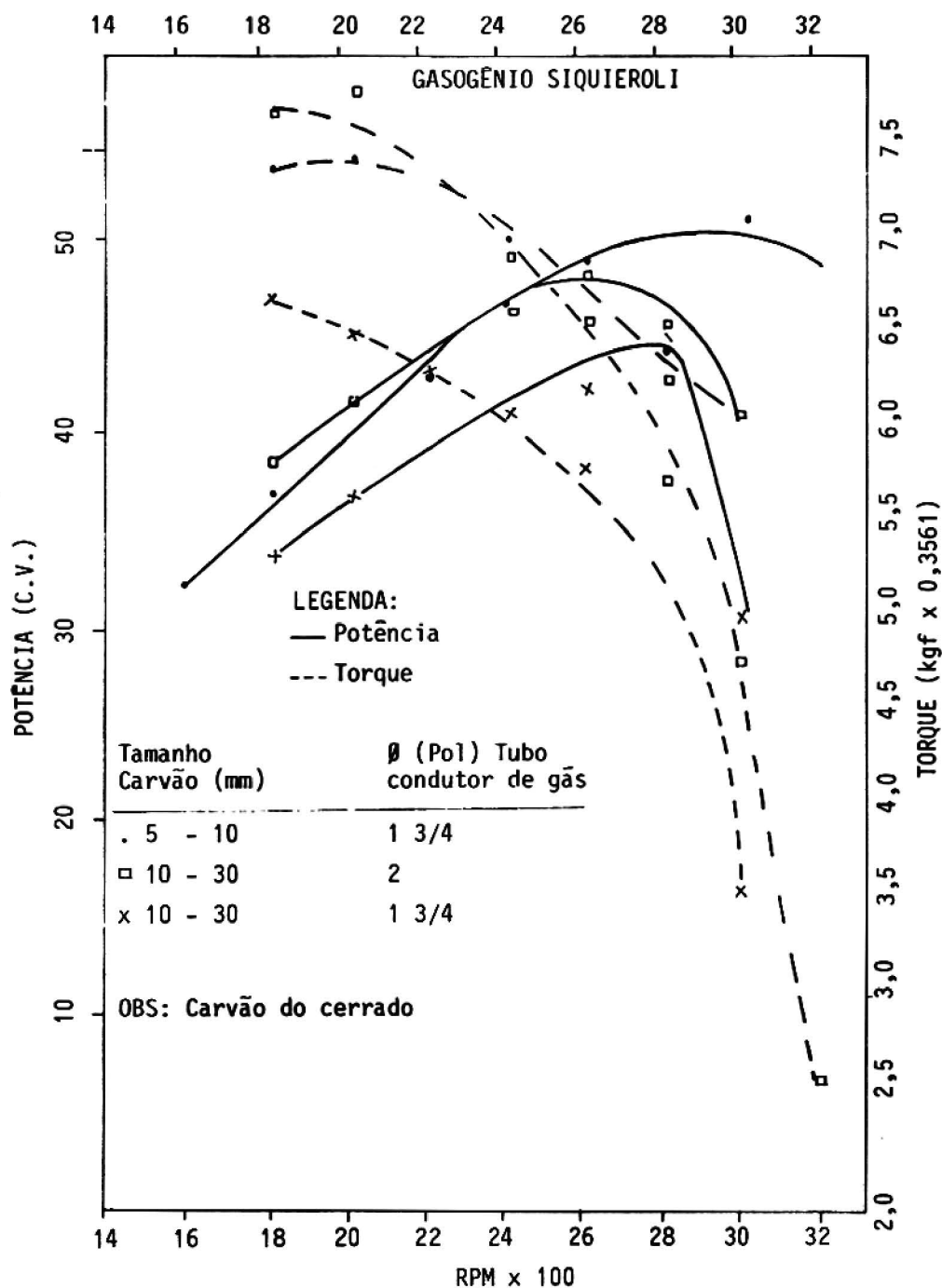


GRÁFICO 6. Curvas de torque e potência de gás pobre (Gasogênio Siquieroli) com diferentes granulometria de carvão vegetal e diâmetro de tubo condutor de gás.

nor granulometria do carvão a um dado rpm (2600). Uma potência de 8 C.V. a mais foi obtida com o aumento do diâmetro condutor do gás, usando a mesma granulometria (2600). Por outro lado, os melhores torques registraram-se aos 1800 rpm com maior diâmetro condutor de gás e menor granulometria chegando a 1 kgf a mais (valor não corrigido).

CONCLUSÕES

Como conclusões pode-se dizer, baseado nos casos analisados, que os ganhos em potência e torque (sobre os normalmente obtidos com gás pobre) em motores do ciclo otto serão significativos, representando ganhos de 10 a 20%, se levarmos em conta itens, tais como:

1. Granulometria - função do tipo de gaseificador.
2. Qualidade do carvão - ter um alto teor de carbono fixo e baixo teor de cinza.
3. Baixa temperatura do gás ao entrar no motor - Denotando eficiência do sistema trocador de calor.
4. Sistema dosador gás-ar - sincronismo das dosagens em cada regime de funcionamento.
5. Diâmetro do tubo condutor do gás - menor restrição ao movimento do gás.

AGRADECIMENTOS

O autor deseja agradecer aos fabricantes de gasogênios que se prestaram a estes serviços como também aos professores Aldo e Parise e ao técnico Geraldo, do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília pela utilização do seu laboratório para a realização deste experimento.

REFERÊNCIAS

- BRANDINI, A.; FINCH, E.O.; SILVA, J.G. da & SCHUNK, S.P. Fontes alternativas de energia para máquinas agrícolas. In: SIMPOSIO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA, 1, Brasília, 1983. Anais... Brasília, EMBRAPA, 1983. p.1-17.
- DIAS, G.P. & MEWES, B.O. Gasogênio. Viçosa, UFV, 1981. 8p. (Informe técnico, 12).
- MOLLE, J.F. Motores a gás pobre - perspectivas de utilização na tração rodoviária e agrícola. In: SIMPOSIO FRANCO-BRASILEIRO SOBRE ENERGIA DE BIOMASSA E ECONOMIA DE ENERGIA, São Paulo, 1981. Anais... São Paulo, IPT/CEFI, 1981. p.34-42.
- SICILIANO, L.B. Gasogênio para automóveis e outros fins. Máquinas e Construções, 114:1-147, 1945.
- SIQUEIRA, A.B. Gasogênios para motores. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, MG. Gaseificação de madeira e carvão vegetal. Belo Horizonte, MG, 1981. p.102-12.
- TESTES da MWM - Motores Diesel Ltda com motores diesel a gasogênio. Revista ITEM-ABID, (10):12-7, set. 1982.