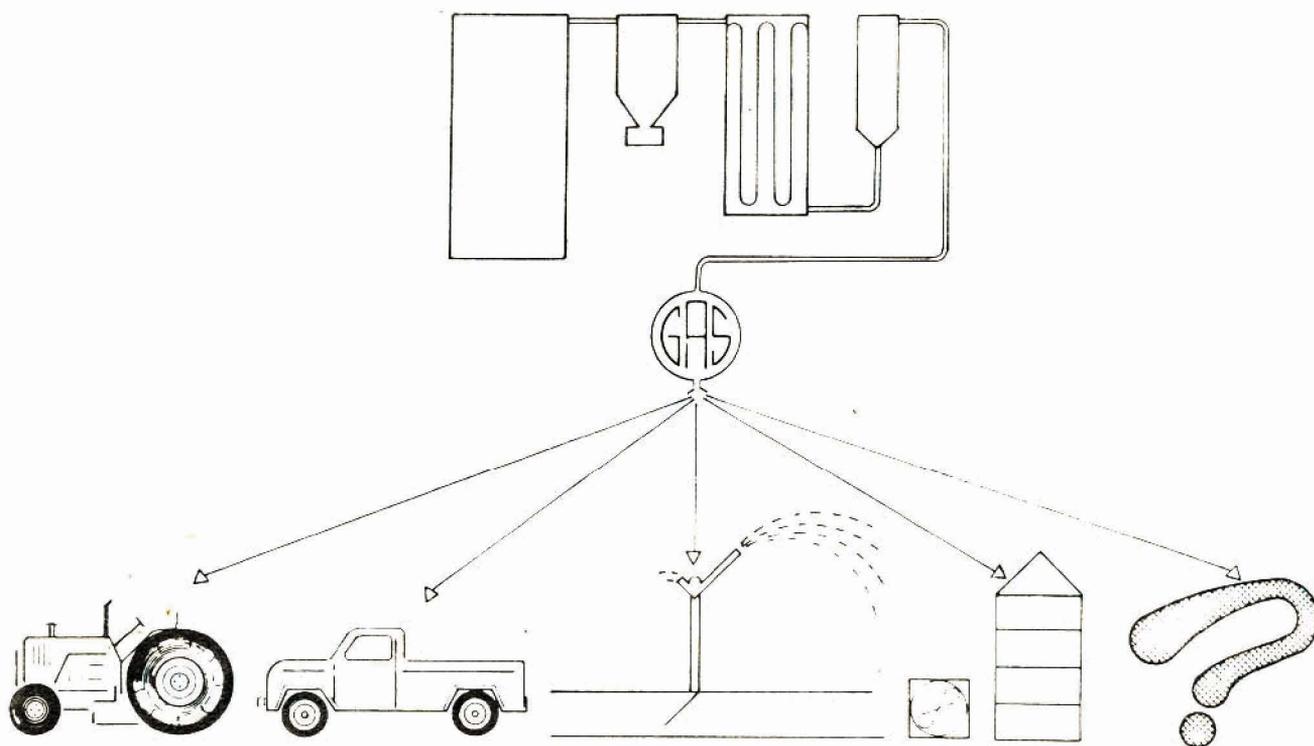


GASOGÊNIO



ENERGIA ALTERNATIVA NA AGRICULTURA



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

CIRCULAR TÉCNICA Nº 11

ISSN 0100-8013

Novembro 1983

GASOGÊNIO

ENERGIA ALTERNATIVA NA AGRICULTURA

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

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

Gasogênio; energia alternativa na agricultura, por Shane P. Schunk. Sete Lagoas, MG, 1983.

32p. ilustr. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 11)

1. Gasogênio-Agricultura. 2. Agricultura-Gasogênio. I. Schunk, Shane P. II. Título. III. Série.

CDD: 665.772

"Com a gasolina a CrS 1,60 o litro e o carvão vegetal CrS 1,00 o kg, ninguém terá dúvida em optar pela gasolina, e é o que está acontecendo agora (setembro 1945)." (1)

"E hoje com a gasolina a CrS 303,00 o litro e o carvão a CrS 6,00-18,00 o kg (dependendo da fonte) qual vai ser a opção (junho 1983)?" (2)

(1) Eng. Lauro de Barros Siciliano-Presidente da Divisão de Combustíveis do Instituto de Engenharia de São Paulo - Gasogênio para Automóveis e outros fins p. 126, 1945.

(2) Eng. Shane P. Schunk - Pesq. CNPMS/EMBRAPA.

SUMÁRIO

Introdução	7
O que é um gasogênio	7
Histórico	8
Situação atual do uso do gasogênio no Brasil	9
Aplicações na agricultura	10
Componentes e funcionamento de um gasogênio	11
Tipos de gasogênio	14
A escolha do gasogênio	17
O bom combustível	18
Construção e montagem	19
Manutenção e problemas com o gasogênio	22
Economia comparativa	24
Anexo A - dados gerais (região cerrado)	27
Anexo B - glossário	29
Bibliografia	31

INTRODUÇÃO

Nesta época de crise energética, as nações têm buscado alternativas dentro das suas possibilidades. Logo, não é de admirar-se que o uso do gasogênio no Brasil venha despertando interesse, principalmente por ser uma ciência por nós já utilizada anteriormente, na época da II Grande Guerra. O seu uso vem de acordo com a disponibilidade de biomassa e vasto território em pleno desenvolvimento.

Certas aplicações do uso do gasogênio têm despertado mais interesse por parte dos fabricantes, e a sua realidade vem sendo apoiada por órgãos compatíveis do governo. Por acreditar nesta realidade a EMBRAPA/MA vem realizando pesquisas com o intuito de melhor auxiliar ao consumidor, principalmente no meio rural, com suas inúmeras aplicações.

O QUE É UM GASOGÊNIO

O gasogênio ou gaseificador é um equipamento que, através da combustão controlada de lenha, carvão ou resíduos agrícolas (tais como bagaço de cana, sabugo de milho, casca de frutos etc.), produz uma mistura de gás combustível cuja composição média é a seguinte:

Monóxido de carbono (CO)	- 23%
Hidrogênio (H ₂)	- 15%
Metano (CH ₄)	- 2%
Dióxido de carbono (CO ₂)	- 10%
Nitrogênio (N ₂)	- 50%

Destes gases, somente o CO, H₂ e o CH₄ são combustíveis, ou seja, em média 40% da mistura.

Esta mistura, denominada "gás pobre", devido ao seu baixo poder calorífico comparado com outros combustíveis, pode ser utilizada em motores de combustão interna, tanto em grupos estacionários como veiculares, em motores de ciclo otto ou de ciclo diesel.

O poder calorífico deste gás varia com o combustível do qual foi gerado, sendo influenciado pela composição química e pela umidade. A madeira (principal combustível) é volumosa e apresenta baixo poder calorífico comparada com outros combustíveis (Tabela I).

TABELA I - Comparação energética entre combustíveis

Combustível	Poder calorífico (Kcal/kg)
Óleo diesel	11.000
Gasolina	10.000
Carvão vegetal	7.100
Madeira seca	4.700
Madeira (25 - 30% de Umidade)	3.500

HISTÓRICO

A origem do uso de gasogênio remonta a 1789, na França, por Lebron. Todavia, o desenvolvimento inicial de gasogênios transportáveis foi levado a efeito na Inglaterra, tendo sido primeiramente patenteado em 1836 por Samuel Brown.

Durante o período de 1926 a 1939, o Automobile Club de France organizou nove "rallies" com veículos adaptados a gasogênios.

O primeiro trator movido a gasogênio foi desenvolvido na França, em 1900, por Ringelmann, e, em 1910, o primeiro ônibus a gasogênio foi introduzido. Modificações, visando melhorias consideráveis na eficiência termodinâmica dos geradores de gás usando carvões minerais e vegetais e lenha, ocorreram na Europa, na década de 1930, estendendo-se até o final da 2ª Guerra Mundial. As maiores contribuições foram feitas por técnicos franceses, ingleses, suecos, italianos e alemães. Consta que pelo final de 1945 existiam na Europa, cerca de 700.000 veículos (incluindo tratores), movidos a gasogênio, tendo-se atingido excelentes resultados em termos de eficiência para o consumo de lenha e carvão vegetal para a época, tanto em motores a ciclo otto (gasolina, álcool) como em motores a ciclo diesel com sistema dual de combustível.

Em 1940, no Brasil, o Presidente Getúlio Vargas baixou um decreto instituindo a Comissão Nacional do Gasogênio, com a função de promover, incrementar e facilitar o uso do gasogênio nos motores de explosão em tratores, automóveis, instalações fixas e semi-fixas. A. Bittencourt Cia, no Paraná, foi a primeira firma a fabricar aparelhos gasogênicos a carvão no Brasil.

Após 1945, com a retomada dos combustíveis derivados do petróleo, produzidos em abundância e a preços quase irrisórios, os gasogênios foram desativados.

O uso do gasogênio só veio a ser reativado nos últimos poucos anos (1977 -), devido à alta dos preços dos derivados do petróleo.

SITUAÇÃO ATUAL DO GASOGÊNIO NO BRASIL

Vários são os grupos que estão desenvolvendo estudos e pesquisas na área de gasogênios. Na área de gaseificação de

madeira, carvão e resíduos vegetais, para obter-se o gás pobre, o maior investimento é, sem dúvida, para substituir o óleo consumido em caldeiras já existentes em aplicação de geração de calor industrial. Em segundo lugar, temos a aplicação na agricultura, sendo incentivada pelo Ministério da Agricultura, principalmente o uso em sistemas de irrigação e em tratores agrícolas.

Na área agrícola existem fabricantes de conjuntos gasogênicos para irrigação, tratores, veicular (tipo pick-up) e geradores.

APLICAÇÕES NA AGRICULTURA

Por que na Agricultura

Apesar da comprovada viabilidade técnica de gasogênios para qualquer tipo de veículo movido a gasolina ou a óleo diesel, existem algumas limitações que dificultam o seu emprego em automóveis, ônibus urbanos e demais veículos urbanos.

Dentre as limitações estão: peso do sistema, tamanho, dificuldades com abastecimento, transporte dos combustíveis, redução da potência máxima do motor, paradas frequentes e outras.

Por outro lado, nota-se que tais limitações são aceitáveis para tratores agrícolas e florestais, para colhedoras automotrizes e outras instalações fixas, uma vez que:

- . Trabalham a baixas velocidades;
- . O peso extra, ao contrário de ser limitante, proporciona melhores condições de tração;
- . Deslocam-se a pequenas distâncias da sede, e normalmente trabalham pequenas áreas por dia;
- . O "combustível sólido" por ser produzido na propriedade agrícola;

- . Trabalham em regime quase constante e ininterrupto, por horas seguidas;
- . Normalmente operam entre 45% e 60% da plena potência e
- . O custo da matéria-prima para uso no gasogênio é competitivo com o custo dos combustíveis derivados do petróleo (1 kg/carvão = Cr\$ 18,00; 1 litro gasolina = Cr\$ 303,00; 1 litro óleo diesel = Cr\$ 191,00; 10/junho/83).

Apesar de estas limitações veiculares serem "aceitas" para tratores, ainda temos o problema do desempenho do motor diesel com o gás pobre.

Resíduos de lavouras podem, também, servir de combustíveis sólidos para gasogênios, cujos custos, como tais, são apenas de suas coletas no campo.

Exemplo teórico: Sabugo de milho

- . Produtividade de milho - 2.000 kg de grãos/ha
- 2.000 kg de grãos = 360 kg de sabugo
- 360 kg de sabugo = 80 kg diesel (D) (Em termos caloríficos)

80 kg (D) = 62 litros de diesel

ou seja, o equivalente a 62 litros diesel são suficientes para o acionamento de tratores e colhedoras para a completa mecanização desta lavoura.

Existem vários outros restos culturais com custo apenas de transporte. A possibilidade da briquetagem em condensar a massa, reduz problemas de transporte, estocagem e baixo potencial energético por volume.

COMPONENTES E FUNCIONAMENTO DE UM GASOGÊNIO

Os componentes principais de um gasogênio são:

a) *Gerador de gases*

O gaseificador é, essencialmente, um forno, onde se oxida

da (queima) madeira ou carvão em condições controladas; tendo, como meio oxidante, oxigênio (ou ar) e vapor d'água.

Para produzir gás, num gasogênio, é necessário que a queima do combustível (carvão, lenha etc.), no gerador, se já alimentado por jato contínuo de ar. Por conseguinte, não é possível gerar suficiente gás, da qualidade requerida, se não forem satisfeitas as três seguintes condições:

1. o combustível no gerador deve estar aceso;
2. um jato contínuo de ar deve ser mantido através da zona de combustão e
3. a carga de combustível deve alcançar uma determinada temperatura e a zona de fogo deve atingir um determinado tamanho, para a realização mais eficiente do processo gerador de gás.

Depois de aceso o combustível no gerador, a zona de fogo aumenta em volume até ocupar a maior parte do espaço compreendido entre a entrada de ar e a saída de gás, as quais podem ser localizadas em várias posições do gerador. Assim, em tipos diversos de geradores, as direções dos jatos do ar e do gás variam.

Quando a corrente de ar atinge a zona de fogo, o oxigênio atmosférico entra imediatamente em combinação química com a parte de combustível que se encontra perto da entrada de ar e transforma-se em dióxido de carbono - um gás inerte e não combustível. O dióxido de carbono (CO_2) é então forçado através da zona de fogo na parte mais distante da entrada de ar e transforma-se em monóxido de carbono (CO), graças à elevada afinidade química do carvão incandescente com o oxigênio.

A temperatura na qual estas reações químicas se realizam, é de aproximadamente 980°C . Grande parte dos gasogênios trabalham com uma temperatura de mais ou menos 1.200°C , na zona de fogo do gerador.

b) Ciclone

O Ciclone nada mais é do que um separador gás-pó com a finalidade de purificação do gás. Este, ao entrar pela par

te superior, desce em movimento espiral subindo pela parte interior lançando as partículas pesadas (pó e cinza) contra as paredes, sendo aquelas recolhidas na parte inferior que, periodicamente, é esvaziada.

c) Resfriador

O gás, quando sai do gerador, tem uma temperatura que varia de 700°C a 900°C. Esta temperatura deve ser reduzida consideravelmente, antes que o gás possa ser usado com eficiência no motor de combustão interna, ou passado pelos purificadores, daí a existência dos resfriadores.

Para aplicações em motores de combustão externa, o resfriador já não constitui uma necessidade, pois a temperatura não deve ser reduzida.

O resfriador, além de reduzir a temperatura, reduz o volume do gás que sai do gerador. O menor volume do gás, permite, por sua vez, reduzir o tamanho dos tubos, ciclones e filtros. Com o resfriamento, aumenta-se o peso do gás enviado ao motor, em cada fase de aspiração - o que é importante, considerando-se que a força desenvolvida pelo motor depende do peso de gás introduzido nos cilindros. Por isso a utilização de um turbo-compressor se torna vantajosa, pois aumenta este peso pelo aumento de pressão por elegerada e, conseqüentemente, o motor desenvolve maior potência.

d) Filtro

É comumente usada uma segunda filtragem, pois o ciclone não deixa de ser um filtro, na remoção das partículas mais finas, ou seja, a fuligem. Vários materiais são usados na sua construção, podendo ser filtro de papel, pano, cortiça, fibra de vidro, óleo, tela de aço-inox, água e outros.

e) Exaustor

O exaustor (por motor elétrico) serve para fornecer ar ao sistema na fase de arranque. O seu uso é apenas na geração inicial do gás, depois, é o próprio motor, com os pistões, que age como exaustor.

f) Dosador GÁS-AR

Serve para regular a mistura do gás com o ar na proporção requerida, antes da admissão da mistura no motor, com a finalidade de criar as melhores condições para a combustão do gás.

O conjunto total é ilustrado na Figura 1.

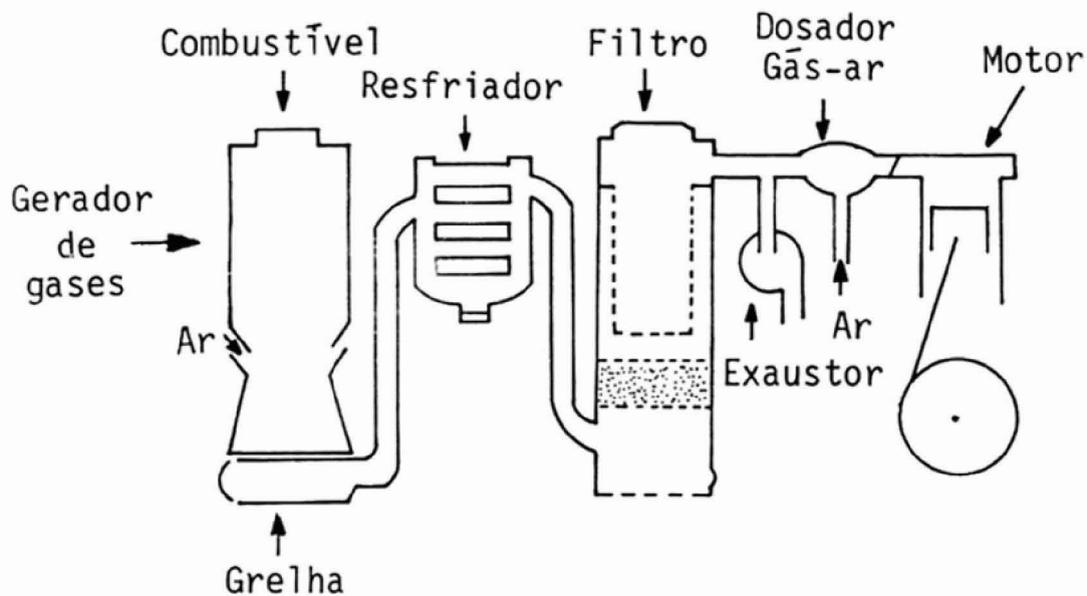


Figura 1. Esquema de uma instalação geradora de gás para motores.

TIPOS DE GASOGÊNIO

O gerador pode ser classificado de diversos modos. Quanto à fonte de energia, quanto à pressão de operação, quanto ao tipo de leito, quanto ao movimento relativo corrente de gases x corrente do combustível no gaseificador, e outros.

O mais usado é o do último caso e são classificados em com-corrente, contra-corrente e corrente lateral (Fig. 2).

Com-corrente - quando o combustível e os gases se movimentam na mesma direção, tipo chama invertida (DOWNDRAFT) (B)

Contra-corrente - quando o combustível e os gases gerados se movimentam em direções contrárias (UPDRAFT) (A)

Corrente lateral - quando parte do gaseificador opera em contra-corrente e parte em com-corrente ou então em fluxo transversal (C).

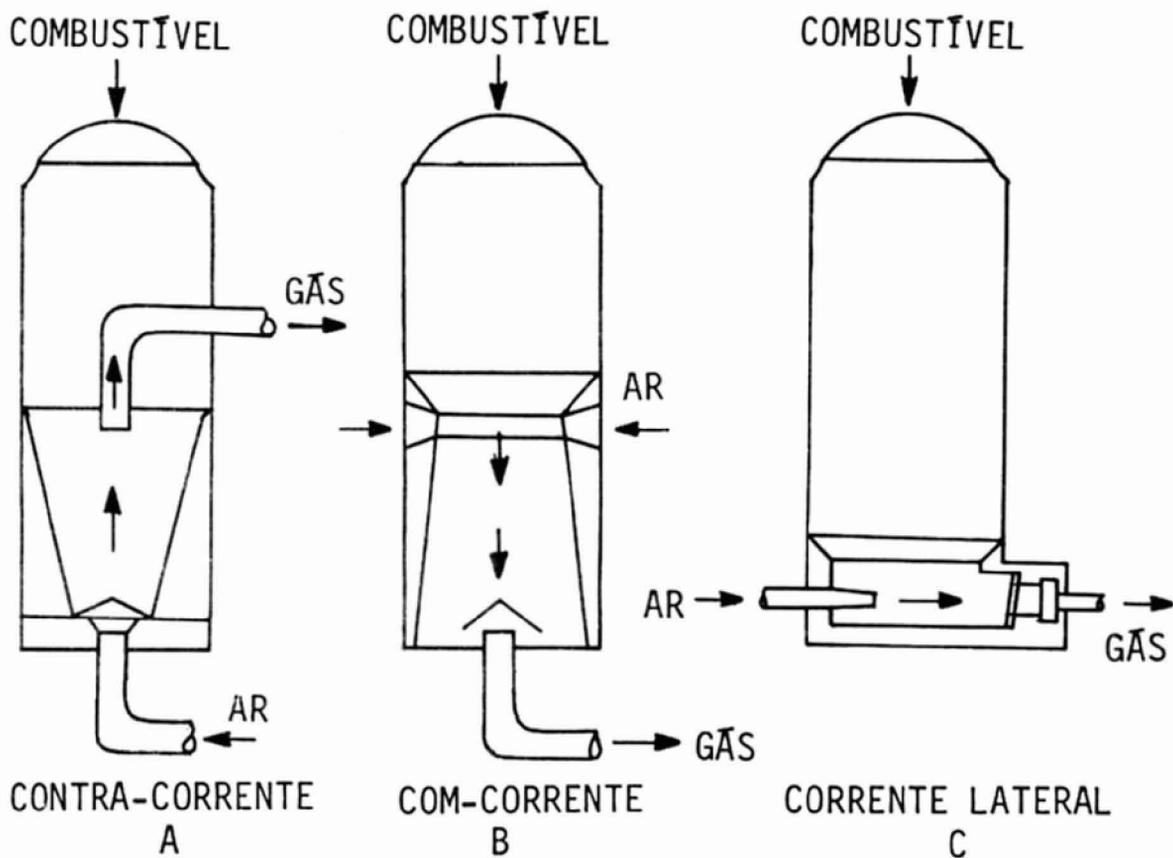


Figura 2 - Tipos de geradores de gás

As etapas do processo de gaseificação podem ser ilustradas na Figura 3 onde também são comparados os gaseificadores com-corrente e contra-corrente.

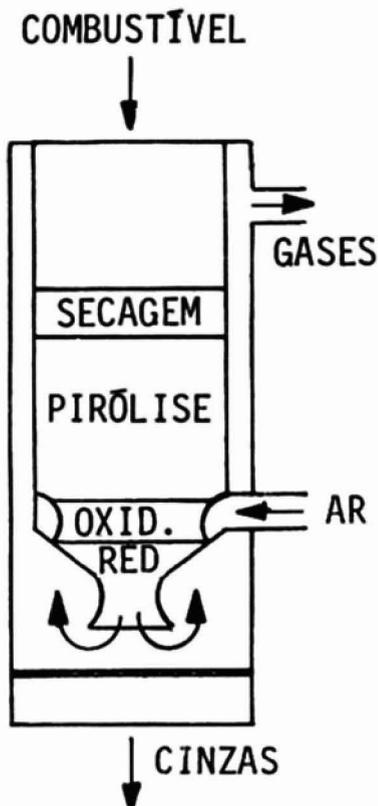


Figura 3A - Zonas de um gaseificador com-corrente

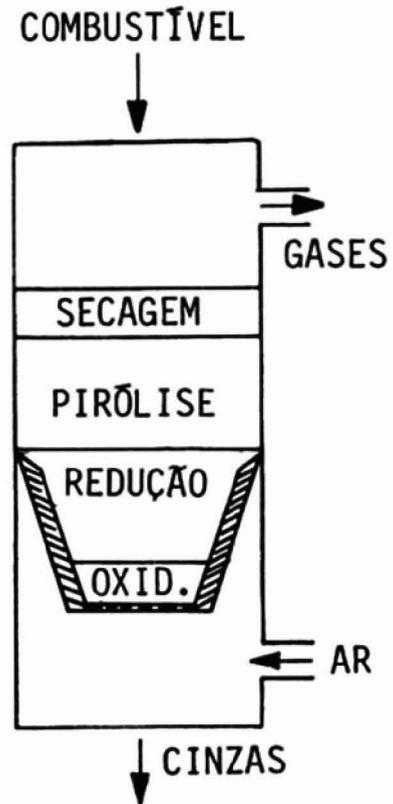
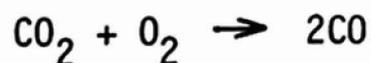


Figura 3B - Zonas de um gaseificador contra-corrente

- . Secagem: Evaporação da água
- . Pirólise: Formação de alcatrões, gases e carvão vegetal
- . Oxidação: Combustão parcial de carvão e produtos de pirólise
- . Redução: Formação dos gases combustíveis



Hidrocarbonetos leves

A ESCOLHA DO GASOGÊNIO

De modo geral, equipamentos de gasogênio são projetados para um determinado motor que opera a um certo regime de trabalho. Normalmente o motor já vem incluído no sistema oferecido pelo fabricante. Há casos em que o fabricante aconselha um determinado modelo de gasogênio para ser aplicado em motores com um limite de potência. Isto é devido à capacidade geradora de gás do gasogênio que deve ser compatível com a potência do motor utilizado.

Existem, no mercado, gasogênios para motores de 4, 6 e até 8 cilindros de ciclo otto, como também para os motores diesel (MWM, Perkins, Mercedes).

Para adaptar um sistema gasogênico a um motor a gasolina já existente, as modificações são mínimas. O ponto de ignição deve ser mais adiantado, devido à queima mais lenta do gás e a taxa de compressão aumentada com o rebaixamento do cabeçote, pois a mistura gás-ar responde bem a taxa entre 10:1 e 12:1 ou mais. O uso de velas mais quentes com eletrodos finos com abertura de 0,3 a 0,4 mm é aconselhável, como também bobinas de alta tensão. Deve-se esperar uma perda de até 50% na potência. Nos motores a álcool a taxa de compressão é mais apropriada.

Nos motores diesel é necessário apenas uma regulagem na bomba injetora e a adaptação de um carburador de gás na admissão com comando conjugado de abertura de borboletas com a bomba injetora, proporcionando, com isso, decréscimos de até 90% no consumo do óleo diesel, com um decréscimo de pelo menos 10% do trabalho executado.

Num sistema gasogênio temos que levar em consideração custos de manutenção que, no caso do material filtrante, podem tornar-se bem elevados. Os dados referentes a custos operacionais devem ser obtidos de alguém que já possui um equipamento em funcionamento. É importante o tipo de assistência prestada pela firma, como também, a garantia de vida útil do material empregado na construção do gasogênio.

Vamos lembrar que o uso do gasogênio pode sair mais barato que eletricidade ou derivados de petróleo, mas temos que nos preocupar com a fonte geradora do nosso gás. Usar madeira ou carvão? Plantar florestas ou não? Elasticidade do preço do carvão? Estas perguntas têm que ser bem pesquisadas e por isso projetadas para garantir o êxito da aplicação do gasogênio.

O BOM COMBUSTÍVEL

Ao escolher e preparar o combustível a ser usado no gasogênio temos que nos preocupar com os seguintes itens:

- . Umidade
- . Tamanho
- . Qualidade
- . Pureza

a) *Umidade*

Madeira a 0% de umidade tem o seu máximo potencial energético. Com níveis de 20 a 30% a maioria dos gasogênios de madeira são severamente prejudicados na formação do gás.

No caso do carvão, temos que nos preocupar com umidade maior que 7%. Um teste simples é quebrar o carvão na mão e esfregar entre os dedos. O carvão bem seco não fica no dedo, mas com umidade fica aderido e bem preto. O carvão em época de alta umidade no ar (chuvas) é prejudicado, pois é altamente higroscópico (absorve água) e tem que ser bem guardado em área coberta.

O excesso de umidade no carvão (mais de 7%) dentro da caldeira, apaga o fogo na zona de oxidação reduzindo, pois, o gás formado. Esta umidade levada pelo gás condensa ao longo do percurso até ao carburador sendo necessário, portanto, uma completa secagem do sistema.

b) *Tamanho*

A granulometria é importante, tanto na madeira, como no carvão. Em gasogênios a madeira, normalmente, são sugerido-

dos toletes de 8 cm de diâmetro por 8 cm de comprimento e até 10 cm de diâmetro por 15 cm de comprimento. No caso do carvão, varia com o tipo de gasogênio, espaçamento da grelha e onde esta se localiza. Se a grelha for lateral, carvão de 2 cm de tamanho não é problema, pois não vai cair pela grelha. Quanto menor o tamanho, mais superfície é exposta, e, conseqüentemente, mais gás formado. Na maioria dos casos o carvão desejado é do tamanho de 4 a 5 cm de diâmetro.

c) *Qualidade*

Quanto à qualidade, temos fatores tais como, densidade, no caso da madeira, e, no caso do carvão, o teor de carbono e, conseqüentemente, de CO. De modo geral, madeira da região dos cerrados produz um carvão de 30% em CO. O método e temperatura de carbonização pelos quais o carvão é produzido influem muito na qualidade do mesmo, pois a qualidade do carvão para as siderúrgicas é diferente da exigida para churrasco, como para aplicação em gasogênios.

d) *Pureza*

Refere-se à ausência de tiços, (madeira parcialmente carbonizada), torrões de terra, fuligem (pó fino) e outros.

CONSTRUÇÃO E MONTAGEM

Alguns Critérios

A escolha de um gasogênio é em função do motor para o qual irá fornecer o gás combustível, ou seja o gaseificador é dimensionado para um tipo e regime de funcionamento específicos de um motor.

a) *Gerador*

Normalmente a capacidade geradora de um gasogênio é dada em Kcal/h ou em m³/h.

A necessidade de um motor, em volume de gás, depende da sua capacidade e da sua velocidade.

A seguinte fórmula é empregada neste cálculo:

$$Y(\text{m}^3/\text{h}) = \frac{\text{RPM} \times 60 \text{ min} \times V(\ell) \times 0,75 \times 0,4}{2 \times 1000}$$

onde:

Y = volume de gás, m³/h

RPM = rotações por minuto do motor

V = volume total dos cilindros em litros (cilindrada)

0,75 = enchimento volumétrico de um motor

0,4 = parte de gás carburante

OBS.: 1 kg carvão vegetal - 4 Nm³ gás de 1200 Kcal/kg
1,4 kg madeira c/ 0% H₂O - 2,3 Nm³ gás

Ex.: Motor V8 318 (5,2 litros) a 2000 RPM

$$Y = \frac{2000 \times 60 \times 5,2 \times 0,75 \times 0,4}{2 \times 1000} = 93,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

temos: $\frac{93,6}{4}$ - 23,4 kg/h de carvão vegetal consumido

$\frac{93,6}{2,3}$ - 40,7 kg/h de madeira consumida com 0% H₂O

Logo, para um motor V8 de 5,2 litros de cilindrada operar por 4 horas temos que ter uma capacidade de 93,6 kg de carvão vegetal.

O volume do gasogênio para conter Q kg de carvão funcionando por t horas é calculado pela seguinte fórmula:

$$V_g = \frac{Qt + 0,25Qt}{d}$$

onde:

- V_g = volume do gasogênio (m³)
- Q = quantidade de material consumido pelo motor (kg/h)
- t = tempo de trabalho sem recarga (h)
- 0,25 = parte do total necessário a lastro para proteger as paredes do gasogênio na zona de oxidação
- d = densidade do material (kg/m³)

Seguindo nosso exemplo anterior, teríamos para o carvão vegetal e a madeira, respectivamente, os seguintes volumes (V_c = volume do silo do gasogênio a partir do carvão, V_m = volume do silo do gasogênio a partir da madeira):

$$V_c = \frac{23,4 \times 4 + 23,4}{230} = 0,508 \text{ m}^3$$

$$V_c = 508 \text{ litros}$$

$$V_m = \frac{40,7 \times 4 + 40,7}{230} = 0,884 \text{ m}^3$$

$$V_m = 884 \text{ litros (madeira com 0% de umidade)}$$

b) *Trocador*

Ou radiador; deve reduzir a temperatura a um máximo de 60°C e provocar uma perda de pressão de no máximo 30 mm de coluna de água.

c) *Ciclones*

Devem ser observadas as velocidades atingidas pelas partículas na sua separação e a distância por elas percorrida.

d) *Tubulação*

Na tubulação, devem ser usados tubos de 3" (76mm) de saída até o trocador e de 2 1/2" (63mm) após o trocador até o carburador.

e) *Filtros*

Os filtros são projetados para reterem partículas de até 2 microns de diâmetro.

f) *Material*

O material de construção pode ser o aço 1010/1020, para os vasos e tubulações; para as grelhas e as cetilhas (parte de acendimento), o aço inox 304 ou 310, podendo as grelhas ser substituídas por ferro fundido. Também se usa material refratário no gerador de gases.

g) *Montagem*

A montagem para motores estacionários deve ser feita sobre a mesma plataforma em que está o motor, para aproveitar a vantagem da vibração que acomoda o combustível no gasômetro, o pó no ciclone e no filtro.

MANUTENÇÃO E PROBLEMAS COM O GASÔMETRO

Manutenção

Usar carvão de boa qualidade, seco, peneirado (sem pó) e quebrado em tamanho apropriado.

- . Limpar os filtros nos intervalos recomendados.
- . Observar a limpeza da caldeira.

Cuidados

- . Lembrar que o gás com o qual está lidando é altamente tóxico.
- . Nunca deixar a caldeira destampada, pois entrando excesso de ar irá incandescer todo o carvão ou acender a madeira e, com isto, elevar a temperatura a limites para os quais o metal não foi dimensionado, causando assim, estragos irreparáveis na caldeira.
- . Sempre extinguir o gás antes de qualquer verificação na caldeira.

Problemas

Obs.: Antes de qualquer coisa, o motor ao qual o gasogênio está acoplado deve estar em boas condições (mecânicas - boa compressão; elétricas - bateria, bobina, distribuidor, cabos, velas, etc).

1. Não pega:

- . Succionador (exaustor) não funciona.
- . Na geração inicial, o gás, na altura do carburador, não tem por onde sair (borboleta fechada ou em posição de funcionamento).
- . Borboleta do gás (antes do carburador) fechada.
- . Umidade no carvão.
- . Insuficiência de gás gerado.
- . Motor fora do ponto.

Teste: Acenda um fósforo na saída do gás; deve produzir uma chama azul. Se faiscar é problema de umidade ou pouco gás. Cuidado ao apagar.

2. Falha:

- . Umidade no carvão
- . Umidade no sistema

- . "Engaiolamento" - formação de espaços entre os pedaços de carvão - comprime o carvão.

3. Falta "giro" ou potência:

- . Filtro sujo
- . Fora do ponto
- . Má qualidade de carvão

ECONOMIA - COMPARATIVA

Veicular

Apesar da queda de potência, a economia, em termos de custo por km rodado, é cada vez maior. Exemplo disto é o custo do combustível. Quando a gasolina custava em torno de Cr\$ 10,00/litro, o carvão custava Cr\$ 6,00/kg, hoje a gasolina custa Cr\$ 303,00/litro e o carvão Cr\$ 18,00/kg ou até menos se feito pelo próprio consumidor (10/06/83). Como o rendimento de ambos não mudou, a economia no uso do carvão é cada vez maior. Em termos de consumo, uma caminhonete tipo pick-up faz 5 km/litro (Cr\$ 60,60/km) com gasolina, e com o carvão, dependendo da qualidade, umidade e granulometria, faz de 2,5 a 5,5 km/kg (Cr\$ 3,60/km a Cr\$ 8,00/km). A maioria das unidades veiculares tem uma autonomia de 250-300 km com uma carga.

O custo instalado varia de Cr\$ 100.000,00 a Cr\$300.000,00.

Irrigação

Existem, no mercado, conjuntos de irrigação a gasogênio com os motores 6 cilindros 292 GM/álcool, 8 cilindros 302 Ford e 8 cilindros 318 Chrysler, como também existem com os motores OM355 Mercedes, MWM 4 cilindros e outros. Em todos os casos a economia é significativa.

Como exemplo, foi visitado uma área de 70 ha, plantada com feijão sendo irrigado por um sistema auto propelido u-

utilizando na bomba um gasogênio a madeira em conjunto com um motor diesel. Foi constatado uma redução no custo por hectare irrigado de Cr\$ 26.784,00 (100% óleo diesel) para Cr\$ 5.136,00 (10% óleo diesel + 90% gás do gasogênio) (3/82).

Na maioria dos casos são firmas especializadas em irrigação que se associam a fabricantes de gasogênio. Neste caso verifica-se a mesma tendência de a economia ser cada vez maior, pois os combustíveis são de produção própria onde o custo é controlado. E é sempre uma grande segurança para o produtor ser mais autosuficiente.

O tipo de gasogênio, no caso de uso em unidade de irrigação, é função da área a ser irrigada, vazão de água, potência necessária do motor e, conseqüentemente, ao dimensionamento do gasogênio; portanto é aconselhável a participação de firmas especializadas na sua escolha.

Tratores

Sendo todos de motores diesel, os conjuntos gasogênicos acoplados reduzem significativamente (80 a 90%) o consumo de óleo diesel, pois funcionam em sistema dual. Apresentam, como no caso de motores de ciclo otto, uma queda em potência, sendo neste caso bem menor.

Até o momento, os maiores problemas quando aplicados a um trator são:

- . sincronismo do gás ao regime variado da carga do trator;
- . montagem no trator ("Packaging");
- . segurança ao operador.

Os sistemas existentes ou em testes têm autonomia na ordem de 2 a 4 horas e são adaptáveis à maioria das marcas existentes.

O seu custo instalado está na ordem de 10% do preço do trator.

ANEXO A

Dados Gerais - Região do Cerrado

MADEIRA

1,6 - 2,0 estere mad. eucalipto/1m³ carvão
2,0 - 3,0 estere mad. cerrado/1m³ carvão

FATORES CONVERSÃO

1,2 kg carvão = 1 litro gasolina
1,6 kg carvão = 1 litro diesel

FORNO

- . Forno convencional tipo Rabo-Quente (3,5 m de base) - capacidade 9m lenha: 4,5 m³ carvão com custo de Cr\$50.000,00 com 6 dias para produção.
- . Forno Metálico - produção de carvão em 24h - melhor qualidade, unidade é móvel maior capacidade: 12m lenha: 6m³ carvão. Custo elevado.

CARVÃO

10 sacos/m³ = 200 - 250 kg
Veículo - 4,5 km/kg - Carvão de 250 kg/m³
Custo - 1 m³ carvão Cr\$ 3.000,00 - 7.000,00 (Nov/82 - Jun/83*)

(*) Esta variação se deve à grande elasticidade do preço do carvão que varia com os preços e volume de minério de ferro produzido e exportado pelas siderúrgicas, pois estas são os principais consumidores de carvão vegetal.

Caminhão

- . "Toco" (carroceria 2,40 x 6,0m) = 30 - 40m³ carvão
- . "Trucado" (carroceria 2,40x7,5m, 2 eixos)=50-60m³ carvão
- . Carreta = 80 - 90 m³ carvão.

Sacos

- . Plástico - melhor, não deteriora
- . Juta - deteriora.

Cerrado

Capacidade no desmatamento: 7 - 15 estere/dia/homem
Cerrado/ha madeira aprov. p/carvão:

- . leve - 18 m³
- . médio - 30 m³
- . cerrado - 70 m³

Madeira de Cerrado para Carvoejamento - produz 28 a 33% de Monóxido de Carbono (CO) no processo de gaseificação.

DADOS DE CARVOEJAMENTO E SUA DURAÇÃO

Corte da lenha: 5m/homem/dia

Secagem: 49 dias

Transporte para a carvoaria:

- . Animais - 200 m³/mês
- . Carro-de-boi - 300 m³/mês
- . Trator ou caminhão - 90 m³/dia (quantidade variável, dependendo do tamanho e da distância)

Construção de um forno: 1 dia

Custo de forno Rabo-Quente de 3,5 m de Diâmetro: Cr\$50.000,00

Carga e descarga do forno: 1 dia

Carbonização da lenha: 3 dias

Resfriamento: 3 dias

Total aproximado do ciclo completo: 7 dias

Carvoeiro

- . Um bom carvoeiro toma conta de 10 fornos tipo Rabo-Quente
- . Produz até 16m³ carvão/forno/mês.

ANEXO B

GLOSSÁRIO

- . Gaseificar = Processo de conversão da madeira em gás onde são empregadas quantidades controladas de ar.
- . Pirólise = Processo de conversão da madeira onde ela é aquecida em ambiente fechado com exclusão de ar. O carvão e o alcatrão são os resíduos sólidos.
- . Cetilha = Parte que comunica com o interior da caldeira por onde é feito o acendimento.
- . Estere = Uma pilha de madeira de 1m x 1m x 1m.
- . Kcal/kg = Unidade de energia em forma de calor contido em uma certa massa.
- . Nm³ = Unidade utilizada por gases onde um volume de 1m³ está sujeito a pressões e temperaturas padrão chamadas de Normal (N).
- . PCI = Se o combustível está completamente seco, sem água, o poder calorífico denomina-se "superior". Quando se leva em conta que a água contida no combustível deve ser aquecida e evaporada por uma parte do calor fornecido pelo combustível, seu poder calorífico disponível fica reduzido, e seu valor denomina-se poder calorífico "inferior" (PCI), que é o mais utilizado.
- . Scrubber = Lavador de gases.

BIBLIOGRAFIA

- ASSUMPTÃO, R.M.V. Gaseificação de madeira e carvão vegetal princípios e aplicações. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, MG. Gaseificação de madeira e carvão vegetal. Belo Horizonte, MG, 1981. p.53-72. (Série de Publicações Técnicas, 4).
- CBT - Companhia Brasileira de Tratores. Projeto gasogênio. s.l., s.d. n.p. CBT.207S.G.
- CODETEC - Companhia de Desenvolvimento Tecnológico. Gaseificação de madeira - um processo para produção de gás combustível industrial. s.n.t. n.p.
- CONTEC - Tecnologia Energética Ltda. Combustível alternativo renovável. Jundiaí, SP, 1980. n.p.
- COTRAIT, F. Energias renováveis, valorização da biomassa pelas fileiras termoquímicas, combustão, carborização e gaseificação. França, CEEMAT - Centre D'études et D'experimentation du Machinisme Agricole Tropical, 1981. n. p.
- D'ÁVILA, S. Gaseificadores de madeira, aspectos técnicos e econômicos. CODETEC - Companhia de Desenvolvimento Tecnológico, 1981. n.p.
- DIAS, G.P. & MEWES, B.O. Gasogênio. Viçosa, UFV, 1981. 8p. (Informe Técnico, 12).
- GUIMARÃES, S.T. & JARDIM, L.B. Aspectos econômicos da produção de carvão vegetal. Transporte, manuseio, estocagem. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, MG. Produção e utilização de carvão vegetal. Belo Horizonte, 1982. p.125-40. (Série de Publicações Técnicas, 8).

- MOLLE, J.F. Motores a gás pobre - perspectivas de utilização na tração rodoviário e agrícola. França, CEMAGREF, 1981. n.p.
- SIQUEIRA, A.B. Gasogênio 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. (Série de Publicações Técnicas, 4).
- TEIXEIRA, H.B. Manual do produtor independente de carvão vegetal. Belo Horizonte, MG. ABRACAVE-Associação Brasileira de Carvão Vegetal. s.d. n.p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para esta publicação. Agradecimento especial é dado ao Eng^o Agrônomo Evandro Chartuni Mantovani, e ao jornalista José Heitor Vasconcellos, que não mediram esforços em prestar suas colaborações.

Arte final: José Custódio A. França
Composição: Maria Elizabeth Horta Avelar
Fotolitos: Olímpio Pereira de Oliveira Filho
Impressão: Armando José Lopes