



IPEF: FILOSOFIA DE TRABALHO DE UMA ELITE DE EMPRESAS FLORESTAIS BRASILEIRAS

ISSN 0100-3453

CIRCULAR TÉCNICA Nº 57

AGOSTO/79

PBP/3.1.6.3

## **GASOGÊNIO NO TRANSPORTE FLORESTAL: ANÁLISE EXPLORATÓRIA**

Antonio José Migliorini\*  
José Otávio Brito\*\*  
Luiz E. G. Barrichelo\*\*

### 1. INTRODUÇÃO

A atividade florestal como grande parte das indústrias brasileiras tem sofrido considerável impacto com a crise de energia, principalmente no que diz respeito ao transporte básico. Atividades tais como implantação, manutenção, exploração da floresta e transporte da matéria-prima para as indústrias dependem amplamente de um perfeito sistema de transporte, que na atualidade consome grande quantidade de derivados de petróleo na forma de óleo diesel e gasolina. Como consequência, a indústria florestal também tem voltada suas atenções para a substituição desses combustíveis por outras fontes alternativas. Nas atuais circunstâncias, duas hipóteses tem sido bastante consideradas, quais sejam:

- a) Conversão de motores para a utilização de álcool carburante, e
- b) Utilização de gasogênios à base de madeira ou carvão vegetal.

Por princípio, a utilização do gasogênio seria uma das soluções mais viáveis para o transporte no setor florestal, face à facilidade e economicidade com que o combustível, madeira ou carvão, poderia ser obtido.

---

\* Eng<sup>o</sup> Florestal – Instituto de Pesquisas e Est. Florestais

\*\* Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP

O presente trabalho tem por objetivo fornecer subsídios sobre a utilização de gasogênios à base de carvão vegetal em veículos de transporte com uma análise comparativa de custos operacionais para diferentes combustíveis.

## 2. O GASOGÊNIO

O gasogênio é um equipamento destinado a transformar, por combustão parcial, combustíveis sólidos em gasosos, apropriados ao uso como carburantes. Pode ser projetado para operar com combustíveis variados, como lenha, carvão vegetal ou resíduos das safras ou de processos de industrialização.

Devido a simplicidade, alta eficiência e economia na operação o gasogênio se apresenta como equipamento promissor no aproveitamento de material vegetal como fonte de energia, representando uma alternativa ao uso de combustíveis derivados do petróleo.

No gasogênio o gás combustível é gerado pela passagem de uma quantidade limitada de ar e vapor d'água através de uma camada de carvão incandescente. O gás produzido tem aproximadamente a seguinte composição: 30% de monóxido de carbono, 10% de hidrogênio, 50% de nitrogênio e pequenas quantidades de dióxido de carbono, metano e oxigênio, o poder calorífico do gás é relativamente baixo: de 1100 a 1400 kcal/m<sup>3</sup>. O gás quente que sai do gasogênio pode ser queimado diretamente, por exemplo, para secagem de produção de vapor, ou, quando destina-a motores a explosão, resfriado, filtrado e a seguir alimentado no motor.

Em motores diesel, o gás combustível pode substituir o óleo em até 90%, em motores à gasolina a substituição pode ser totalmente feita pelo gás.

O uso de veículos movidos a gasogênio não é desconhecido no Brasil, pois durante a II Guerra Mundial, o mesmo foi amplamente utilizado devido a proibição do uso da gasolina.

O gasogênio é de fácil fabricação e instalação em se tratando de automóveis. Para caminhões é necessário fazer uma redução em suas dimensões e peso, para uma perfeita adaptação ao veículo, de modo que quando exigido corresponda plenamente às exigências sem perda de potência.

Para ser adaptado em caminhões movidos a gasolina, o gasogênio deve satisfazer a algumas exigências econômicas, técnicas e práticas:

- a) preço razoável;
- b) facilidade de adaptação, sem alterar, mutilar ou perfurar os componentes do veículo;
- c) deve ser posto em funcionamento facilmente;
- d) deve permitir que o veículo funcione regularmente com gasolina ou álcool, para o caso de uma emergência;
- e) não deve prejudicar os componentes do motor e;
- f) não afetar a saúde do usuário.

O emprego do gasogênio em caminhões apresenta além do aspecto econômico quanto ao consumo (1 kg de carvão / 3 km e 0,3 kg de água/kg de carvão\*) a vantagem de ser facilmente construído por oficinas metalúrgicas.

---

\* Dados fornecidos por fabricantes de gasogênio.

Finalizando, convém ressaltar no entanto que a utilização de veículos movidos a gasogênio poderá vir a depender da aprovação de órgãos oficiais ligados ao setor de transporte rodoviários.

### 3. COMPARAÇÃO ENTRE CUSTOS OPERACIONAIS DE UM CAMINHÃO CHEVROLET C-60, USANDO DIFERENTES COMBUSTÍVEIS.

A título de exemplificação foram feitas comparações de custo fixo mensal, custo variável/km e custo total mensal, de um caminhão Chevrolet C-60 utilizando gasogênio à carvão vegetal, gasolina, álcool e óleo diesel.

A tabela 1 fornece os resultados dos custos encontrados para os 4 tipos de combustíveis analisados. A metodologia utilizada para a obtenção de tais resultados é detalhada no APÊNDICE.

Tabela 1. Custo fixo mensal, custo variável/km e custo total mensal para um Caminhão Chevrolet C-60 utilizando gasogênio à carvão vegetal, gasolina, álcool e óleo diesel.

Combustível	Valor veículo novo (Cr\$)	Total de veículo adaptado (Cr\$)	Custo fixo mensal (Cr\$)	Custo variável por km (Cr\$)	Custo total mensal (Cr\$)	Valor relativo gasolina = 100
Gasolina	242.693,00	242.693,00	15.691,38	7,43	30.551,38	100
Gasogênio	242.693,00	272.693,00	16.529,50	2,66	21.849,50	72
Álcool (etanol)	242.693,00	272.693,00	16.529,50	5,07	26.669,50	87
Óleo diesel	377.833,00	377.833,00	19.492,33	5,24	29.972,33	98

(\*) Admitindo-se uma utilização média mensal de 2.000 km

### 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

De acordo com os resultados encontrados para o custo por km rodado, o gasogênio (Cr\$ 2,66/km) apresenta o menor valor sendo seguido pelo álcool (Cr\$ 5,07) e óleo diesel (Cr\$ 5,24).

Estes resultados mostram numa primeira aproximação que estudos e pesquisas mais profundos merecem ser executados visando a determinação da viabilidade técnica e operacional da utilização do gasogênio, em veículo de transporte no setor florestal.

### APÊNDICE

#### 5. ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS OPERACIONAIS DE UM CAMINHÃO CHEVROLET C-60 USANDO GASOGÊNIO A CARVÃO VEGETAL, GASOLINA, ÁLCOOL E ÓLEO DIESEL.

Para a presente análise foi utilizado o roteiro de cálculos publicado na Revista "Transporte Moderno" N° 184 – Maio, 1979 – pág. 36-45. Tal roteiro é reproduzido na íntegra como se segue:

O Roteiro dos cálculos

Os coeficientes e preços que aparecem em cada uma das tabelas foram obtidos a partir de cuidadosas pesquisas e demorados cálculos.

#### A. Depreciação

A taxa de depreciação aplica-se sobre o veículo completo – veículo mais carroçaria e mais adaptações necessárias (terceiro – eixo ou quinta-rodas) – descontado o preço do jogo de pneus e câmaras. No caso de cavalos-mecânicos, considera-se que cada unidade tratora trabalhe com duas carretas. O coeficiente mensal de depreciação foi calculado levando-se em conta a perda efetiva de valor comercial do veículo após cinco anos de uso. Chamando-se:

P = valor do veículo novo;

L = valor de revenda do veículo equivalente com cinco anos de idade;

$k = L/P$ ,

o = coeficiente de depreciação mensal será:

$d = (1 - k) / 60$

Para simplificar os cálculos, TM adotou um único coeficiente para cada marca de veículo. Ligeiras variações nos valores residuais serão parcialmente compensadas no custo da remuneração do capital – os dois custos variam em sentido contrário, pois maiores taxas de depreciação são contrabalançadas por desinvestimento mais rápido do capital.

#### B. Remuneração

As bases de cálculo do custo de oportunidade do capital são o preço do veículo ou composição; e um coeficiente de juros que leva em conta a vida útil, o valor residual e a taxa de remuneração esperada. Para calcular este coeficiente basta aplicar a fórmula:

$$r = \frac{2 + (n - 1)(k + 1)}{24n} j$$

Nas suas composições, TM adota os seguintes valores:

n = 5 anos

j = 18% ao ano

Logo,

$$r = \frac{3 + 6(k + 1)}{1000}$$

#### C. Salários do Motorista

Embora, na prática, o salário do motorista seja semivariável – algumas empresas pagam uma parte fixa e outra proporcional à produtividade, número de quilômetros rodados ou de viagens, para simplificar os cálculos, TM incluiu a despesa entre os custos fixos. Isto equivale a admitir um motorista para cada veículo e a limitar a validade das equações à

quilometragem que um motorista possa desenvolver durante sua jornada normal de trabalho. Acima dessa quilometragem limite, a empresa deverá incluir no cálculo o custo das horas extras ou salários de um segundo motorista.

As composições não incluem também o salário de ajudante para carga e descarga. O coeficiente 1,59 corresponde ao salário mensal mais 59% de obrigações sociais sobre a folha de pagamento. Quando calculado sobre as horas efetivamente trabalhadas, este índice pode superar 80%.

#### D. Licenciamento

As despesas de licenciamento foram calculadas a partir da tabela da Taxa Rodoviária única para 1979. Em todas as composições, considera-se a média dos custos de licenciamento para veículos zero-quilômetro até quatro anos de uso (1979 a 1975). O coeficiente 1/12 distribui a despesa por doze meses.

#### E. Seguros

Admite-se, além do seguro obrigatório, o total (contra colisão, incêndio e roubo) sem franquia. No primeiro caso, TM já leva em conta os aumentos e alterações recentes. Já no segundo, TM admite que a importância segurada seja igual ao valor ideal (preço do veículo novo). Sobre esse valor aplica-se o coeficiente estabelecido pelas seguradoras geralmente, de 6,7% ao ano (ou 0,558% ao mês). A maioria das empresas não chega a realizar efetivamente o seguro total, por considerá-lo muito oneroso. De qualquer maneira, não se pode deixar de prevê-lo nos custos.

#### F. Peças

Os coeficientes calculados por TM, depois de pesquisar os custos de mais de cinqüenta empresas, refletem a relação entre as despesas com peças e material de oficina e o preço do veículo novo. Apesar de todo o trabalho de pesquisa, trata-se ainda de uma das parcelas mais imprecisas do cálculo.

#### G. Pessoal de Oficina

O coeficiente foi estabelecido a partir da relação média entre o número de veículos por funcionário da oficina, para cada categoria de caminhão e leva em conta os encargos sociais. O salário considerado (fonte: pesquisa salarial da Masapa – SP) procura refletir a média entre mecânicos, funileiros, ½ oficial, pintores, eletricitas e lavadores, em São Paulo.

#### H. Pneus

O preço inclui câmara e uma recapagem. Para caminhões e cavalos-mecânicos de estrada, a vida útil foi estimado em cerca de 55.000 km aqui, mais uma vez, as pesquisas indicam amplas variações.

#### I. Combustível

Os preços são os que vigoravam em São Paulo, em agosto. Os consumos adotados resultam de pesquisas junto aos frotistas.

#### J. Lubrificantes

Os consumos foram estabelecidos a partir dos manuais dos fabricantes. Levam-se em conta a capacidade de cada ponto, a quilometragem recomendada e consumo adicional de 20% para completar o nível.

#### L. Lavagem

Para simplificar os cálculos, TM adota os preços cobrados por terceiros para uma lavagem completa com motor, na cidade de São Paulo. Admite-se que a empresa lave o veículo a cada 3000 km.

#### M. Administração

Como se trata de um custo que admite amplas variações, TM não inclui a administração nos seus cálculos. Os custos finais são diretos e cabe a cada empresa acrescentar aos resultados as percentagens que julgar mais convenientes para cobrir administração, operação de terminais, coleta e entrega e outras despesas indiretas.

##### 5.1. Custo operacional de um caminhão com motor movido à gasolina

Valor do veículo novo: Cr\$ 242.693,00

Valor de revenda: Cr\$ 69.847,00 (após 5 anos)

0,01187	de depreciação a	242.693,00	2.880,77
0,01076	de remuneração do capital a	242.693,00	2.611,38
1,59	de salário de motorista e leis sociais a	5.332,00	8.477,88
1/12	de licenciamento a	3.550,00	295,83
1/12	de seguro obrigatório a	855,50	71,29
5,58/1000	de seguro do casco a	242.693,00	1.354,23
CUSTO FIXO MENSAL			15.691,38
2,2/10 <sup>6</sup>	de peças e material de oficina a	242.693,00	0,53392
0,89/10 <sup>4</sup>	de salários de pessoal de oficina e leis sociais a	5.334,00	0,47473
1/5500	de pneus, câmaras e recapagens a	34.540,00	0,62517
0,555	litros de combustível a	10,20	5,66100
5,6/6000	litros de óleo de cárter a	24,00	0,02240
10,8/25000	litros de óleo de câmbio e diferencial a	40,00	0,1728
1/3000	de lavagem e graxas a	300,00	0,10000
CUSTO VARIÁVEL /KM			7,43450

Custo mensal = 15.691,38 + 7,43450 . x

Custo/quilômetro = (15.691,38/x) + 7,43450

x = utilização média em quilômetros

## 5.2. Custo operacional de um caminhão com motor movido à gasogênio

Valor do veículo novo:	Cr\$ 242.693,00
Preço da adaptação do gasogênio no veículo:	<u>Cr\$ 30.000,00</u>
	Cr\$ 272.693,00

Valor de revenda do veículo adaptado (após 5 anos): Cr\$ 78.481,00

0,01187	de depreciação a	272.693,00	3.236,87
0,01073	de remuneração do capital a	272.693,00	2.926,00
1,59	de salário de motorista e leis sociais a	5.332,00	8.477,88
1/12	de licenciamento a	3.550,00	295,83
1/12	de seguro obrigatório a	855,50	71,29
5,58/1000	de seguro do casco a	272.693,00	1.521,63
	<b>CUSTO FIXO MENSAL</b>		<u>16.529,50</u>
2,2/10 <sup>6</sup>	de peças e material de oficina a	272.693,00	0,5992
0,89/10 <sup>4</sup>	de salários de pessoal de oficina e leis sociais a	5.334,00	0,47473
1/5500	de pneus, câmaras e recapagens a	34.540,00	0,62517
0,33	Kg de combustível (carvão) a	2,50	0,82500
5,6/6000	litros de óleo de cárter a	24,00	0,02240
10,8/25000	litros de óleo de câmbio e diferencial a	40,00	0,1728
1/3000	de lavagem e graxas a	300,00	0,10000
	<b>CUSTO VARIÁVEL /KM</b>		<u>2,66450</u>

$$\text{Custo mensal} = 16.529,50 + 2,66450 \cdot x$$

$$\text{Custo/quilômetro} = (16.529,50/x) + 2,66450$$

x = utilização média em quilômetros

## 5.3. Custo operacional de um caminhão com motor movido à álcool

Valor do veículo novo:	Cr\$ 242.693,00
Preço da adaptação do motor para funcionar com álcool:	<u>Cr\$ 30.000,00</u>
Total do veículo adaptado	Cr\$ 272.693,00

Valor da revenda do veículo (após 5 anos): Cr\$ 78.481,00

0,01187	de depreciação a	272.693,00	3.236,87
0,01073	de remuneração do capital a	272.693,00	2.926,00
1,59	de salário de motorista e leis sociais a	5.332,00	8.477,00
1/12	de licenciamento a	3.550,00	295,83
1/12	de seguro obrigatório a	855,50	71,29
5,58/1000	de seguro do casco a	272.693,00	1.521,63
<b>CUSTO FIXO MENSAL</b>			<b>16.529,50</b>
2,2/10 <sup>6</sup>	de peças e material de oficina a	272.693,00	0,5992
0,89/10 <sup>4</sup>	de salários de pessoal de oficina e leis sociais a	5.334,00	0,47473
1/5500	de pneus, câmaras e recapagens a	34.540,00	0,62517
0,42	Litros de combustível a	7,70	3,23400
5,6/6000	litros de óleo de cárter a	24,00	0,02240
10,8/25000	litros de óleo de câmbio e diferencial a	40,00	0,1728
1/3000	de lavagem e graxas a	300,00	0,10000
<b>CUSTO VARIÁVEL /KM</b>			<b>5,07350</b>

$$\text{Custo mensal} = 16.529,50 + 5,07350 \cdot x$$

$$\text{Custo/quilômetro} = (16.529,50/x) + 5,07350$$

x = utilização média em quilômetros

#### 5.4. Custo operacional de um caminhão com motor movido à óleo diesel

Valor do veículo novo: Cr\$ 377.833,00

Valor de revenda: Cr\$ 108.740,00

0,01187	de depreciação a	377.833,00	4.484,87
0,01073	de remuneração do capital a	377.833,00	4.054,15
1,59	de salário de motorista e leis sociais a	5.332,00	8.477,88
1/12	de licenciamento a	3.550,00	295,83
1/12	de seguro obrigatório a	855,50	71,29
5,58/1000	de seguro do casco a	377.833,00	2.108,31
<b>CUSTO FIXO MENSAL</b>			<b>19.492,33</b>
1,2/10 <sup>6</sup>	de peças e material de oficina a	377.833,00	0,45339
0,72/10 <sup>4</sup>	de salários de pessoal de oficina e leis sociais a	5.334,00	0,38405
1/5500	de pneus, câmaras e recapagens a	59.072,00	1,07404
0,350	litros de combustível a	8,70	3,04500
12,2/3000	litros de óleo de cárter a	24,00	0,09760
10,0/25000	litros de óleo de câmbio e diferencial a	40,00	0,01600
1/3000	de lavagem e graxas a	500,00	0,16667
<b>CUSTO VARIÁVEL /KM</b>			<b>5,23675</b>

$$\text{Custo mensal} = 19.492,33 + 5,23675 \cdot x$$

$$\text{Custo/quilômetro} = (19.492,33/x) + 5,23675$$

x = utilização média em quilômetros



Esta publicação é editada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

Periodicidade – irregular

Permuta com publicações florestais

Endereço

IPEF – Biblioteca  
ESALQ-USP  
Caixa Postal, 9  
Fone: 33-2080  
13.400 – Piracicaba – SP  
Brasil

Comissão Editorial da publicação do IPEF:

MARIALICE METZKER POGGIANI – Bibliotecária  
WALTER SALES JACOB  
COMISSÃO DE PESQUISA DO DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA –  
ESALQ-USP  
DR. HILTON THADEU ZARATE DO COUTO  
DR. JOÃO WALTER SIMÕES  
DR. MÁRIO FERREIRA

Diretoria do IPEF:

Diretor Científico – JOÃO WALTER SIMÕES  
Diretor Técnico – HELLÁDIO DO AMARAL MELLO  
Diretor Administrativo – NELSO BARBOZA LEITE

Responsável por Divulgação e Integração – IPEF

José Elidney Pinto Junior