

# TELEFÉRICO COMO MEIO DE TRANSPORTE NA INDÚSTRIA. CASO PARTICULAR DO TRANSPORTE DE CARVÃO DE MADEIRA PARA SIDERURGIA <sup>(1)</sup>

HUGO FREIRE <sup>(2)</sup>

## RESUMO

*Aproveitando a oportunidade da instalação, pela Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira, de um dos maiores teleféricos do mundo, substituindo parcialmente o tradicional transporte rodoviário do carvão vegetal necessário à sua Usina de Monlevade, o Autor fez um estudo econômico dos dois processos. A conclusão revela que, neste caso particular, há grande vantagem econômica em favor do teleférico. Há uma grande possibilidade de que esta supremacia se evidencie em outros ramos da indústria nacional, cujo desenvolvimento trepidante aumentará sem dúvida a chance de utilização de teleférico.*

## 1. INTRODUÇÃO

Os teleféricos estão em uso há quase um século, não constituindo nenhuma inovação ou novidade. Hoje em dia, com firmas especializadas e técnica evoluída, o teleférico tem prestado inestimáveis auxílios às indústrias, uma vez que, sendo extremamente moldável, adapta-se a quase todos os fins e utilidades.

O teleférico é usado como meio de transporte de materiais, sempre que ofereça vantagens técnicas e econômicas sobre os outros meios de transporte. Adapta-se sobre qualquer tipo de terreno e pode vencer inclinações de até 45°; na maioria dos casos pode-se economicamente unir as estações de carga e de descarga num mesmo plano vertical, isto é, em linha reta.

O pessoal a considerar em uma instalação dessas está diretamente ligado à sua automatização. Os modernos engenhos estão equipados com mecanismo de alto grau de automatização,

---

(1) Contribuição Técnica n.º 386. Apresentada ao XV Congresso Anual da Associação Brasileira de Metais; São Paulo, julho de 1960.

(2) Membro da ABM; Engenheiro Civil e Eletricista; Chefe do Departamento de Terras, Matas e Carvão da Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira; Monlevade, MG.

permitindo reduzir a tarefa do operário à de simples inspetor. Nos teleféricos onde não existe automatização, as tarefas computadas ao operário são de simples manejo, desmerecendo mão de obra qualificada.

O gasto de energia pode variar conforme as circunstâncias; tem porém pouca influência na determinação dos fatores econômicos dessa instalação.

Um exemplo de condições favoráveis é o dado pelo teleférico "ZAT", construído pela firma Heckel, em 1952/53, no Alto Atlas (África do Norte). Apesar de existir a possibilidade de estradas, o teleférico apresentou maiores vantagens econômicas. Tem 28,8 km de extensão através de região extremamente montanhosa, vencendo 1.300 m de diferença de nível. Como êle é inclinado no sentido da exportação, não necessita de energia motôra, funcionando por gravidade, sendo apenas freiado por ventiladores. Existe a possibilidade da freiagem ser feita eletricamente, o que passará a produzir energia em vez de a consumir.

O monocabo é o sistema no qual o cabo trator é também portador. Suas vantagens à indústria são limitadas, uma vez que sua produtividade é pequena. No sistema bicabo têm-se um cabo portador (onde as caçambas são suspensas) e um cabo trator, que é o responsável pelo movimento da translação das caçambas. A maior produtividade dêste tipo lhe confere maior aplicabilidade.

Os cabos portadores são sustentados por torres (de ferro, madeira ou concreto armado) e distam em média de 6 a 10 m do solo. A distância média entre as torres é, em terreno plano, de 100 a 150 m; em terreno montanhoso pode chegar à ordem de 1.600 m. Os cabos portadores são presos às torres por suportes oscilantes, que acompanham a curvatura do cabo quando está carregado, evitando desta forma flexões prejudiciais.

Normalmente se transporta material em uma mesma direção. O cabo portador do lado carregado tem diâmetro maior do que o do lado vazio. Os cabos utilizados são do tipo espiral, ou do tipo fechado, que têm uma capa de arame especial dando ao cabo uma superfície lisa e diminuindo o seu desgaste e corrosão.

Por razões de construção e de transporte, os cabos portadores são fabricados em comprimentos de 200 a 400 m; são unidos entre si por luvas. Nos teleféricos grandes, com grandes cargas, usa-se uma união especial, flexível, que dá maior vida ao cabo.

Os cabos portadores são sujeitos a variações de comprimento, devido às variações de temperatura e de carga; por esta razão, são ancorados numa estação e presos a contrapesos na outra

extremidade, a fim de mantê-los sob tensão constante. Quando o comprimento excede de certos limites, constroem-se tensores adicionais para a linha, nos quais os cabos portadores são interrompidos, sendo uma ponta ancorada à outra prêsas por contrapesos. As caçambas são passadas de um cabo ao outro por meio de trilhos de desvio, sem necessidade de desengatar ou parar.

O cabo trator (o que arrasta a linha de caçambas) é extremamente flexível, passa nas estações em redor de polias, sendo acionado de um lado e suspenso por contrapesos no outro. Esse trator, por razões de tensão, é limitado a 20 km de extensão; torna-se portanto necessária a introdução de estações intermediárias para percurso maiores.

Os teleféricos têm normalmente uma estação de carga e uma de descarga. Na estação de carga, as caçambas são soltas do cabo trator automaticamente e são levadas ao ponto de carga, manualmente ou por gravidade, usando um desnível no trilho. O ponto de carga é geralmente a boca de um silo carregado com o material a transportar. A abertura ou fechamento da boca do silo pode ser manual ou por meio de pistões a ar comprimido.

As caçambas carregadas são ligadas ao cabo trator, que as impulsiona até a estação de chegada, onde é feita a descarga. Estações de descarga automática são geralmente estações de retorno, de onde as caçambas ligadas ao cabo trator voltam à estação de carga após a descarga.

Quando se trata de caçambas que são descarregadas nas linhas, se empregam dispositivos móveis sobre o cabo portador, os quais automaticamente provocam a descarga da caçamba. São usados geralmente para amontoar refugos.

Se, por alguma razão, não se pode unir as estações de carga na mesma linha reta, instalam-se estações de ângulo. Nelas o cabo trator é desviado por meio de polias horizontais até a outra direção, e os portadores podem ser interrompidos.

As caçambas incluem suporte, dispositivo de engate e carro de translação. A caçamba tem sua construção de acordo com o material a transportar. Transportam-se vagonetas de mina, toras de madeira, tambores, cimento, sal, minério, etc. Conforme o peso de cada carga, usam-se 2 ou 4 rodas no carro de translação.

Para o serviço normal de um teleférico, certo número de serviços auxiliares são necessários, como sejam: dispositivos para engraxar os cabos, contadores de caçambas, indicadores de intervalos entre caçambas, instalações telefônicas, balanças regis-

tradoras, etc.. Os bicabos são construídos com capacidade variável de 10 t/h até 500 t/h.

Um caso interessante foi o estudado pela firma Heckel, na França. Tratava-se de transporte, numa distância de 2.160 m em região levemente montanhosa, de 500 t/h de minérios.

Apesar de existir estrada de rodagem, esta foi excluída em virtude de grande densidade de transporte exigida. O problema ficou restrito entre o teleférico e a correia transportadora. Um estudo da questão revelou que em correia transportadora custava DM 0,129/tkm, e em teleférico, DM 0,125/tkm. A diferença é pequena, mas seria ainda acrescida dos terrenos necessários, em maior área para a correia transportadora. Por êstes motivos construiu-se o teleférico.

## 2. DESCRIÇÃO DO TELEFÉRICO I DA C. S. B. M.

No momento encontra-se a Companhia em plena campanha de expansão, para atingir a produção de 500.000 t/ano de aço. Deu a empresa importância capital ao problema do transporte de carvão vegetal, que atingirá 1.650.000 m<sup>3</sup> anuais. Assim, os meios que visam racionalizar êste transporte foram objeto de prolongados estudos. Como resultado, está em construção um conjunto de magníficas proporções, que solucionará o problema do transporte, estocagem, umidade e fabricação do carvão vegetal.

Na lagôa do Água-Pé, ponto central de uma extensa gleba de terras desta Companhia, serão instalados 4 fornos contínuos de destilação de lenha, com aproveitamento dos sub-produtos imediatos. Êstes fornos de carbonização são os maiores e os mais modernos que existem, resolvendo o problema da produção e qualidade do carvão vegetal de uso siderúrgico.

A região do Água-Pé fornecerá lenha aos fornos contínuos de uma forma perene, em futuro próximo, utilizando lenha de eucaliptos. Na atualidade o carvão provém de fornos de tijolos, intermitentes, tipo meda, espalhados pela região, feitos de lenha nativa, enquanto os 7.350.000 pés de eucaliptos já plantados nesta região, esperam a idade de corte. O programa da região prevê um plantio anual da ordem de 5.000.000 de árvores a partir de 1961, sendo que, em sete anos, existirão somente eucaliptos nesta gleba. Para o programa final, contando com outras glebas de terra, a Companhia prevê um plantio de 300.000.000 de árvores que darão para sua subsistência perene.

Tôda a produção desta região será levada a um depósito para 30.000 m<sup>3</sup> de carvão em Água-Pé, automático, que alimentará o teleférico I, que o transportará através dos 49 km que o

CIA. SIDERÚRGICA BELGO MINEIRA

TELEFERICOS PARA O TRANSPORTE DE CARVÃO VEGETAL

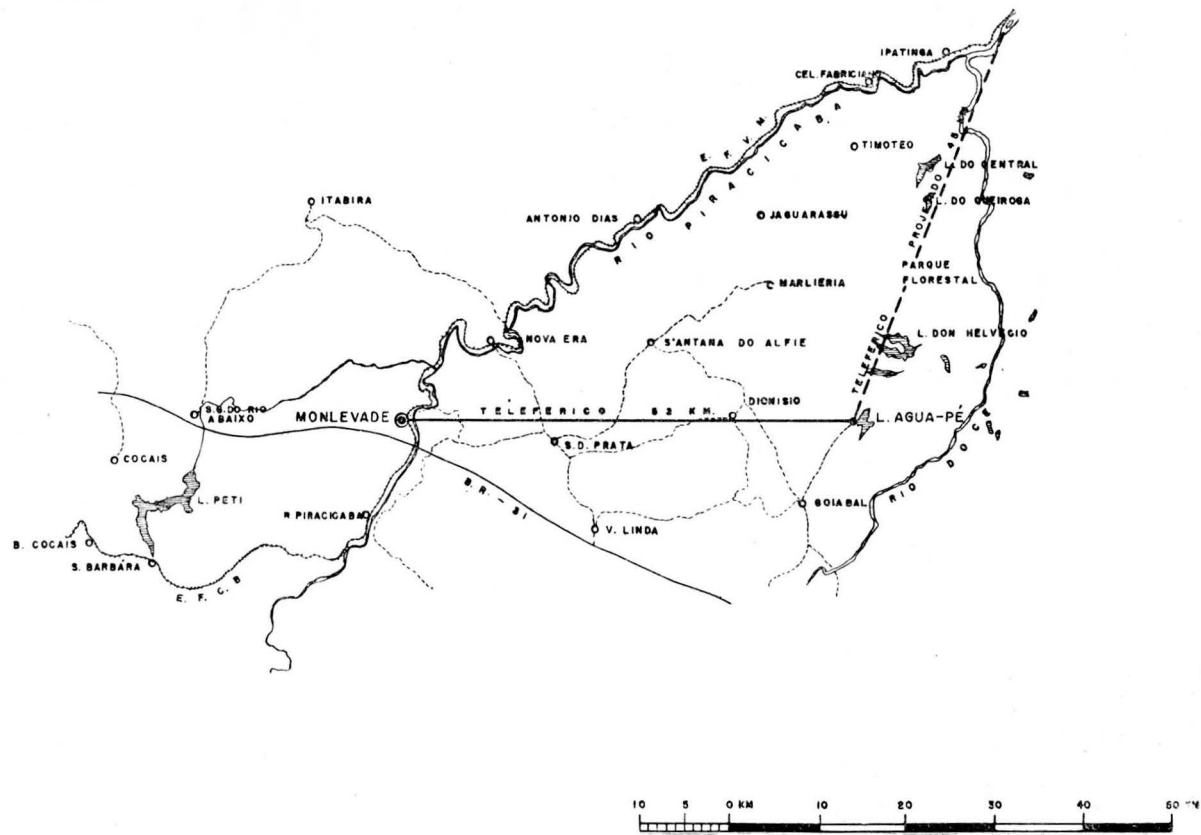


Fig. 1 — Teleféricos para o transporte de carvão vegetal para a Usina de Monlevade da CSBM.  
Planta geral da região servida.

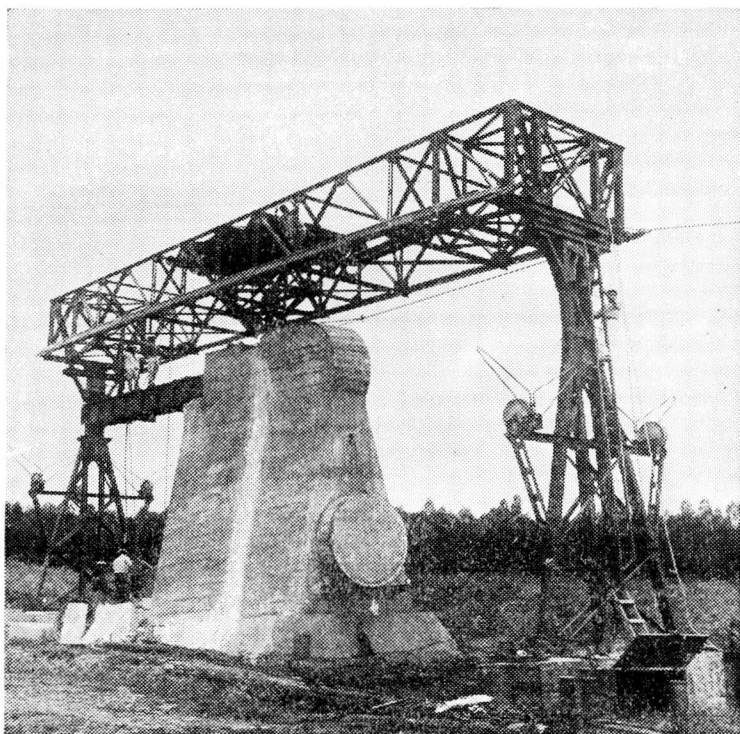


Fig. 2 — *Teleférico I* — Um dos esticadores dos cabos em fase de montagem.

separam do grande depósito regulador, nas proximidades da Usina de Monlevade. Êste depósito, totalmente coberto, tem capacidade de 225.000 m<sup>3</sup> de carvão, com carga e descarga automática; é provido de equipamento contra incêndio. Tem por finalidade, além de estoque na proximidade da Usina, homogeneizar a umidade do carvão, já bem baixa em virtude do mínimo contacto com chuvas. Daí o carvão segue até à Usina pelo teleférico II, com 1,2 km de extensão e que alimentará a casa de peneiras, onde se controla a granulometria antes de vertê-lo nos altos fornos.

Dêste conjunto, é de interêsse imediato do autor o teleférico I, que permitirá, pelos dados fornecidos gentilmente pela Pohlig Heckel do Brasil e pela C. S. B. M., o estabelecimento do preço de custo do transporte por teleférico e a comparação com o transporte rodoviário, o qual está sendo preterido para dar lugar ao primeiro.

É dividido em três trechos, de mais ou menos 17 km cada um: trecho I, de Água-Pé à estação de Dionísio; trecho II, de Dionísio à estação de São Domingos do Prata e o trecho III daí ao depósito regulador, em Monlevade. Idealizando um sistema mais completo, está prevista, na estação de Água-Pé, a futura ligação com Ipatinga (45 km de extensão), outro importante centro produtor de carvão.

O teleférico I é um bicabo com 930 çaçambas na linha, com 1,5 m<sup>3</sup> de capacidade cada uma e tendo a produção de 50 t/h. Os cabos são sustentados por 220 torres de construção metálica, 12 armações de tópo e 22 estações tensoras adicionais (esticadores), das quais 7 servem ao mesmo tempo de armação de tópo.

O trabalho de fundação e montagem foi seriamente dificultado pela região montanhosa, sendo necessário construir 80 km de estradas de acesso às torres. Nas fundações escavou-se

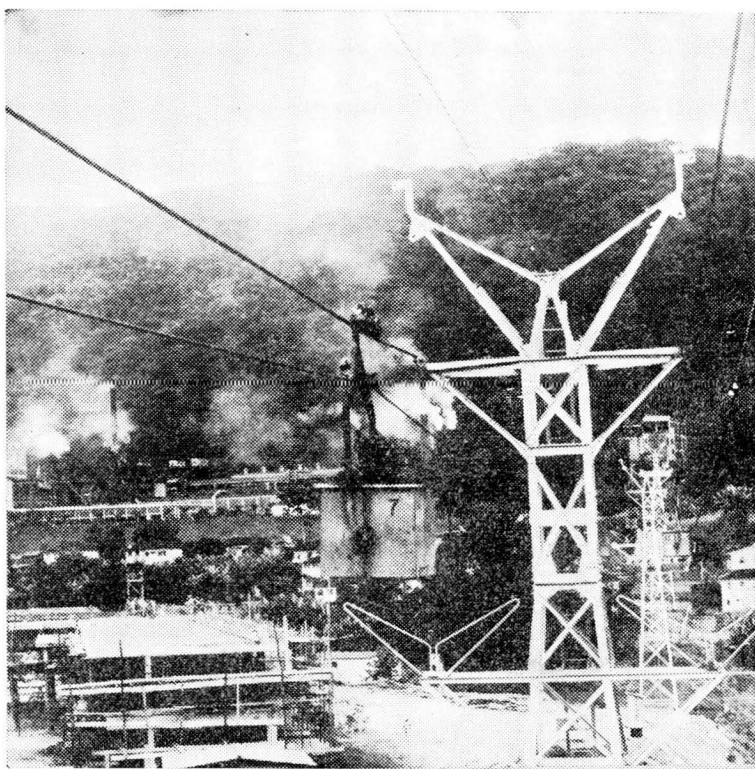


Fig. 3 — *Teleférico II* — Liga o depósito de carvão ao peneiramento junto aos altos-fornos, que são visto à esquerda, ao fundo.



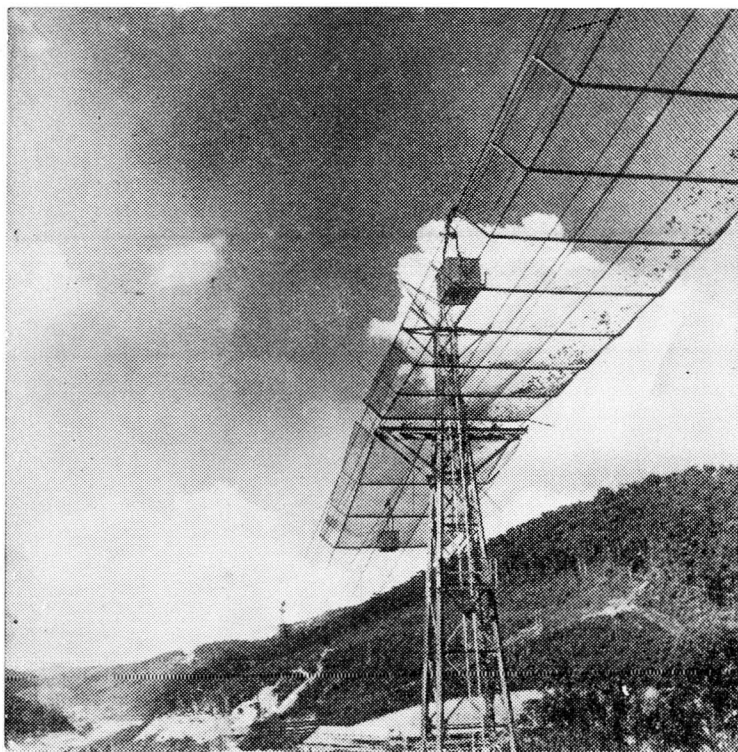


Fig. 4 — *Teleférico II* — Tela de proteção sôbre uma estrada de rodagem.

aproximadamente 20.000 m<sup>3</sup> de materiais diversos e gastou-se 13.500 m<sup>3</sup> de concreto.

O teleférico vence, no sentido da exportação, uma diferença de nível de 315 m. Com a velocidade de 3,15 m/seg., são 107 çambas por hora, o que dá uma distância de 106 m entre elas.

Foram utilizados cabos portadores do tipo fechado, de 34 mm de diâmetro para a linha de carga e de 28 mm para a linha vazia. A resistência à ruptura é de 140 kg/mm<sup>2</sup>. O cabo de tração é circular e tem o diâmetro de 24 mm com uma resistência à ruptura de 160 kg/mm<sup>2</sup>. É construído no sistema "Seal" que, devido a sua grande flexibilidade, tem dado ótimos resultados neste serviço. Êstes 2 cabos, devido a sua fabricação especial, foram importados, mas já há notícias de sua fabricação no Brasil.



A caçamba metálica têm carrinhos de rolamentos de esferas, com 4 rodas de aço forjado. Por meio de dispositivo patenteado, as caçambas na estação de descarga são basculadas em movimento, sem desprender do cabo trator, voltando automaticamente à posição inicial. Nas estações existem 15 caçambas de reserva, que podem ser acrescentadas ou retiradas da linha por desvios. Uma caçamba especial é prevista com caixa de feramentas, para inspeção dos cabos e torres.

O silo da estação de carga de Água-Pé, construído em concreto armado, é equipado com 4 bocas acionadas a ar comprimido. Possui também uma balança automática, com dispositivo para datar, numerar, somar e imprimir, de modo a permitir o constante controle das cargas individuais, como também da quantidade total transportada. As estações de carga e descarga são em concreto armado, sendo as intermediárias em estrutura metálica com paredes abertas.

O cabo de tração é esticado em cada extremidade dos 3 trechos parciais, evitando desta forma o aparecimento de condições de tensões incontroláveis e a entrada de cabos frouxos na estação. Cada trecho é comandado das suas duas extremidades, existindo portanto 6 comandos, os quais são equipados na medida do possível com elementos idênticos, facilitando as peças de reserva.

O peso total metálico somou aproximadamente 3.000 t, dos quais apenas 20% importados, representando 14% do investimento total da obra. Este índice, já bem significativo, será sensivelmente diminuído no correr dos anos com o aparelhamento das indústrias fornecedoras. Esta instalação gastará, entre pessoal de operação e manutenção, 20 homens por turno, espalhados nos três trechos.

### 3. DETERMINAÇÃO DO PREÇO DO TRANSPORTE POR TELEFÉRICO

*Investimentos e amortização anual* — Pelos custos reais computados nas folhas de pagamento, a instalação completa do teleférico I custou Cr\$ 383 milhões. Adotou-se o tempo de amortização de 30 anos, com exceção dos cabos sujeitos a desgaste, em que foram adotados números de acordo com a garantia do fabricante, isto é, 10 anos para os cabos portadores e 5 anos para os tratores. Adotando-se a taxa de 8% de juros anuais e anuidade constante, ter-se-ia que amortizar anualmente a cifra de Cr\$ 39 milhões.

*Produção do teleférico* — De acôrdo com a garantia do fabricante, é a seguinte a produção do teleférico:

Horas de trabalho/dia .....	16 h
Dias de trabalho/ano .....	300 dias
Número de caçambas/hora (cap. 1,5 m <sup>3</sup> ) .....	107
Valume transportado/hora .....	160 m <sup>3</sup>
Volume transportado/ano .....	770.000 m <sup>3</sup>
Pêso transportado (carvão sêco, 250 kg/m <sup>3</sup> ) ....	192.500 t
Pêso transportado/ano (carvão úmido, 320 kg/m <sup>3</sup> )	246.400 t
Pêso transportado/ano (carvão médio, 285 kg/m <sup>3</sup> )	220.000 t

*Mão de obra na operação do teleférico* (Cr\$/ano):

a) 1 encarregado × Cr\$ 20.000,00/mês × 2 turnos	480.000
b) 20 operários × 2 turnos × Cr\$ 35,00/hora ...	4.032.000
c) Leis sociais (51%) .....	2.056.320
<b>Total</b> .....	<b>6.568.320</b>

*Energia elétrica:*

260 kWh × 16 h × 300 d × 1,03 × 1,05 Cr\$/ano	1.349.712
---	-----------

*Custo do transporte por teleférico* — Leva-se em conta que são 220.000 t/ano a transportar e que uma tonelada de carvão, com umidade média, corresponde a 3,487 m<sup>3</sup>

Itens	Cr\$/t	Cr\$/tkm	Cr\$/m <sup>3</sup> km	%
1) Amortização e juros ..	178,415	3,641	1,044	80,96
2) Mão de obra .....	29,856	0,609	0,175	13,55
3) Energia elétrica .....	6,135	0,125	0,036	2,78
4) Manutenção (20% de 2)	5,971	0,122	0,035	2,71
<b>Total</b> .....	<b>220,377</b>	<b>4,497</b>	<b>1,290</b>	<b>100,00</b>

#### 4. TRANSPORTE POR CAMINHÃO

A estrada de Água-Pé a Monlevade tem 78 km de comprimento, dos quais apenas 32 km possuem boas características técnicas. Os outros 46 km são um trecho pesado que atravessa o divisor de águas dos rios Piracicaba e Doce: saindo de Monlevade, a 550 m de altitude, atinge aproximadamente 1.000 m na serra e desce em Água-Pé a aproximadamente 300 m.

O volume de transporte de caminhão por esta estrada deve ser o mesmo previsto para o teleférico, a fim de que se tenha uma base de comparação. Para isto, ter-se-ia que fazer uma variante (já estudada) com 46 km, que atravessaria o divisor de águas com rampa máxima de 6%, e melhorar o trecho restante de 32 km, a fim de que, com uma conserva eficiente, pudesse o transporte ser feito durante o ano todo, com 50% de decréscimo no período chuvoso, o que é normal.

Por razões técnicas e econômicas, a C. S. B. M. prefere o transporte em semi-trailler de 60 m<sup>3</sup> de capacidade, tracionado por caminhão diesel. Sua experiência neste setor faz com que se adote o mesmo para o presente cálculo.

A adoção do fator 0,8 (eficiência) torna-se necessária em virtude do carvão úmido, que dará um peso excessivo, sendo preciso diminuir a carga nos semi-traillers. Este fenômeno é normal quando o carvão não é coberto.

Com capacidade de 60 m<sup>3</sup> de carvão por viagem, trabalhando 7 meses de 25 dias e 5 meses de 12 dias, dando 2 viagens por dia com fator de eficiência 0,8, ter-se-ia por ano e por caminhão, cerca de 22.560 m<sup>3</sup> de carvão transportado, que representam 6.448 t. Para este transporte seriam necessárias, com 10% de reserva, cerca de 38 unidades. Para a carga nos semi-traillers seriam adotados silos.

A distância efetiva de transporte considerar-se-á de 80 km (dando-se 2 km eventuais de manobras), sendo que a unidade volta vazia, como sempre acontece no caso do transporte unidirecional, o que encarecerá o custo do transporte da t.km a praticamente o dobro. A tonelagem quilométrica transportada por ano seria:

$$80 \times 220.000 = 17.600.00 \text{ t.km.}$$

A) *Investimento, juros e amortização:*

	Investi- mento Cr\$ milhão	Tempo de amorti- ano	Fator	Anuidade Cr\$ milhão
38 caminhões diesel de 10 t ...	68,400	5	0,25047	17,132
38 semi-traillers de 60 m <sup>3</sup> .....	31,540	5	0,25047	7,899
Construção de 46 km de estrada	230,000	30	0,08883	20,430
Reparação nos 32 km de estrada	16,000	30	0,08883	1,421
Conserva de estrada:				
1 motoniveladora .....	7,000	5	2,25047	1,753
2 caminhões basculantes ....	3,320	5	2,25047	0,831
Silos para carga dos caminhões	20,000	30	0,08883	1,776
Total .....	376,260	—	—	51,245

A anuidade de amortização de Cr\$ 51,245 milhões referente a 17.600.000 t.km, representa 2.912 Cr\$/t.km.

B) *Custo da manutenção para um caminhão* — Um caminhão roda por ano  $160 \times 235 \times 2 = 75.200$  km. O seu consumo e custo de manutenção por quilômetro é, segundo adaptação e atualização da tabela organizada pelo Eng. Lauro de Barros Siciliano, cêrca de Cr\$ 30,282 por km rodado no transporte. Um caminhão de carvão com umidade média pesará:  $17,150 \times 0,8$  (eficiência) = 13,720 t por viagem:

$$30,282 \div 13,720 = 2,207 \text{ Cr\$/t.km.}$$

Fazendo o cálculo por caminhão, deixou-se de considerar as 4 unidades de reserva, que iriam contribuir para aumentar um pouco êste custo.

C) *Mão de obra na operação de 1 caminhão (Cr\$/ano):*

2 motoristas $\times 12.000 \times 12$ .....	288.000
51% leis sociais .....	146.880
Total .....	434.880

$$434.880 \times 6.448 \times 80 = 0,843 \text{ Cr\$/t.km.}$$

D) *Mão de obra na conserva (Cr\$/ano):*

1 motoniveladora × 12.000 × 12 .....	144.000
2 motoristas × 12.000 × 12 .....	288.000
5 operários Cr\$ 35/h × 240 × 12 .....	504.000
Leis sociais 51% .....	477.360
<b>Total .....</b>	<b>981.360</b>

$$981.360 \div 17.600.000 = 0,056 \text{ Cr\$/t.km.}$$

E) *Manutenção da conserva* — Adotando-se a tabela do D. N. E. R., têm-se 0,1982 Cr\$/t.km.

F) *Custo do transporte por caminhão:*

Itens	Cr\$/t.km	Cr\$/m <sup>3</sup> .km
Amortização e juros .....	2,912	0,835
Manutenção da frota .....	2,207	0,633
Mão de obra no transporte .....	0,843	0,242
Mão de obra na conserva .....	0,056	0,016
Manutenção da conserva .....	0,198	0,057
<b>Total .....</b>	<b>6,216</b>	<b>1,783</b>

O custo em Cr\$/t.km corresponde a :

Juros e amortizações .....	46,85%
Manutenção .....	38,69%
Mão de obra .....	14,46%

## 5. CONCLUSÕES

Para o transporte por caminhão foram considerados números limites, como o da carga média de 13,720 t/viagem, considerada elevada, tendo-se em conta a natureza da carga (pequena densidade) e a umidade. Desta forma tem-se, de maneira bem exata, a possibilidade econômica do caminhão.

Os quadros anteriores revelam em resumo que:

	Cr\$/t.km	Cr\$/m <sup>3</sup> .km
Custo do transporte por teleférico ..	4,497	1,290
Custo do transporte por caminhão ..	6,216	1,783
Diferença a favor do teleférico .....	1,719	0,493

A economia anual seria (Cr\$):

Caminhão:  $6,216 \times 220.000 \times 80 = 109.401.600$

Teleférico:  $4,497 \times 220.000 \times 49 = 48.477.660$

Economia ..... 60.923.940 Cr\$/ano.

Esta economia representa 155% sôbre a amortização anual do teleférico, o que permite dizer que êle poderá ser pago com a própria economia que realiza. Os investimentos podem ser considerados iguais para os dois tipos de transporte.

A mão de obra (representada por 42 homens no teleférico e por 84 homens para o caminhão), traz sem dúvida outra economia, uma vez que não foram computadas porcentagens relativas a férias, afastamentos e construção de casas de moradia. Com estas considerações, fica evidenciada a vantagem econômica que o teleférico I de Monlevade representa para a C. S. B. M.

As vantagens principais de ordem técnica do uso de teleférico podem ser caracterizadas pelos seguintes fatos:

- 1) O teleférico trabalha em linha reta, o que não é possível aos outros meios de transporte.
- 2) No Brasil, país novo e em desenvolvimento, onde a vastidão de território faz com que ferrovias e rodovias atendam a setores limitados, o teleférico poderá resolver, técnica e economicamente, o problema de transporte para muitas indústrias.
- 3) A sua utilização é favorecida pela grande produtividade e pelo transporte de porta a porta, feito de forma técnica, centralizada, sem congestionamento de tráfego e, acima de tudo, econômica.

#### BIBLIOGRAFIA

1. BARROS SICILIANO, Lauro — *Caminhão a diesel e caminhão a gasolina*. Presidente do Conselho Rodoviário do Estado de São Paulo. Belo Horizonte, 11-3-1959.
2. D. N. E. R. — *Tabela de manutenção e operação*.
3. O GLOBO — *Manual do Engenheiro*.

## DISCUSSÃO (1)

**J. Hein** (2) — Agradeço ao Eng. Hugo Freire a exposição do seu trabalho e declaro aberta a discussão.

**F. Fabriani** (3) — Eng. Hugo Freire, achei excelente o seu trabalho, e gostaria de fazer-lhe umas perguntas para melhor esclarecimento. O Sr. poderia, em ligeiras palavras, comparar o teleférico com o transporte em esteira?

**Hugo Freire** (4) — Houve um estudo dêsse na França, feito pela firma Heckel e que cito em meu trabalho. Tratava-se do transporte de minério numa distância de 2.160 m, em região ligeiramente montanhosa, com a capacidade de 500 t/h. Apesar de existir estrada de rodagem, o transporte por êste meio foi excluído em virtude da grande densidade de transporte que exigiria. O problema ficou restrito entre o teleférico e a correia transportadora. Um estudo econômico da questão revelou que por correia transportadora, custava DM 0,129/tkm, e por teleférico, DM 0,125/tkm. A diferença é pequena, mas seria ainda acrescida do preço dos terrenos necessários, cuja área seria maior no caso da correia transportadora. Por êstes motivos, construiu-se o teleférico.

**J. Hein** — Gostaria ainda de oferecer o seguinte esclarecimento: o transporte por correia transportadora começa a tornar-se econômico, comparativamente, para grandes volumes e tonelagens. O exemplo que o Eng. Hugo Freire citou refere-se a uma capacidade de transporte de 500 t/hora. Ora, no nosso caso, trata-se de transporte bem menor, da ordem de 50 t/h, que eventualmente poderia mais tarde atingir 100 t/hora. Assim, e principalmente em vista do terreno bem acidentado sôbre o qual teria que correr uma eventual correia transportadora, a comparação era absolutamente desfavorável a esta última. A pergunta foi muito procedente, porque a esteira é realmente um outro meio moderno e inteligente para o transporte de grandes volumes.

**F. Fabriani** — Agradeço ao Eng. Joseph Hein a explicação. Realmente, fica então mais ou menos explicado que a correia transportadora apresentaria vantagens para grandes volumes, da ordem de 500 t/h e o teleférico para menores volumes.

**H. Freire** — Principalmente no caso onde as distâncias são maiores; por exemplo, no caso dêsse teleférico da França, a distância de transporte era de apenas 2 km. Por rodovia a densidade do tráfego de caminhões teria que ser tremenda, quase que impraticável.

---

(1) Contribuição Técnica n.º 386. Discutida na Comissão «D» do XV Congresso Anual da ABM.

(2) Presidente da ABM e Presidente da Comissão «D»; Diretor Geral da CSBM; Belo Horizonte, MG.

(3) Membro da ABM; Professor Catedrático da Escola Nacional de Engenharia; Rio de Janeiro, GB.

(4) Membro da ABM; Engenheiro Chefe da Divisão de Terras e Carvão da CSBM; Monlevade, MG.



**Francisco Pinto de Souza** <sup>(5)</sup> — Há também um outro aspecto na comparação da correia com o cabo aéreo: o do ângulo máximo com a horizontal que nas correias não pode exceder a 18°. No caso presente, em face da topografia, tínhamos que vencer grandes diferenças de altitude, por vezes em curta distância.

**F. Fabriani** — Gostaria de fazer outra pergunta: No caso da subida da Serra do Mar, por exemplo, há uma pequena distância para um desnível considerável. Talvez que a correia transportadora, para subir a Serra, seria desaconselhável, por causa do ângulo limite de 18°; a extensão deveria ser um pouco maior que essa de 49 km. Talvez seja o dôbro para subir a Serra, digamos, de Angra dos Reis até Volta Redonda. Nesse caso, os Srs. achariam que haveria inconveniente no transporte de carvão, por exemplo, por teleférico, para subir a Serra?

**H. Freire** — Posso responder à sua pergunta dizendo que tôda instalação de teleférico deve ser precedida de um estudo econômico, ante as variáveis da situação da indústria, do material ou carga a transportar, da distância e, também, das facilidades locais, quer dizer, estradas ou acessos ferroviários. Uma resposta plausível sômente poderia resultar de um estudo no qual fossem levados em conta todos êsses fatores.

**F. P. de Souza** — De fato, chegou a ser ventilada entre nós a idéia de transporte por esteira, não sei bem para qual posição, mas vamos dizer de um ponto de Minas até Angra dos Reis. Êsse estudo citava a todo o momento, um outro que teria sido feito nos Estados Unidos, o do transporte entre dois pontos próximos respectivamente de Cleveland e Pittsburg. Mas foi mal escolhido o exemplo, porque uma das razões que levaram os americanos a estudar essa correia (que não chegou a ser executada) era justamente a vantagem de pequenas inclinações a serem vencidas. Aliás, no caso de Angra dos Reis não havia própria-mente estudo, mas apenas uma idéia; não chegou a ser preparado um anteprojeto.

**C. D. Brosch** <sup>(6)</sup> — Desejaria um esclarecimento sôbre o pagamento de direitos de passagem em glebas de terceiros para o teleférico, ou se êle passa só em terrenos da Companhia?

**H. Freire** — A maior parte da faixa do teleférico é constituída de terrenos particulares. A Companhia adquiriu apenas o privilégio de passagem. As glebas da Companhia situam-se na região de Dionísio; as terras entre Monlevade e as proximidades de Água Pé são de particulares. Não houve a compra dessa faixa do terreno, mas sômente a do privilégio de passagem.

**J. Hein** — A pergunta do Eng. Brosch talvez refira-se ao total de investimento, inclusive a compra do direito de passagem. Isso, evidentemente, está incluído. A propriedade não foi comprada: o antigo proprietário continua com o direito de exploração da faixa, deixando livre e desimpedido sômente o direito de passagem.

(5) Membro da ABM; Professor da Escola de Engenharia da UMG; Belo Horizonte, MG.

(6) Membro da ABM; Engenheiro da COSIPA; São Paulo, SP.

**C. D. Brosch** — A razão de minha pergunta prende-se à informação que me foi prestada acêrca da Companhia de Cimento Portland «Itaú», para a qual o direito de passagem teria custado mais do que o próprio teleférico. Provavelmente trata-se de propriedade mais sub-dividida e valorizada.

**Luiz Verrano** (7) — Pergunto ao Eng. Hugo Freire como será resolvido o problema de transporte local em Água-Pé até a estação de carga de lenha ou de carvão. Será utilizado ainda o atual meio de transporte, o caminhão?

**H. Freire** — O que está previsto é a utilização da frota antiga de caminhões da Companhia naquela região, para abastecimento do depósito de Água-Pé. Quer dizer, o carvão de toda aquela gleba convergir para o depósito principal, o da estação de carga do teleférico.

**L. Verrano** — Fiz a pergunta porque, segundo fui informado, haveria a idéia de pequenos teleféricos que poderiam ser considerados como transportadores locais.

**H. Freire** — Os pequenos teleféricos transportadores são previstos para o transporte de madeira, e não para transporte de carvão. Nas grandes plantações de eucaliptos, serão utilizados êsses teleféricos amovíveis, para trazer madeira até a estrada de rodagem.

**J. Hein** — Quero, em atenção a um trabalho do Eng. Brosch (8), frizar que, não obstante o investimento bem elevado que êsse teleférico acarreta, êle apresenta para a Companhia a grande vantagem de libertar o transporte de carvão (matéria prima principal) das condições atmosféricas, da mão de obra avultada, da incidência de irregularidades que, mesmo nas melhores estradas, ocorrem conforme as estações do ano. Tudo isso constitui, afinal, um dos fatores que o Eng. Brosch situou no seu trabalho, como capaz de permitir a redução do volume dos estoques.

O trabalho do Eng. Freire cita principalmente os dados do último teleférico de nosso conhecimento construído no País; mas tivemos à nossa disposição, também, os dados do teleférico construído pela Mannesmann para o transporte de minérios. Êsses dados não poderiam ser citados no texto do trabalho, mas, evidentemente, o Eng. Hugo Freire poderá citá-lo agora, como um complemento. Reputo isso interessante, no sentido de mostrar quão útil é êsse meio de transporte para as mais diversas matérias primas que nos interessam.

**H. Freire** — Os dados referentes aos cabos aéreos da Mannesmann Mineração S/A. são os seguintes:

*Capacidade Horária e Velocidade* — Aquela Sociedade têm 2 cabos aéreos, dos quais o primeiro (cabo aéreo auxiliar) faz o transporte de minério bruto (canga e itabirito) até o silo da instalação de britamento de minério. O segundo (cabo aéreo

(7) Membro da ABM; Engenheiro da USIMINAS; Ipatinga, MG.

(8) Ver do Eng. Carlos Dias Brosch: «Determinação racional dos estoques numa usina siderúrgica», em «ABM-Boletim».

principal) faz o transporte de minério beneficiado desde a instalação de tratamento de minério, situada às margens da BR-3, até a Usina da CSM, no Barreiro. A capacidade horária de cada um dos cabos é de 50 t de minério/hora. A velocidade dos cabos é de 2,75 m/seg.

*Capacidade e Volume das Caçambas* — Cabo aéreo auxiliar: Caçambas com o volume de 0,5 m<sup>3</sup>, com carga útil de 1.200 kg de minério. Cabo aéreo principal: Caçambas com o volume de 0,3 m<sup>3</sup>, com carga útil para 720 kg de minério.

*Comprimento de cada teleférico* — Cabo aéreo auxiliar: 1.116 m; Cabo aéreo principal: 5.874 m, perfazendo um total aproximadamente de 7 km.

*Tipo do teleférico* — Bi-cabo, sendo um cabo *portador* e um cabo *trator*.

*Diâmetros do cabo portador e do cabo trator:*

Cabo aéreo auxiliar:

Cabo portador p/ caçambas cheias —  $\varnothing$  38 mm

Cabo portador p/ caçambas vazias —  $\varnothing$  23 mm

Cabo trator:  $\varnothing$  16 mm.

Cabo aéreo principal:

Cabo portador p/ caçambas cheias —  $\varnothing$  33 mm

Cabo portador p/ caçambas vazias —  $\varnothing$  21 mm

Cabo trator:  $\varnothing$  18 mm

*Desnível entre a estação de carga e a de recepção* — Cabo aéreo auxiliar: 35 m; cabo aéreo principal: 235 m.

*Companhia Construtora dos cabos* — Maschinenfabrik Henschelver Aktiengesellschaft, de Dusseldorf, Alemanha.

*Custo total do teleférico* — Cr\$ 51 milhões por 506 t de material, importado da Alemanha; 335 t para o cabo principal e 171 t para o cabo auxiliar. Preço médio: Cr\$ 101.000/t. Despesas de fundações e montagem para ambos os cabos: Cr\$ 30 milhões.

#### PREÇOS TOTAIS:

*Cabo aéreo principal* — Cr\$ 34 milhões para material importado, mais Cr\$ 19 milhões para fundações e montagem. Preço médio: Cr\$ 9 milhões/km.

*Cabo aéreo auxiliar* — Cr\$ 17 milhões para material importado, mais Cr\$ 10 milhões para fundações e montagem. Preço médio: Cr\$ 24 milhões/km.

*Distância rodoviária do carregamento à usina* — 12 km.

*Custo do transporte* — Paga-se atualmente aos carreteiros Cr\$ 90/t de minério transportado em caminhões, sendo que o preço de transporte pelo cabo aéreo fica em Cr\$ 55/t, incluindo a amortização da instalação.

**J. Hein** — Uma pergunta: o custo do transporte de caminhão é mais ou menos da ordem dos algarismos que o Sr. citou no caso do cabo aéreo de Monlevade?

**H. Freire** — Não é o mesmo. O custo do transporte da Mannesmann é de Cr\$ 7,50 t/km.

**J. Hein** — A vantagem do transporte por cabo aéreo deveria ser a favor desse meio de transporte, e contrário ao do caminhão. É isso o que quero saber: se é Cr\$ 5,00 ou Cr\$ 7,00.

**H. Freire** — No caso da Mannesmann o transporte por caminhão dá o mesmo preço de custo por t/km: Cr\$ 7,50. Apenas o que se modifica é que no teleférico temos 7 km de percurso, e em estrada de rodagem são 15 km. Temos aí, portanto, a vantagem que o teleférico representa, por causa da distância.

**J. Hein** — O caso que o Eng. Brosch citou, o do teleférico da Fábrica de Cimento Portland Itaú, em Belo Horizonte, é muito significativo. Antes de construir o teleférico, aquela Companhia fazia os seus transportes pela Central do Brasil, quase da boca da mina, e por caminhão, em estrada asfaltada, até a boca da mina. Portanto, se aquela Companhia escolheu o teleférico, quando existiam dois outros meios de transporte, vê-se a demonstração da vantagem, seja quanto ao custo do transporte, seja quanto a regularidade. Entretanto, neste caso, não posso citar algarismos certos, por desconhecê-los.

**A. C. Lopes** <sup>(9)</sup> — Como contribuição na questão do custo de transporte, posso informar que, na semana passada, em Itabira, se cobrava dos empreiteiros Cr\$ 10,00 por t/km transportada, para os fins que estão sendo utilizados na construção da estrada de Itabira a Belo Horizonte.

**D. Althoff** <sup>(10)</sup> — Acredito que os custos por volume, comparando os dois sistemas, devem ser os mesmos. Penso que os custos por t/km, no caso da Mannesmann, trazem uma vantagem, porque uma tonelada de carvão talvez demande maior número de viagens para ser transportada por caminhão do que uma de minério. Assim, acredito que, para o carvão, o custo do transporte deve ser mais caro.

**J. Hein** — Não entendi bem sua observação.

**D. Althoff** — O custo do transporte por caminhão deve ser relativamente o mesmo, seja carvão, seja minério. Só que o minério tem a vantagem de poder ser transportado em maior tonelage num caminhão.

**J. Hein** — Não. A lotação do caminhão para o transporte de um material leve como o carvão é evidentemente disposta para utilizar toda a capacidade de carga do veículo. Essa carga é calculada por tonelagem. Para isso adota-se um «trailer», comprido e alto. Nesse particular não há diferenças.

(9) Membro da ABM; Engenheiro do Departamento de Siderurgia de T. Janer; Rio de Janeiro, GB.

(10) Membro da ABM; Engenheiro da CSM; Belo Horizonte, MG.

**F. P. de Souza** — Mas de qualquer maneira, o Eng. Althoff tem razão. É mais fácil transportar uma carga densa.

**H. Freire** — Inclusive porque os caminhões de carvão trazem dificuldade ao transporte, porque são de grande volume. São furgões fechados, para 50 ou 60 m<sup>3</sup>.

**D. Althoff** — Usam o mesmo caminhão para o minério?

**H. Freire** — Não seria possível. O volume é muito grande e, com densidade de carga elevada, a tonelagem ultrapassaria a capacidade do veículo. Além disso, é sempre mais difícil manobrar com caminhões desse tipo em estrada, dadas as suas dimensões.