

## HÍBRIDO PARA O TRANSPORTE REFRIGERADO – SUSTENTABILIDADE LUCRATIVA

Aqui iremos abordar de maneira técnico-operacional a tecnologia do equipamento HÍBRIDO de refrigeração para transporte, portanto exemplificaremos dados sobre a operação de uma carroceria frigorífica de 8,5 m de comprimento, com isolamento térmico em poliuretano com 90 mm de espessura e densidade de 38 a 40 kg/m<sup>3</sup>, instalada num caminhão da modalidade “truck” com PBT 23 toneladas e capacidade de carga de 10.000 até 14.000 kg.

O sistema HÍBRIDO combina o funcionamento simultâneo de dois sistemas frigoríficos (Figura 1), o de ar forçado e o de placas eutéticas. Utiliza-se, sinergicamente, duas modalidades de transferência de calor, a convecção turbulenta provocada pela circulação de ar frio em altas velocidades através da serpentina do evaporador e a troca térmica por condução entre o ar circulante dentro da carroceria frigorífica (ar “quente”) e a superfície da(s) placa(s) eutética(s) congelada(s) à temperaturas negativas (em graus Celsius – °C).

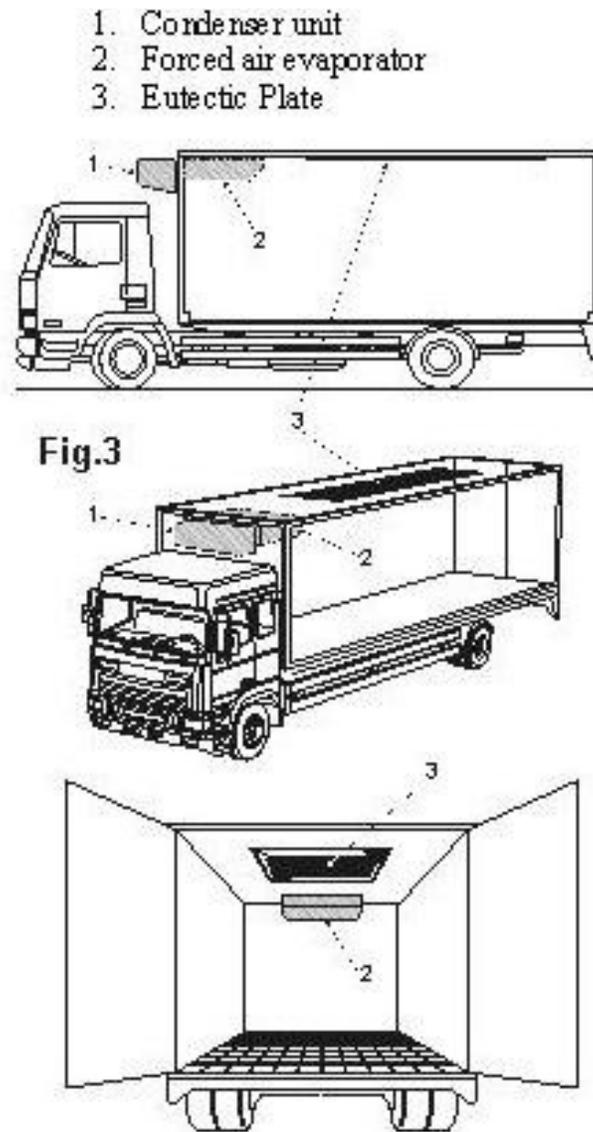


Figura 1 - Sistema HÍBRIDO combinando o funcionamento simultâneo de dois sistemas frigoríficos

A concepção do HÍBRIDO se deu através do conceito denominado “sustentabilidade lucrativa”, onde objetiva-se otimizar a operação de logística refrigerada, manter a confiabilidade técnica e melhorar a rentabilidade operacional.

Essa tecnologia proporcionará:

- (-) menos peso [ + ] MAIS carga
- (-) menos diesel [ + ] MAIS econômico
- (-) menos manutenção [ + ] MAIS disponibilidade operacional
- [ + ] MAIS potência frigorífica instantânea [ + ] MAIS proteção para a carga
- (-) menos ruído [ + ] MAIS entregas noturnas
- (-) menos emissão de CO2 [ + ] MAIS sustentável
- [ + ] rápido o ROI [ + ] MAIS lucratividade

Utilizaremos aqui um fator de emissão médio de 2,6 kg de CO2 para cada litro de diesel queimado na combustão, que somado com o valor médio de 0,5 kg de CO2 emitidos para produzir e distribuir o combustível chegaremos a uma taxa final de emissão de 3,2 kg de CO2/l de diesel.

Também usaremos os dados do SEB - Sistema Elétrico Brasileiro, de 87 g de CO2/kWh consumida na rede elétrica. (3)

Em 21/11/2006 foi depositada junto ao INPI a patente de modelo de utilidade: MU 8602648-8 (Figura 2), sob o título: SISTEMA HÍBRIDO DE REFRIGERAÇÃO PARA TRANSPORTE COM USO COMBINADO DE AR FORÇADO E PLACA EUTÉTICA.

O formulário é um documento oficial do INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) para o depósito de uma patente de modelo de utilidade. No topo, há uma seção com o logotipo do INPI, a data de depósito (21/11/2006), o número do depósito (018060124507) e o número de despacho (13 50 DESP). Um código de barras com o número 0000920606548760 está presente. À direita, o número do depósito MU 8602648-8 é exibido em um formato de pontos. Abaixo disso, há uma caixa com o título 'DEPÓSITO' e o número MU 8602648-8. O formulário contém campos para o nome do depositante (Eduardo Castello Branco Dória), sua qualificação (Engenheiro), endereço completo, CNPJ/CPF, telefone e fax. Há também uma seção para a natureza da invenção, onde a opção 'Modelo de Utilidade' está selecionada com um 'X'. No final, há um campo para o título da invenção, que é 'SISTEMA HÍBRIDO DE REFRIGERAÇÃO PARA TRANSPORTE COM USO COMBINADO DE AR FORÇADO COM PLACA EUTÉTICA'.

Figura 2 – INPI e a patente de modelo de utilidade: MU 8602648-8

A tecnologia do HÍBRIDO, instalada inicialmente no equipamento TransFrigor, modelo TF6 foi submetida ao procedimento de homologação da SADIA, hoje BR Foods, que significou ter a performance do HÍBRIDO monitorada durante um mês, comparativamente contra o desempenho do modelo já homologado para a operação desejada. No caso específico, tratou-se de um baú frigorífico TOCO PALLETEIRO com 6,5 m de comprimento (Figura 3) e o desempenho foi comparado contra o modelo Thermo King MD100 com motor diesel independente para acionar o sistema frigorífico durante o modo trânsito.



Figura 3 - Baú frigorífico TOCO PALLETEIRO com 6,5 m de comprimento

*Em 03/07/2008 – 11:32 h o responsável pelo monitoramento, Engo. P. N. da unidade da SADIA – Jundiaí -- SP informa via e-mail seu gestor, Engo. M. A. sobre os resultados do “comparativo de desempenho” feito durante 25 dias corridos, onde o valor da meta de frio fora estipulada em 80%.*

*Literalmente aqui a transcrição do texto do e-mail supracitado:*

*“Segue o Gráfico atualizado do comparativo, onde detectamos que o aparelho TF6 com híbrido tem plenas condições de ser homologado”.*

*O gráfico apontava o MD100 com 77% de média final e o TF6 COM HÍBRIDO com 85%.*

Foram colocados em operação pouco mais de uma centena de aparelhos HÍBRIDOS, porém a homologação nunca ocorreu. A justificativa foi a impossibilidade de garantir tomadas elétricas 100% funcionais em todos os centros de distribuição da SADIA pelo Brasil, para que a “bateria de frio” do HÍBRIDO pudesse ser recarregada de um dia para o outro.

Vivíamos num outro mundo, hoje todos necessitam de seus celulares recarregados diariamente, caminhões com motores elétricos, inclusive frigoríficos, são colocados nas tomadas todo santo dia. A tecnologia do equipamento de refrigeração HÍBRIDO para transporte, MU submetida em 2006, estava muito à frente do seu tempo, precisou esperar o mundo mudar. Apenas para relatar alguns fatos da história dessa tecnologia.

Vou citar o Prof. Dr. Rodrigo Jordan da FCA – UFGD/MS:

*“Para uma significativa redução da potência frigorífica do equipamento, pode-se trabalhar com um sistema de termo-acumulação. “ (1)*

Relembrando que os dados comparativos aqui expostos são referentes a operação de um baú frigorífico de 8,5 m de comprimento, instalado em um caminhão “truck”, operando com cargas a -18°C em locais com temperatura ambiente de até +38°C, em viagens sem aberturas de porta do compartimento de carga., onde as carrocerias frigoríficas foram fabricadas com o material isolante PU (poliuretano) com 90 mm de espessura e densidade de 38 a 40 kg/m<sup>3</sup>.

Vamos considerar também as seguintes especificações operacionais, referentes às cargas térmicas demandadas:

Durante o “pull down” inicial do compartimento, que servirá para o recongelamento das placas eutéticas do Equipamento HÍBRIDO, estimado em 2,0 horas, a carga térmica total será de 11,7 kW para a etapa de termo-acumulação.

Após o caminhão atingir a temperatura de trabalho, -18°C, e ser carregado com 11,2 toneladas de produtos também nesta temperatura, -18°C, e ser fechado pronto para a viagem, o mesmo será submetido a uma carga térmica em trânsito de 2,5 kW, até aqui sem realizar aberturas das portas traseiras e já contemplando a carga térmica demandada para os respectivos degelos e para o calor de radiação durante o período da viagem.

Estimamos que o calor por condução, através das faces da carroceria frigorífica termo-isolado com PU (poliuretano com 90 mm de espessura e densidade de 38 a 40 kg/m<sup>3</sup>), demande uma potência frigorífica de 1,3 kW, calor este integrante dos 2,5 kW da carga térmica demandada em trânsito.

Lembrando que estamos considerando 10 horas de operação em trânsito.

Num procedimento de abertura de porta traseira iremos considerar os seguintes parâmetros:

- abertura total das 3 folhas traseiras (área total = 1,83 m<sup>2</sup>);
- 9 minutos para cada abertura de porta;
- estimamos 5 eventos de abertura de porta por viagem;
- consideramos a velocidade da troca de ar nas aberturas = 0,34 m/s

Nesta configuração temos o calor de convecção estimado em 0,662 kW por abertura de porta total (3 folhas), nas condições acima especificadas, perfazendo uma carga térmica total por viagem de 3,31 kW.

Portanto, concluímos que a capacidade frigorífica basal (mínima) seria: 3,31 kW

- $Q_{\text{pull down total}} + Q_{\text{trânsito}} + Q_{\text{abertura de porta total}}$
- $11,7 \text{ kW} + 2,5 \text{ kW} \times 10\text{h} = 25 \text{ kW} + 3,0 \text{ kW} = 39,7 \text{ kW} / (2 + 10)\text{h} = 3,31 \text{ kW}$

Este equipamento HÍBRIDO está preparado para fornecer as seguintes capacidades frigorífica trabalhando à -18°C:

- Modo Elétrico = 5,2 kW
- Modo Transito = 4,5 kW
- PCS (poder calorífico superior) do diesel = 10,65 kW/litro
- Eficiência da queima do diesel = 38,5% (rendimento da queima do combustível)
- eficiência da transmissão mecânica do motor do caminhão fornecida ao compressor = 85%
- COP do compressor no modo elétrico (termo-acumulando) = 1,57
- COP do compressor no modo trânsito = 1,54

O comparativo do HÍBRIDO se contra um equipamento de refrigeração para transporte de uma renomada marca, também com motor diesel independente, modelo este amplamente usado nos conjuntos frigoríficos “truck”.

A termo-acumulação combinada do HÍBRIDO (Figura 4) possibilita uma redução de 15% da potência nominal frigorífica do equipamento, gerando uma conseqüente redução de 229 kg do peso final do equipamento instalado no caminhão. Isso faz do HÍBRIDO um equipamento 41,7% mais leve, o que é crucial para a logística do transporte de carga. O fato do HÍBRIDO ter **menos peso** gerará um aumento da capacidade de carga de 343,5 toneladas em 5 anos de operação, o que representa 24,5 fretes “de graça” de 14,0 toneladas cada. É como se o dono do caminhão recebesse 1 mês de pagamento de fretes extra de R\$ 2.500,00 cada um nestes 5 anos de contrato, ou seja R\$ 61.250,00 economizados.



Figura 4 – Detalhe da termo-acumulação combinada do HÍBRIDO

Essa vantagem não vem de graça, pois termo-accumular irá demandar 700 horas adicionais do HÍBRIDO ligado na rede elétrica por ano, o que significa adicionar 140 minutos ao pré-resfriamento diário. O lado bom deste procedimento é que a temperatura interna do baú estará sempre impecavelmente dentro dos padrões de pré-resfriamento para o carregamento dos produtos.

Como diz meu ilustre e querido professor do meu curso de graduação de Enga. de Alimentos – FEA – UNICAMP - SP e até hoje pesquisador - docente, Prof. Dr. Vivaldo Silveira Jr.:

*“Os bancos de gelo permitem que haja uma racionalização do consumo, atenuando os picos de demanda, deslocando-os para períodos de menor consumo, como o noturno.” (2)*

Temos que pontuar outro ponto fraco do HÍBRIDO, o tempo de instalação do equipamento mais alongado, afinal estamos alojando dois sistemas, as 2 placas eutéticas, mais o sistema de ar forçado (Figura 5), que poderá ser do tipo “split” (evaporador separado da unidade condensadora), além do compressor acoplado a ser acomodado junto ao motor do caminhão, compreendendo assim 5 ou 4 peças distintas a serem instaladas, contra apenas um item do equipamento diesel tradicional, pois todos têm sua construção no sistema peça única (“one piece unit”).



Figura 5 – Detalhe dos dois sistemas, as 2 placas eutéticas, mais o sistema de ar forçado

Faz-se necessário investir um tempo maior na instalação inicial do HÍBRIDO, pois a fixação das placas requer atenção e zelo, como mostra a Figura 6, um dos detalhes adicionais de instalação que devem ser observado. A extremidade da placa deve encostar no suporte de fixação de teto, caso contrário haverá torção durante toda vez que a mesma for congelada. Essas torções repetidas irão soltar o parafuso de fixação no teto depois de algum tempo e vários recongelamentos, o que provocará a queda da placa.

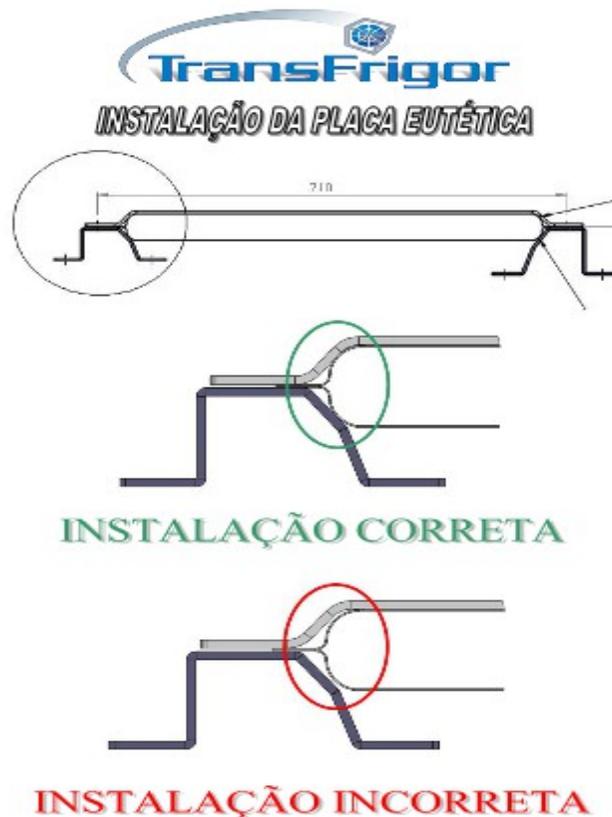


Figura 6 - Fixação das placas no sistema HÍBRIDO

Mas a tecnologia do HÍBRIDO possui vários contra pontos positivos, que compensam essas duas desvantagens. Para o HÍBRIDO acumular capacidade frigorífica no modo estacionário, é verdade que ele necessitará de 2 horas e 20 minutos adicionais diários, porém o HÍBRIDO estará compondo sua potência frigorífica efetiva, através do congelamento das placas eutéticas, usando uma fonte energética, significativamente, mais barata em R\$/kWh efetivo, que é a energia elétrica.

O valores apurados para os custos por unidade de energia frigorífica efetiva são: R\$ 0,32/kWh (ao preço da energia elétrica da rede de R\$ 0,60/kWh), contra R\$ 1,61/kWh (ao preço de R\$ 6,00/litro de diesel).

Tudo isso resulta para o HÍBRIDO uma potência frigorífica efetiva total 5% superior ao equipamento diesel, isso é **mais potência frigorífica instantânea**. Porém o melhor indicador da superioridade da tecnologia do HÍBRIDO é a potência frigorífica efetiva total relativa, onde evidencia-se a produção efetiva de frio (em Watt) por cada quilograma de equipamento instalado e finalizado no caminhão.

Quanto mais potente e leve, melhor.

Obtivemos para o HÍBRIDO 13,0 Watt/kg contra 7,2 Watt/kg para a tecnologia do equipamento diesel (aqui incluso o tanque de combustível exclusivo para abastecer o motor diesel do equipamento).

Quase o dobro de eficiência, ou 80,6% para ser exato, onde o HÍBRIDO mostra-se superior neste importante quesito de performance. Seus 229 kg mais leve, faz o HÍBRIDO poder carregar mais carga ao longo dos seus 5

anos de contrato, são 343,5 toneladas extra de capacidade de carga, o que representa um aumento de 1,64% na tonelage total do 60 meses.

Esse aumento da eficiência energética, onde uma potência frigorífica nominal 15% menor irá produzir uma potência frigorífica efetiva 5% superior, acontece por que o sistema HÍBRIDO irá termo-acumular parte da sua potência efetiva durante o pré-resfriamento feito na madrugada, período fora dos horários de pico das tarifas de energia elétrica e um horário onde o ativo estaria improdutivo.

Na prática, o equipamento HÍBRIDO maximiza a utilização dele como parte do ativo imobilizado do caminhão frigorífico.

Toda essa eficiência é traduzida em um menor consumo de diesel ao final dos 5 anos de operação. O HÍBRIDO consome **menos diesel**, para ser mais exato, consome a metade do diesel por hora em funcionamento do equipamento no modo trânsito, 0,9 litros/hora contra 1,8 litros/hora para o consumo do equipamento diesel, isso replicado para 5 anos trabalhando resulta numa economia de 13.315 litros de diesel, que ao custo de R\$ 6,00/litro de diesel, totaliza um economia de quase R\$ 79.926,00 durante os 5 anos de contrato.

Isso sem mencionar as consequentes reduções das emissões de CO<sub>2</sub>, diretamente proporcionais ao volume de 13.315 litros de diesel não queimado em 5 anos operando. O HÍBRIDO provoca menos emissão de CO<sub>2</sub> que o equipamento diesel. Isso resulta em 42,61 toneladas de CO<sub>2</sub> não emitidos nestes 60 meses do HÍBRIDO operando.

A “mágica” desta tecnologia acontece por que partes do sistema frigorífico serão compartilhadas nos dois circuitos distintos, isso por si só já reduz o peso do equipamento. Além do que, usamos o equipamento num horário de tarifa de eletricidade barata para “carregar” as baterias de frio do sistema. Portanto, o que o HÍBRIDO faz na prática é maximizar a utilização do ativo imobilizado do caminhão frigorífico.

A otimização construtiva do HÍBRIDO faz com que essa tecnologia possa utilizar um motor elétrico 60% menor que o instalado no equipamento diesel, fator: 2,48 (7,2/2,9), esse detalhe irá anular a necessidade que o HÍBRIDO terá de funcionar mais 140 minutos por dia no modo estacionário, fator: 3,5 (140/40), pois mesmo trabalhando mais tempo ligado na eletricidade, seu menor motor elétrico de 2,9 hp de potência otimizada estará consumindo menos kW-h que o motor elétrico de 7,2 hp do equipamento diesel. A diferença de consumo em 5 anos de operação é de um gasto excedente para o HÍBRIDO em (-R\$ 1.762,00) no período.

Outra característica positiva e inventiva do projeto do HÍBRIDO reside no fato dele operar com um compressor acoplado ao motor do caminhão “truck”, o que entendo ser o conceito construtivo mais otimizado porém, a tecnologia do HÍBRIDO pode abrigar inúmeras maneiras de se conceber o projeto final do equipamento.

A opção pelo compressor acoplado neste HÍBRIDO para caminhão “truck” se justifica no fato desta operação logística ser composta de viagens de média distância, do tipo ponto a ponto, onde o caminhão trafega em velocidade de pista, proporcionando uma rotação do motor do caminhão estável e acima de 1200 rpm.

O compressor acoplado ao girabrequim do caminhão “truck” irá demandar no máximo 8,2 hp dos 240-280 cv de potência do motor do caminhão “truck” (valor médio de 256 hp), durante sua operação no modo trânsito.

Quanto maior e mais estável for a rotação do motor do caminhão, melhor funcionará o sistema frigorífico do HÍBRIDO no modo trânsito e maior será o rendimento do mesmo.

Vale ressaltar que as eficiências de combustão dos motores dos caminhões sempre serão superiores a qualquer taxa de queima desses motores menores, no caso do equipamento diesel, onde o compressor aberto será acionado por um motor diesel secundário e independente do caminhão de 15,0 hp, motor este dedicado exclusivamente à função de rodar o compressor do equipamento de frio convencional dos caminhões “truck” diesel.

As emissões globais de CO<sub>2</sub> devido à queima de diesel e ao uso da eletricidade pelo HÍBRIDO em 5 anos totalizam uma redução de 42,18 toneladas de CO<sub>2</sub> em 5 anos de operação. O HÍBRIDO emite **menos CO<sub>2</sub>** tanto em valores absolutos como em relativos, em toneladas por litro de diesel e kW-h.

Esse valor é ligeiramente inferior as 42,61 toneladas de CO2 reportadas devido a queima do diesel, pelo fato do HÍBRIDO necessitar mais 3.502 horas adicionais de funcionamento no modo elétrico, o que o fará consumir mais 2.937 kW-h, devido ao pré-resfriamento mais alongado.

No cômputo final, a tecnologia do HÍBRIDO irá gerar uma redução de 50,1% nas somatória das emissões de CO2, em 5 anos operando.

O equipamento HÍBRIDO eliminou o motor diesel e todos os seus acessórios, eliminou o motor elétrico e todas as polias e correias de transmissão de rotação. Temos muito menos peças móveis e muito menos itens para gerarem manutenção.

Estimamos taxas médias anuais de manutenção de 5% para o HÍBRIDO sobre seu valor de investimento de R\$ 109.000,00, enquanto temos 8% para o equipamento diesel sobre seu valor de R\$ 150.000,00. A diferença entre estes custos de manutenção atinge uma economia de R\$ 32.750,00, fazendo do HÍBRIDO um máquina que requer **menos manutenção**, num período de 5 anos de operação.

Essa menor incidência de manutenções preventivas e corretivas para o HÍBRIDO resultará em mais 19 dias de disponibilidade operacional do conjunto, em comparação com o equipamento diesel. Isso gerará uma perda de fluxo de caixa de R\$ 76.000,00, pela indisponibilidade do conjunto de operar.

Vale também lembrar que a eliminação do motor diesel independente provocará uma redução do ruído total produzido pelo equipamento de frio em funcionamento, de 61,6 para 57,5 dBA, uma queda substancial de 68,3% na potência sonora, que dobra a cada aumento de 6 dBA. Essa característica de emitir **menos ruído** faz do HÍBRIDO um equipamento mais credenciado a ser habilitado para realizar entregas noturna, o que possibilita o aumento da utilização do caminhão, é a maximização do ativo.

A maior confiabilidade técnica funcional do HÍBRIDO proporcionará uma melhor proteção à carga. Mas, além disso, seu conceito construtivo garante aos produtos transportados uma proteção adicional inerente, oriunda da reserva de potência frigorífica, que manterá a temperatura interna do baú frigorífico inalterada por até 4,5 horas, com o sistema de ar forçado desligado.

Neste período de 4,5 horas a potência frigorífica efetiva instantânea do HÍBRIDO atingirá 5,1 kW, um acréscimo de 28,3% em relação a potência frigorífica efetiva do equipamento diesel.

Chegando próximo das conclusões, pode-se constatar a robustez dos atributos sustentáveis do HÍBRIDO, consome menos diesel, emite menos CO2 e trabalha com menor nível de ruído, portanto possui evidências objetivas de que confere “sustentabilidade” à tecnologia.

Para finalizar, listaremos as variáveis focadas no conceito “lucratividade” do HÍBRIDO.

Na Tabela 1 totaliza-se uma economia líquida de R\$ 248.164,00 em 5 anos.

COMPARATIVO: HÍBRIDO TRANSFRIGOR VS EQUIPAMENTO DIESEL TRUCK – CARROCERIA FRIGORÍFICA (8,5 M COMPRIMENTO)							input	
ITEM	período	HÍBRIDO TransFrigor	Valor %	PERDAS & GANHOS ENTRE TECNOLOGIAS	unidade	Equipamento Diesel	Valor %	#
Ganho pelo Aumento da Capacidade de Carga em 5 anos (R\$)	5 anos	R\$ 61.250	101,6%	-R\$ 61.250	R\$	R\$ 0	100%	10
Consumo Médio de Diesel em 5 anos (litros/h) & (R\$)	5 anos	R\$ 78.117	49,4%	-R\$ 79.926	R\$	R\$ 158.043	100%	13
Consumo da Energia Elétrica em 5 anos (kW-h) & (R\$)	5 anos	6.196	R\$ 3.718	R\$ 1.762	R\$	3.259	R\$ 1.955	24
Custo de Manutenção Anual em 5 anos sobre I.I. (R\$)	5 anos	5%	R\$ 27.250	-R\$ 32.750	R\$	8%	R\$ 60.000	27
Indisponibilidade Operacional Total por Manutenção em 5 anos (R\$)	5 anos	R\$ 20.000	20,8%	-R\$ 76.000	R\$	R\$ 96.000	100%	29
CUSTO OPERACIONAL TOTAL EM 5 ANOS (R\$)	5 anos	-	-	-R\$ 248.164	R\$	-	-	30

Tabela 1

Na Tabela 2, convertendo essa economia líquida do HÍBRIDO no quinquênio em economias anuais, contabiliza-se um ganho médio de R\$ 49.633,00 por ano. Somados à diferença entre os investimentos iniciais necessários

para ambas as tecnologias, temos um ganho anual de R\$ 8.200,00 (R\$ 41.000,00/5), o que totaliza um ganho médio anual para o HÍBRIDO de R\$ 57.833,00.

Assumindo que a operação com o equipamento diesel tradicional é viável e o capital investido na sua aquisição (R\$ 150.000,00) retorne em 5 anos, temos um fluxo de caixa médio anual positivo em R\$ 30.000,00 para o mesmo.

Portanto, o ganho médio total anual do HÍBRIDO passa a ser a soma dos ganhos acima apurados (R\$ 57.833,00 + R\$ 30.000,00), totalizando R\$ 87.833,00 por ano.

Este ganho anual total gerará um **retorno do investimento mais rápido**, um prazo de 1 ano e 3 meses, (R\$ 109.000,00/R\$ 87.833,00) ROI = 1,24 anos.

COMPARATIVO: HÍBRIDO TRANSFRIGOR VS EQUIPAMENTO DIESEL TRUCK – CARROCERIA FRIGORÍFICA (8,5 M COMPRIMENTO)							input	
ITEM	período	HÍBRIDO TransFrigor	Valor %	PERDAS & GANHOS ENTRE TECNOLOGIAS	unidade	Equipamento Diesel	Valor %	#
II. - Investimento Inicial (R\$)		<b>R\$ 109.000</b>	-	<b>-R\$ 41.000</b>	R\$	-	R\$ 150.000	31
FLUXO CAIXA: II. + Custos Energético & Manutenção em 5 anos (R\$)	5 anos	-	-	<b>-R\$ 289.164</b>	R\$	-	-	32
FLUXO CAIXA: II. + Custos Energético & Manutenção ANUAL (R\$)	anual	-	-	<b>-R\$ 57.833</b>	R\$	-	-	33
FLUXO CAIXA TOTAL: II. + Custos Energético & Manutenção ANUAL (R\$)	anual	<b>R\$ 87.833</b>	-	<b>R\$ 57.833</b>	R\$	-	R\$ 30.000	34
<b>ROI – HÍBRIDO &amp; Equipamento Diesel (anos)</b>		<b>1,24</b>	-	<b>3,76</b>	anos	<b>5,00</b>	-	35

Tabela 2

## REFERÊNCIAS

- (1) Jordan, Rodrigo Aparecido *Desenvolvimento de uma bomba de calor água-água acionada a biogás para utilização em processos de aquecimento e resfriamento em sistemas de produção de leite / Rodrigo Aparecido Jordan - Campinas, SP: [s.n.], 2005 - páginas 26-27.*
- (2) *Racionalização da Curva de Demanda de Energia Elétrica em Sistemas de Ar Condicionado com Termo-Acumulação V.Silveira Jr.; L.C. Neves Filho; F.V. da Silva; M.R.A. Afonso; S.B. Nunes; UNICAMP; R.M. Reis, CPFL, RESUMO.*
- (3) 1606 – *TEXTOS PARA DISCUSSÃO – Brasília, abril de 2011 - EMISSÕES RELATIVAS DE POLUENTES DO TRANSPORTE MOTORIZADO DE PASSAGEIROS NOS GRANDES CENTROS URBANOS BRASILEIROS - Carlos Henrique Ribeiro de Carvalho - Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos Regionais e Urbanos (Dirur) do Ipea.*
- (4) J. C. Felamingo; “*Termo-acumulação em Ar condicionado e Refrigeração*”, ABRAVA, SINDRATAR, Junho 2002.
- (5) G. P. Henze and M. Krarti “*Ice storage system controls for the reduction of operating cost and energy use*”. *Journal of Solar Energy Engineering*, v.120, n.11, pp.275-281, 1998.
- (6) J K. A. R. Ismail *Bancos de gelo: fundamentos e modelagem . Campinas: Unicamp, 1998b. 400p.*



Engo. Eduardo Dória – Diretor Bplan Consultoria

Engenheiro de Alimentos / UNICAMP, Coordenador da Ilha Cadeia do Frio – FEBRAVA, Inventor e  
Conselheiro Consultivo Empresarial

19-99290-3960

19-99525-9738

[bplan.dudoria@uol.com.br](mailto:bplan.dudoria@uol.com.br)

Colaboradores:

Prof. Dr. Flávio Luís Schmidt – Faculdade de Engenharia de Alimentos

Laboratório de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados

UNICAMP

Prof. Dr. Vivaldo Silveira Junior – Faculdade de Engenharia de Alimentos

Professor Titular e Pesquisador na área de Refrigeração

UNICAMP