

VIABILIDADE ECONOMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DO COMBUSTIVEL GNV EM FROTA DE CAMINHÕES

ECONOMIC FEASIBILITY OF IMPLEMENTING CNG FUEL IN A FLEET OF TRUCKS

Mateus Massalai Rocon¹

Fabício Vasconcelos Ribeiro¹

RESUMO: Visando a redução de custos operacionais, e considerando que o gasto com combustível representa a maior parte no processo do transporte, novas matrizes energéticas devem ser analisadas. O GNV é uma das opções encontrada no mercado e a conversão de veículos leves tem crescido, sendo como uma saída para os constantes aumentos dos combustíveis, o presente estudo verifica a viabilidade da implementação em caminhões pesados, o que é algo novo para o mercado brasileiro, ainda devemos considerar a falta de pontos de abastecimento com a capacidade necessária para atender essa categoria de veículos como um problema para implementação. O estudo teve como problema verificar se existe vantagens econômicas na implantação do GNV em frota de caminhões? Foram analisados custos de operação em uma transportadora de Viana/ES usando um modelo específico de caminhão (Volvo FH). Foi feita comparação entre um veículo original movido a diesel, com um que passou pela conversão para híbrido diesel/GNV. Foi adotado o modelo de pesquisa descritiva, qualitativa, bibliográfica e estudo de caso. Foram realizadas comparações de viagens entre os dois veículos, o que demonstrou maior custo de viagem no veículo híbrido. Ao final da pesquisa constatou-se as vantagens e desvantagens que veículo híbrido teve em relação ao veículo convencional.

Palavras-chave: Logística; Modal Rodoviário; Custo Logístico; GNV.

ABSTRACT: Aiming at the reduction of operational costs, and considering that fuel costs represent the largest part in the transportation process, new energy matrixes must be analyzed. GNV is one of the options found in the market and the conversion of light vehicles has grown, being as a way out to the constant fuel increases, the present study verifies the viability of implementation in heavy trucks, which is something new to the Brazilian market, we must still consider the lack of refueling points with the necessary capacity to meet this category of vehicles as a problem for implementation. The study had as a problem to verify if there are economic advantages in the implementation of GNV in a truck fleet? Operation costs were analyzed in a transportation company in Viana/ES using a specific truck model (Volvo FH). A comparison was made between an original diesel-powered vehicle and one that underwent conversion to hybrid diesel/GNV. The descriptive, qualitative, bibliographic and case study research model was adopted. Travel comparisons were made between the two vehicles, which showed higher travel costs in the hybrid vehicle. At the end of the research the advantages and disadvantages that the hybrid vehicle had in relation to the conventional vehicle were verified.

Keywords: Logistics; Road Modal; Logistic Cost; GNV.

1. INTRODUÇÃO

A busca por combustíveis sustentáveis e mais econômicos sempre foi pauta em todo o planeta, em carros o gás natural veicular se mostrou ter mais vantagem econômica em comparação com a gasolina, seguindo o mesmo método, o mercado de caminhões linha pesada começou a produzir meios de implantar o GNV em veículos, visando garantir economia na operação e manter a mesma capacidade de força para transportar carga pesadas. A conversão de caminhões para veículos híbridos ainda é pequena no Brasil e não garante que o veículo deixe de depender do diesel, e sim a utilização dos dois combustíveis ao mesmo tempo, tornando o consumo menor.

A adaptação de veículos para versão híbrida acaba sendo mais barata do que adquirir um modelo GNV direto da fábrica, visto que no Brasil só uma marca oficialmente comercializa um caminhão totalmente movido ao gás veicular. Com o argumento de ser mais vantajoso economicamente em comparação com os veículos convencionais a pesquisa teve como problemática a ser respondida: se haverá viabilidade econômica na implementação do GNV em frota de caminhões de uma transportadora?

Como objetivo geral, buscou-se verificar a viabilidade econômica do GNV em caminhões, onde foram analisados e verificados se o consumo e seu custo em relação ao diesel. Já os objetivos específicos: Descrever e caracterizar logísticas e suas condicionantes, verificar e analisar o modal de transporte rodoviários e os custos envolvidos em sua operação e finalmente apresentar as características do combustível GNV e apontar suas vantagens e desvantagens na compensação de custos de transportes em uma frota de caminhões.

O estudo foi realizado em uma transportadora localizada em Viana-ES, e com os testes praticados demonstrou-se por meio de tabelas e indicadores os dados comparativos dos veículos de mesmo modelo sendo um totalmente funcional a diesel S-10 e outro na versão híbrida, utilizando diesel e GNV, e confrontando seus gastos para evidenciar os resultados e ver qual foi mais econômico.

A metodologia aplicada neste trabalho científico foi uma pesquisa descritiva, qualitativa, bibliográfica e estudo de caso, tendo como fonte um caminhão híbrido e outro de mesmo modelo movido a diesel de uma transportadora localizada na cidade de Viana no estado do Espírito Santo, onde teve como fonte de dados os fechamentos das viagens no sistema TMS da empresa.

Os resultados obtidos após os comparativos demonstram desvantagens da utilização do GNV, sendo o principal motivo o custo e a falta de infraestrutura atual no país que não tem mercado para atender caminhões, a ausência de postos que comercializam o produto e o preço que por não ser muito abundante no mercado não tem competitividade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. LOGÍSTICA

A logística abrange todo o processo de uma empresa, desde o processamento do pedido, armazenamento dos insumos e transportes, todos interligados por uma rede de instalação (Giacomelli, 2016).

Christopher (2011) afirma que a logística tem como vantagem proporcionar vantagens competitivas, entregando grandes vantagens competitivas sobre os concorrentes ganhando entre os clientes por meio de uma gestão da logística. Bowersox, Closs e Cooper (2007), definem transporte como uma área operacional da logística que movimenta e destina, geograficamente, o inventário de itens de uma empresa, e devido a importância e custo de operação envolvidos, a maioria das empresas possuem pessoas para gerenciar esta área. Para os autores há três fatores que apontam o desempenho dos transportes, sendo eles:

- **Custo:** O valor que se aplica à movimentação de alguns itens entre dois locais e os custos associados à manutenção e combustível.
- **Velocidade:** O tempo necessário para concluir uma determinada etapa, este item está diretamente relacionado ao custo, pois a cotação mais rápida para entrega tem um preço maior.
- **Consistência:** Refere-se à mudança no tempo de movimentação que ocorre em muitas remessas, ou seja, atrasos nos prazos de entrega.

Ballou (1993), define os estoques como ajuntamento de matéria-prima, insumos, componentes, produtos em processos ou finalizados, dos quais se destacam em numerosos pontos por todo processo de produção de uma empresa, sendo que sua utilização pode ser ampliada por toda cadeia de suprimento. Para Monk (2013), a manutenção do estoque permite que a mercadoria esteja sempre disponível para o consumidor, porém, sua manutenção gera um aumento no custo do produto e reduzem os lucros da empresa, sendo essencial a sincronia entre a oferta e demanda.

Segundo Ballou (1993), a elaboração de pedidos é caracterizada por um conjunto de atividades que fazem parte do ciclo de pedido do cliente. Para Silva *et al.* (2016), argumentam que cada empresa utiliza um método de transmissão de pedidos tanto manuais ou eletrônicos, no passado estas etapas tinham como características a demora e altos índices de erros, por conta do preenchimento de pedidos manualmente em formulários de papel e envio através de vendedores ou correios, atualmente, com o avanço tecnológico na comunicação há uma grande evolução nesta área e agilidade no processo.

O serviço ao cliente condiz com um envolvimento na relação do fornecedor com o cliente, como firmado por Dockter (2000), que interpreta como um processo de atendimento do pedido do cliente. Assim entende a recepção do pedido, meio de pagamento, escolha das mercadorias, embalagem, embarque e serviço ao usuário final.

Faria e Costa (2010) argumenta que existe diversos custos nas operações logísticas que envolve desde o início do processo com a matéria-prima até a chegada do produto ao consumidor final, exemplos desses custos são armazenagem, transporte e distribuição.

A logística tem como responsabilidade os seguimentos relevantes dos custos com que os produtos cheguem aos fornecedores e distribuídos (Batalha *et al.*, 1997). Para que

possa ser administrada, a logística tem de ser tratada como um sistema, que tem como função ligar os componentes de forma coordenada, assim atingido o objetivo. (Fleury, 2000).

De acordo com David e Stewart (2010), uma importante função da logística tem a ver com proporcionar rentabilidade nos serviços de distribuição e armazenagem entre fornecedores, clientes e consumidores, facilitando todas as atividades do fluxo de produtos ao longo da cadeia de suprimentos, desde o ponto de aquisição de matéria-prima até o ponto de entrega ao consumo final.

A logística de suprimentos tem como responsabilidade a entrega dos produtos até o cliente. Entre as principais tarefas estão o envio de Ordem de Serviço (OS), o transporte dos produtos e insumos e armazenamento até sua distribuição (Ballou, 2006).

2.2. DISTRIBUIÇÃO

No passado, a distribuição tinha como função o foco no volume de estocagem para realizar o embarque para o cliente. Ribas (2016) afirma que a distribuição tinha como papel de pulmão de tempo e estoque grandes de produção de fábricas e controle menores como os pedidos pelos clientes. O autor destaca que as funções de distribuições tradicionais vem sofrendo com as constantes mudanças, como os canais de vendas que se expandiram com a introdução do comércio eletrônico, e outros meios de embarque direto têm aumentado os números de pedidos, reduzindo as quantidades por pedido e alterando o mix de transporte de distribuição.

Bowersox e Closs (2001), define distribuição física como a movimentação de produtos acabados e realizar sua entrega para o cliente, tendo relacionamento com a área de marketing a visão do destino ser o cliente. Para Ballou (2006) a distribuição física tem como definição uma integração com a logística empresarial, por ter uma composição de gerir a integração das atividades de movimentação, transporte e armazenagem. Sinchi-Levi *et al.* (2010, p. 660), tem como ponto de vista a existência de três modalidades de distribuição que podem ser utilizadas em diferentes momentos pelos fabricantes:

- Remessa direta – Quando a mercadoria é enviada diretamente do fabricante ao varejista sem ser enviada ao centro de distribuição.
- Estoques no depósito – Que se utiliza de armazéns ou galpões onde fica estocado para que atendam os varejistas na medida que os itens são solicitados.
- Cross-docking – Onde os itens têm uma distribuição contínua dos fornecedores para os varejistas por meio de depósitos.

Para Shyncon e Krenn (1983), a distribuição eleva o número de vendas e de participação no mercado gerando um crescimento na contribuição para os lucros. Viana (2000) afirma que a escolha do modal de transporte pode ser trocado por diversos fatores, como por exemplo custo do frete, preço de venda do produto no local de origem e o valor da venda do produto no destino.

Para Novaes (2007) quase tudo em logística, tem a necessidade de aderir a um sistema para definição dos canais de distribuição, e na distribuição física decorrente.

Com os canais de distribuições escolhidos pela empresa e realizando uma análise e acompanhamento do processo, é o momento de definir qual canal seguir.

Definido qual o canal e distribuição, é possível identificar qual o deslocamento que os produtos irão ser submetidos na distribuição. Novaes (2007) completa dizendo que as redes de logística são compostas por armazéns, centro de distribuição, estoque de mercadorias e os seus meios de transportes junto com os serviços complementares. Faria, Robles e Bio (2004) argumentam que os custos incidentes no produto após finalizado o processo de fabricação pode ser determinado como custo de distribuição, sendo eles:

- Custo de oportunidade;
- Custo de perda de vendas;
- Custo com erros na entrega;
- Custo com transporte;
- Custo com impostos incidentes nas vendas

2.3. CUSTO LOGÍSTICO

Freires (2000), define custos logísticos são relativos às atividades de planejamento, controle de todos os materiais e serviços, processamento e a saída da empresa, desde a origem até o ponto de consumo. Segundo Gudehus e Kotzab (2009), os custos logísticos são definidos de forma diferente por cada empresa. Em muitos casos os custos diferem dentro de uma mesma empresa por conta de suas operações.

De acordo com Faria e Costa (2010), existem diversas categorias de custos de operações logísticas que inclui desde a matéria-prima até a entrega ao consumidor final, desde sua movimentação, armazenagem e transportes. Faria e Costa (2010, p. 79) diz que a armazenagem tem como encargo preservar o produto até seu envio ao cliente. Para isso é necessário que tenha o controle desde a entrada do produto até a armazenagem para envio. Toda essa atividade tem custos que as empresas têm como plano diminuir. Há também o custo com armazém, que pode ser alugado ou próprio que tem de haver investimentos.

O custo com transporte, independente do modal escolhido, envolve a mão de obra, o combustível e manutenção. Afirmado por Faria e Costa (2010, p. 86), o transporte é considerado um dos processos mais importantes da logística por todo o mundo. Os modais de transporte são a conexão entre os canais da cadeia de suprimentos.

Bowersox e Closs (2001) afirma que o transporte tem custos que variam conforme os tipos de veículos, a distância, o volume e peso de carga, tipo de mercadoria e suas especificações e risco envolvido.

Charlene Bitencourt (2018, p. 25-26) demonstra como é a distribuição dos custos no transporte em três aspectos.

- Suprimento: Abastecimentos
- Transferência: Deslocamento entre empresa e filiais
- Distribuição: Transporte do produto finalizado para o cliente.

Segundo Zarzoso (2003) prova que as despesas com transporte são as mais afetadas por conta da infraestrutura, entre comparação com demais custos logísticos. A atividade de transporte é fundamental na composição do custo logístico e refere-se aos métodos utilizados para a movimentação de produtos, sendo eles os diversos modais disponíveis (Rodrigues, 2007).

O custo da operação do modal rodoviário estão cada vez mais altos por conta do custo Brasil. Para Ribeiro (2003), o custo Brasil trata-se de todos os custos desnecessários que tonem mais difícil o desenvolvimento, na medida em que oneram em medidas a produção, retirando-lhe o caráter competitivo em comparação ao mercado global. Para Faria e Robles (2002) o modal rodoviário é o maior custo isolado da cadeia logística. Envolve desde o custo de frete, sua manutenção e combustível que tem influência grande nos fatores de custos.

2.4. MODAL TRANSPORTE

Entre os vários modais existentes no mundo o que mais se destaca no Brasil foi o rodoviário. “Esse modal de transporte ganhou mercado rapidamente ao praticar menores custos, uma vez que não havia regulamentação para o preço do frete como acontecia com as ferrovias, e ser mais eficiente ao proporcionar uma flexibilidade nas rotas, a movimentação de pequenos volumes, um menor custo de operação e menores custos de embalagem. (Caixeta-Filho; Martins, 2007; IPEA, 2010) ”

Dados da CNT (2022) indicam que o modal rodoviário é o mais utilizado no transporte de carga no país, sendo responsável por 64,86% sendo a maior participação em comparação com o ferroviário com 14,95%, cabotagem com 10,47%, hidroviário com 5,25%, dutoviário com 4,45% e aéreo com 0,03%.

Silva Araújo (2022) afirma que o transporte ferroviário teve grande importância para o desenvolvimento de diversos países. O modal ferroviário pode realizar o transporte de pessoas e cargas, no Brasil, esse transporte não é tão estruturado e conta com poucas ferrovias onde estão concentradas nas regiões Sudeste e Sul que são utilizadas por trens e metro.

O modal hidroviário utiliza estradas aquáticas. Esse meio de transporte tem como exemplo barcos, balsas e navios e ocorrem em rios, lagos e mares. Silva Araújo (2022) afirma que esse transporte é utilizado no Brasil como meio de escoamento de produtos e transporte de pessoas.

Consulin e Dourado (2020) argumentam que o modal aeroviário requer uma implementação de alta tecnologia e investimento altos. Para o surgimento das empresas aéreas no Brasil, esses fatores foram de grande importância e assim surgir a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária Infraero (INFRAERO), que tem como objetivo administrar, implantar e operar toda infraestrutura dos aeroportos. Silva Araújo (2022) caracteriza o modal dutoviário para transportes de líquidos e gases. Na maioria das cidades esse sistema é responsável pelo abastecimento de água. Esses transportes são feitos por tubos que se utiliza da força da gravidade e de pressão.

O transporte rodoviário é o mais importante entre os modais uma vez que possibilita movimentar uma grande variedade de materiais para qualquer destino, devido à sua flexibilidade, sendo utilizada para pequenas encomendas, e curtas, médias e longas

distâncias, por meio de coletas e entregas ponto a ponto. (Bertaglia, 2005, p. 283)

Graças ao transporte a criação de níveis altos de atividades econômicas país. Um sistema de transporte com grande eficiência aumenta a competitividade do mercado, girando a economia e assim ter maior oferta de serviços reduzindo os preços dos produtos (Castiglioni; Pigozzo (2014). Conforme Moura (2022) afirma que cada modal de transporte tem vantagens e desvantagem de acordo com sua utilização.

Vantagens:

- Maior agilidade na entrega por meio das interligações de rodovias.
- Entrega até o cliente final.
- Modal que mais recebe investimento pelo governo.
- Menor chance de perda de mercadorias por avarias.
- Baixo valor dos fretes, comparando-se a alta taxa de manutenção e renovação de frota.

Desvantagens:

- Capacidade de carga pequena em comparação a outros modais.
- Jornada de trabalho longa.
- Forte regulação e alta burocracia para o uso do transporte.
- Maior risco de roubo de carga
- Custo de manutenção e combustível altos.

O gerenciamento da logística do modal rodoviário tem se mostrado desafiador, sendo que toda sua operação tem que ser gerenciada por ocorrer em conjunto e tem que monitorar o tempo e o lugar que as cargas devem estar. A logística o processo uma vez oferecendo benefícios para tomada de decisões (Freitas; Fraga; Souza, 2016).

2.5. TIPOS DE COMBUSTÍVEIS

De acordo com Bizzo (2003), a sociedade humana teve como principal fonte de combustível o que são derivados do petróleo aos longos dos anos. Assim, todavia a atual sociedade humana se vê obrigada a utilizar combustíveis que não tenha efeitos muitos negativos o meio ambiente.

Os combustíveis sólidos consistem em componentes que se apresentam no estado sólido por conta da temperatura e pressão do ambiente, também são caracterizados por serem encontrados naturalmente ou fabricados artificialmente, alguns exemplos são madeira e carvão mineral (Carlos, 1984).

Carlos (1984), afirma que os combustíveis líquidos são materiais compostos por vários tipos de hidrocarbonetos (substâncias compostas por átomos de hidrogênios e carbono). Esse tipo de combustível é o mais comum entre os três, sendo utilizado constantemente pelas pessoas, como por exemplo, no preparo de alimentos, fonte de calor e outras atividades.

Há dois tipos de combustíveis, sendo eles naturais onde são achados na natureza e os produzidos artificialmente, os principais combustíveis naturais são:

- Petróleos: Combustíveis não renovável encontrados em grandes reservas subterrâneas ou no fundo do mar chamadas bacias sedimentares (Fernando, 1998).
- Óleo de xisto: Rocha sedimentar natural com querogênio, que atingindo certa temperatura libera gases combustíveis que são condensados em forma de combustível líquido (Carlos, 1984).
- Os principais combustíveis artificiais são:
- Gasolina: Combustível não renovável mais conhecido atualmente, obtido através da destilação do petróleo sendo misturado com amíaco (Carlos, 1984)
- Óleo diesel: Combustível não renovável mais conhecido atualmente, obtido através da destilação do petróleo, utilizado apenas por motores de combustão interna (Carlos, 1984).

Os combustíveis gasosos têm uma facilidade de serem achados no interior da terra em várias partes do planeta, ou formados através de processos petroquímicos e tratamento do carvão. Basicamente o combustível gasoso são uma mistura de gases, contendo substâncias químicas (Pagliuso, 1995). Bizzo (2003), afirma que os combustíveis gasosos estão cada vez mais sendo utilizados pela indústria, por ser uma forma de energia mais eficiente e limpa, porém sua aplicação é lenta por conta de sua forma de distribuição, que é feita através de gasodutos.

Pagliuso (1995), ressalta que os combustíveis gasosos são uma fonte de energia alternativa limpa e poderosa, pois possuem maior poder calorífico (liberando mais energia quando queimados) do que outros combustíveis líquidos e sólidos.

O gás natural é formado a partir de uma cadeia de hidrocarbonetos, principalmente por metano (CH_4), que representa cerca de 68% em porcentagem volumétrica, além de outros gases em menores proporções como o etano, propano, butano e outros elementos como dióxido de carbono (CO_2), nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2) (CETESB, 2010).

Segundo Pavani (2012), quando ocorreu a descoberta da Bacia de Campos em 1974 que passou a ser explorada como fonte de gás natural, o governo decidiu incentivar as indústrias, comércio e transportadoras a utilizar o gás natural como combustível, assim em 1987 foi criado o Plano Nacional de Gás Natural (PLANGÁS). Foi nesse período que desenvolveram a pesquisa para conversão de veículos para GNV através do Kit Gás para veículos leves.

Porém a utilização em frotas de caminhões estava limitada e apenas para demonstrações em caminhões teste, como feito em parceria com a Man Latin América e Volkswagen no ano de 2014, na qual desenvolveu um caminhão que funcionava 100% utilizando GNV para distribuição de bebidas da Ambev (Auto Segredos, 2014). Em 2020, a fabricante Scania se tornou a primeira montadora de caminhões GNV no País, com uma estimativa de custo entre 30% a 35% a mais que os caminhões movidos a diesel, porém apostando na preservação ambiental com a taxa de emissão de CO_2 (Estadão, 2020)

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa teve como objetivo demonstrar se há viabilidade econômica na implementação de gás natural veicular (GNV) através de análises de dados do sistema TMS Service Logic. Foram observados todo o processo de adaptação do veículo e coleta de dados através das viagens que o veículo realizou. A abordagem da pesquisa será qualitativa e para alcançar os objetivos será utilizada o modelo de pesquisa exploratória descritiva, bibliográfica e o procedimento utilizado será estudo de caso.

A base de dados analisadas teve como referência cinco viagens realizadas pelo veículo híbrido entre os meses de março e agosto de 2022, analisando a distância percorrida, o peso e qual custo cada um teve para realizar a operação.

Andrade (2010, p. 134) afirma que para planejar uma pesquisa deve-se preparar um plano de ação e determinar os instrumentos que serão utilizados para coletar os dados, como questionários, formulários ou roteiros de entrevistas. Com autorização da empresa os dados foram recolhidos e demonstrado por meio de planilhas e gráficos para obter os resultados.

Conforme seus objetivos mais gerais esta pesquisa classifica-se como pesquisa exploratória, que têm como objetivo proporcionar maior entendimento com o problema, para torna-lo mais explícito (Gil, 2010, p. 27). Essa pesquisa tem como classificação bibliográfica, que visa explicar o problema tendo como referências conceitos publicados Cerro e Bervian (2002, p. 65). Gil (2010 p. 29) também ressalta que a pesquisa bibliográfica a utilização de material impresso, como livros, revistas, jornais, dissertações e canais de eventos científico.

De acordo com Gil (2002), a pesquisa exploratória visa proporcionar um maior conhecimento sobre o problema, esclarecê-lo ou formular hipóteses. Seu foco principal é refinar ideias ou descobrir intuições. Sua construção é, portanto, bastante flexível, permitindo, assim, considerar diferentes aspectos relacionados ao fato investigado.

A pesquisa tem como característica descritiva, onde serão descritos os processos das viagens dos caminhões e de abastecimentos. Segundo Gil (2010 p. 28) a pesquisa descritiva tem a finalidade de demonstrar os aspectos de um grupo, demonstrando dentro da realidade a relação entre os dados e suas variáveis.

A pesquisa tem a forma qualitativa, que utilizara o estudo de caso tem como objetivo aproximar a análise da situação, demonstrando através de comparação de dois veículos de mesmo modelo comparando o custo de operação e a existe viabilidade econômica. Neves (1996), argumenta que os estudos qualitativos são realizados em sua maioria no ponto de origem, o que não impossibilita o pesquisados o emprego da lógica empírica, porem assume que a análise do fenômeno em si é mais adequada porque o estudo inclui um fenômeno com alguma ambiguidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento constante do diesel e a busca por combustíveis sustentáveis está cada vez maior em todo o planeta, muitas transportadoras buscam meios mais econômicos para aumentar seus lucros constantemente.

Os caminhões híbridos e elétricos estão surgindo no mercado e já é encontrado em abundância no continente europeu sendo um dos que mais incentiva a conversão dos veículos para modelos ecologicamente corretos.

A transportadora localizada em Viana/ES realizou a conversão de um de seus veículos em fevereiro de 2022, tendo o modelo um Volvo/FH 460 6x2T 2018/2019 movido a diesel s-10 para veículo híbrido que utiliza o GNV como um combustível secundário. A conversão ocorreu no estado de Santa Catarina com um custo de investimento de R\$ 20.000,00 referente a instalação do kit gás e a mão de obra e outras despesas referente a documentações e licenças.

Conforme tabela abaixo a demonstração dos custos para conversão do veículo.

Tabela 01: Custos para conversão do veículo.

CUSTO CONVERSÃO	
Peças	R\$ 16.500,00
Mão de Obra	R\$ 3.500,00
Inspeção Veicular	R\$ 845,00
Documentação Detran	R\$ 464,03
Combustível (deslocamento)	R\$ 3.226,54
TOTAL	R\$ 24.535,57

Fonte: Elaboração própria (2022).

O custo de conversão é mais barato do que comprar um caminhão novo de fábrica, podendo chegar a um valor 30% mais alto em comparação a um veículo com mesmas especificações movido somente a diesel, como o oferecido pela Scania sendo um modelo que utiliza somente GNV.

A primeira viagem comparada foi realizada em março de 2022 sendo utilizados para comparação o veículo híbrido e outro de mesma categoria movido a diesel, tendo a rota ES X SP.

Os valores comparados são diferentes entre os veículos, principalmente no KM percorrido e peso que cada um estava, para realizar essa comparação foi utilizado o mais próximo para demonstrar com maior exatidão os resultados. Na tabela 2, conforme abaixo demonstra a quantidade que cada veículo gastou para realizar o percurso.

Tabela 02: Primeira viagem.

VEICULO DIESEL - QRC-4361		VEICULO HIBRIDO - QRC-4363	
ROTA	ES x SP	ROTA	ES X SP
KM RODADO	749	KM RODADO	761
PESO	27.144,000	PESO	27.110,000
PERIODO	mar/22	PERIODO	mar/22

ABASTECIMENTOS	LITRAGEM	VALOR	ABASTECIMENTOS DIESEL	LITRAGEM	VALOR
	357,990	R\$ 1.993,64		249,070 L	R\$ 1.387,07
			ABASTECIMENTOS GNV	65,834 M³	R\$ 309,35
			91,860 M³	R\$ 441,00	

TOTAL	357,990 L	R\$ 1.993,64	TOTAL	249,070 L	R\$ 2.137,42
				157,694 M³	

TOTAL ECONOMICO	-R\$	143,78	PERCENTUAL	-7,21%
-----------------	------	--------	------------	--------

Fonte: Elaboração própria (2022).

A comparação dos percursos demonstra uma diferença de 12 KM de diferença entre os veículos e uma diferença de 34 KG. Como demonstrado na tabela o veículo a diesel precisou para esse percurso de 357,990 litros de combustível para chegar ao cliente tendo um gasto total de R\$ 1.993,64.

Tabela 03: Segunda viagem.

VEICULO DIESEL - QRC-4363		VEICULO COM GNV - QRC-4363	
ROTA	ES X SP X ES	ROTA	ES X SP X ES
KM RODADO	2128	KM RODADO	2153
PESO	32.350,000	PESO	30.520,000
PERIODO	abr/22	PERIODO	abr/22

ABASTECIMENTOS	LITRAGEM	VALOR	ABASTECIMENTOS DIESEL	LITRAGEM	VALOR
	338,010 L	R\$ 2.126,09		300,020 L	R\$ 1.887,13
230,020 L	R\$ 1.446,83	174,000 L	R\$ 1.094,46		
303,000 L	R\$ 1.760,43	195,000 L	R\$ 1.132,95		
			ABASTECIMENTOS GNV	87,023 M³	R\$ 417,62
			82,830 M³	R\$ 429,97	
			95,014 M³	R\$ 500,72	
			68,050 M³	R\$ 326,57	
			90,580 M³	R\$ 422,36	

TOTAL	871,030 L	R\$ 5.333,35	TOTAL	669,020 L	R\$ 6.211,78
				423,497 M³	

TOTAL ECONOMICO	-R\$	878,43	PERCENTUAL	-16,47%
-----------------	------	--------	------------	---------

Fonte: Elaboração própria (2022).

O veículo híbrido utilizou 249,070 litros para o mesmo percurso e 157,694 metros cúbicos divididos em dois abastecimentos tendo um custo de R\$ 2.137,42. O veículo GNV teve um gasto a mais de R\$ 143,78 equivalendo a 7,21% de diferença entre o veículo convencional.

A segunda viagem tem como o período o mês de abril de 2022 tendo a rota ES X SP X ES sendo comparado o mesmo veículo, porém em uma viagem utilizando somente diesel e outra utilizando GNV. Na tabela 3, conforme abaixo demonstra a quantidade que o veículo gastou para realizar o percurso.

Como demonstrado na tabela 3, o veículo realizou a primeira viagem utilizando somente diesel percorrendo 2128 KM carregado com 32.350 KG, utilizando 871,030 litros totalizando R\$ 5.333,35.

Na segunda viagem caminhão percorreu 2153 KM carregado com 30.520 KG, uma diferença de 25 KM e 1.830 KG em relação a viagem anterior, sendo utilizado 669,020 litros de diesel e 423,497 M³ totalizando um gasto de R\$ 6.211,78. O veículo GNV teve um gasto a mais de R\$ 878,42 equivalendo a 16,47% de diferença entre o veículo convencional.

A terceira viagem tem como o período o mês de julho de 2022 tendo a rota ES X SP sendo comparado dois veículos de mesmo modelo sendo um convencional e outro híbrido, como demonstrado na tabela 04.

Tabela 04: Terceira viagem.

VEICULO DIESEL - QRC-4361		VEICULO COM GNV - QRC-4363	
ROTA	ES X SP	ROTA	ES X SP
KM RODADO	806	KM RODADO	795
PESO	32.000,000	PESO	31.430,000
PERIODO	jul/22	PERIODO	jul/22

	LITRAGEM	VALOR		LITRAGEM	VALOR
ABASTECIMENTOS	331,550	R\$ 2.383,84	ABASTECIMENTOS DIESEL	231,001 L	R\$ 1.820,28
			ABASTECIMENTOS GNV	93,943 M ³	R\$ 482,86
				63,381 M ³	R\$ 353,03

TOTAL	331,550 L	R\$ 2.383,84	TOTAL	231,001 L	R\$ 2.656,17
				157,324 M ³	

TOTAL ECONOMICO	-R\$	272,33	PERCENTUAL	-11,42%
-----------------	------	--------	------------	---------

Fonte: Elaboração própria (2022).

O veículo movido a diesel rodou 806 KM carregado com 32.000 KG, para esse percurso foi realizado um abastecimento de 331,550 litros com custo de R\$ 2.383,84. O veículo GNV realizou o mesmo percurso percorrendo 795 KM carregado com 31.430 KG, para realizar o percurso o caminhão realizou um abastecimento de diesel de 231,001 litros no valor R\$ 1.820,28 e dois abastecimentos de GNV sendo o primeiro de 93,943 metros cúbicos no valor de R\$ 482,86 e segundo de 63,381 metros cúbicos custando R\$353,03.

Como demonstrado na tabela o gasto total do veículo a diesel foi de R\$ 2.383,84 enquanto o veículo GNV teve um gasto de R\$ 2.656,17 gerando um custo de R\$ 272,33, equivalente a 11,42% mais caro.

A quarta viagem ocorreu para a região Nordeste com a rota ES X BA no mês de agosto de 2022, foi usado como base dois veículos de mesmo modelo sendo um convencional e outro híbrido. Um diferencial dessa viagem foi peso que ambos estavam carregados sendo o veículo GNV esteve mais leve.

Conforme na figura 5, o veículo diesel percorreu a distância de 1.403 KM com 31.653 KG, sendo necessários realizar 4 abastecimentos totalizando 760 litros de diesel tendo um custo de R\$ 5.465,80.

O veículo GNV percorreu uma distância de 1347 KM carregado com 26.958 KG e realizou dois abastecimentos de diesel totalizando 655 litros a um custo de R\$ 5.465,80 e um de GNV sendo de 76,949 metros cúbicos no valor de R\$ 360,89.

O veículo movido com gás teve uma economia de R\$ 331,53 em relação ao veículo a diesel equivalente a 6,07%, no entanto deve ser apontado a existência de diferença no peso ao qual estava carregado.

Tabela 05: Quarta viagem.

VEICULO DIESEL - QRC-4360			VEICULO COM GNV - QRC-4363		
ROTA	ES X BA		ROTA	ES X BA	
KM RODADO	1403		KM RODADO	1347	
PESO	31.653,000		PESO	26.958,000	
PERIODO	ago/22		PERIODO	ago/22	

ABASTECIMENTOS	LITRAGEM	VALOR	ABASTECIMENTOS DIESEL	LITRAGEM	VALOR
	150,000 L	R\$ 1.108,50		318,000 L	R\$ 2.400,90
	100,000 L	R\$ 755,00		337,000 L	R\$ 2.372,48
	70,000 L	R\$ 504,70		76,949 M ³	R\$ 360,89
	440,000 L	R\$ 3.097,60			
TOTAL	760,000 L	R\$ 5.465,80	TOTAL	655,000 L	R\$ 5.134,27
				76,949 M ³	

TOTAL ECONOMICO	R\$	331,53	PERCENTUAL	6,07%
-----------------	-----	--------	------------	-------

Fonte: Elaboração própria (2022).

A quinta viagem ocorreu no mesmo período da quarta tendo como rota BA X PI, foi usado como base dois veículos de mesmo modelo sendo um convencional e outro híbrido.

Conforme demonstrado na figura 6, o veículo diesel percorreu o percurso uma distância de 846 KM carregado com 31.273 KG, tendo abastecido somente uma vez a quantia de 340,021 litros com custo de R\$ 2.522,96. O veículo GNV percorreu a mesma distância de 846 KM carregado com 31.720 KG, sendo necessários realizar um abastecimento de 350,000 litros de diesel com custo de R\$ 2.492,00 e um de GNV

sendo abastecido 90,819 metros cúbicos no valor de R\$ 452,32, tendo um custo total de R\$ 2.944,32. Como nos demais casos o veículo GNV demonstra um custo maior de operação em relação a veículo a diesel de R\$ 421,36 equivalente a 16,70%.

Tabela 06: Quinta viagem.

VEICULO DIESEL - QRC-4360		VEICULO COM GNV - QRC-4363	
ROTA	BA X PI	ROTA	BA X PI
KM RODADO	846	KM RODADO	846
PESO	31.273,424	PESO	31.720,000
PERIODO	ago/22	PERIODO	ago/22

	LITRAGEM	VALOR		LITRAGEM	VALOR
ABASTECIMENTOS	340,021	R\$ 2.522,96	ABASTECIMENTOS DIESEL	350,000	R\$ 2.492,00
			ABASTECIMENTOS GNV	90,819 M ³	R\$ 452,32

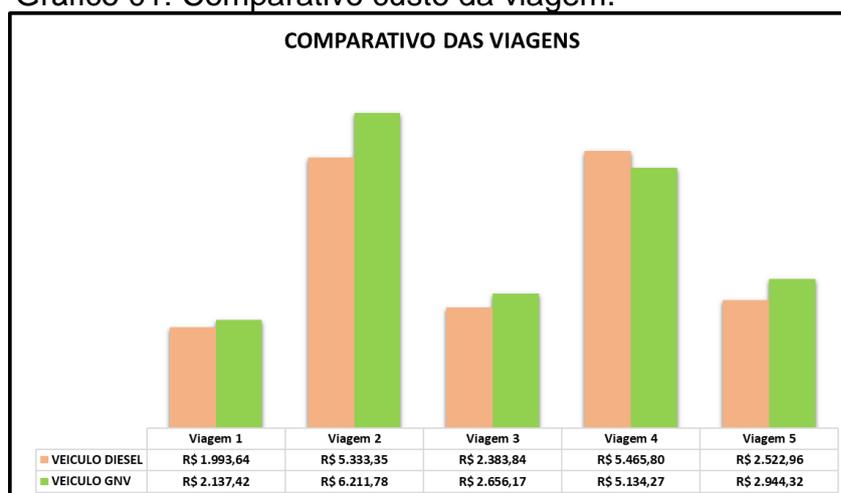
TOTAL	340,021 L	R\$ 2.522,96	TOTAL	350,000 L	R\$ 2.944,32
				90,819 M ³	

TOTAL ECONOMICO	-R\$	421,36	PERCENTUAL	-16,70%
-----------------	------	--------	------------	---------

Fonte: Elaboração própria (2022).

Conforme demonstrado no gráfico 1 em comparação das viagens o custo de operação do veículo GNV é maior ao comparar com o veículo GNV.

Gráfico 01: Comparativo custo da viagem.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Ao analisar o gráfico abaixo, podemos verificar que dentro das cinco viagens utilizadas como amostragem o GNV se mostrou mais caro em relação ao diesel, isso demonstrado que somente na viagem 4 mostrou um custo menor, mas tendo como

argumento que existia uma diferença no peso entre os dois veículos, já as demais mostraram que o custo para operação do veículo é maior em relação ao caminhão convencional.

Uma vantagem apresentada pelo veículo GNV foi um menor consumo de aditivo arla, que é um líquido usado para reduzir a quantidade de poluição do ar criada por um motor a diesel. Esse produto é obrigatório nos caminhões utilizadores de diesel S-10, no gráfico abaixo.

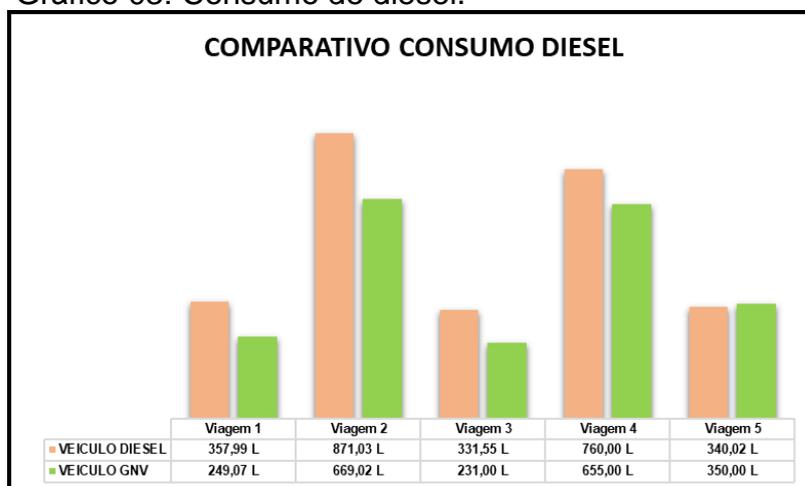
Gráfico 02: Gasto com arla entre as viagens.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Mesmo com a redução do consumo do arla, a diferença não é o suficiente para garantir uma eficiência econômica na utilização. A redução de consumo do diesel também é evidente nos dados, visto que o veículo a gás utilizou menos combustível na maioria das viagens, conforme demonstrado no gráfico abaixo.

Gráfico 03: Consumo de diesel.



Fonte: Elaboração própria (2022).

Conforme demonstrado no gráfico, ocorreu uma redução de 30% no consumo de diesel pelo caminhão GNV, porém para ocorrer tal redução o veículo tem que utilizar o gás constantemente, o que não é possível atualmente no Brasil, visto que existem poucos postos que comercializam GNV e tem capacidade para receber veículos pesados. Mesmo com a redução do consumo de diesel o custo para operação do veículo é mais caro, isso porque para conseguir essa redução o caminhão precisa utilizar GNV, o que acaba o custo ser mais alto em comparação a economia por conta do preço que o gás é vendido nos postos, e por ter quantidade limitadas a prática de negociação se torna mais difícil.

Para ter vantagens econômicas o GNV teria que ser comercializado com preço médio de R\$ 3,50 o metro cúbico, o que não é realidade na maior parte dos estados que comercializam GNV, como demonstrado na tabela abaixo.

Figura 10: Demonstrativo preços médio do GNV nos estados brasileiros.

Mato Grosso	R\$3,19	Rio de Janeiro	R\$5,05
Amazonas	R\$3,99	São Paulo	R\$5,10
Rio Grande do Norte	R\$4,19	Sergipe	R\$5,14
Pernambuco	R\$4,23	Rio Grande do Sul	R\$5,44
Bahia	R\$4,32	Minas Gerais	R\$5,47
Alagoas	R\$4,40	Santa Catarina	R\$5,88
Ceará	R\$4,63	Paraná	R\$6,03
Espírito Santo	R\$4,99	Goiás	R\$6,10
Mato Grosso do Sul	R\$4,99	Tocantins	R\$5,29
Paraíba	R\$4,99	Distrito Federal	R\$6,19

Fonte: Agencia Nacional do Petróleo (ANP, 2022).

Na questão de manutenção foi apontado que não ocorreu nenhuma redução nos custos em comparação com os demais veículos, todas os serviços preventivos ocorreram ao mesmo e demais situações foram em decorrência a operação do veículo e situações que não envolve o GNV.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como principal objetivo demonstrar se a conversão dos caminhões liga pesado para versão híbrida, tendo como segunda opção de combustível GNV tornaria as operações da transportadora mais econômicas, a empresa localizada na cidade de Viana/ES fez a conversão de um veículo com objetivo de torna as operações mais econômicas e realizou os testes e apresentou os resultados obtidos.

A análise e a comparação dos resultados foram tabulados e levantados durante a realização de 5 viagens. Foram observados: o KM percorrido; o peso que estavam carregados; o período e a quantidade que cada veículo utilizou de combustível. E a partir dessas informações, comparar os gastos para verificar qual era mais econômico. Como resultado obtido nestas cinco viagens analisadas, apenas em uma apresentou-se resultados positivos para o GNV, cabe destacar, porém que foi levado em

consideração que existia uma diferença considerável no peso em relação ao veículo a diesel.

As outras 4 viagens demonstraram desvantagens econômicas no uso do GNV. Mesmo apresentando uma redução do consumo do diesel em cerca de 30%, o resultado só foi possível utilizando o gás natural, o que devido aos preços atuais praticados pelo mercado tornando o processo mais caro em relação ao que foi economizado com diesel. O veículo híbrido também se mostrou eficiente no consumo do aditivo arla, que é obrigatório sua utilização por lei com o objetivo de reduzir a emissão de CO² dos caminhões e gerando custos na operação e demonstrou uma economia assim como o diesel, no entanto os valores não são suficientes para provar um resultado positivo para o veículo GNV.

Pode-se constatar que o veículo híbrido gastou menos combustível em relação ao caminhão a diesel, evidenciando um custo maior com a utilização do GNV nos caminhões. Além do aspecto mencionado acima, cabe destacar a dificuldade de encontrar postos que disponibilizam o GNV, que torna a operação ainda mais complexa.

Os dados demonstrados nas viagens apontam que em o custo das operações ficou em média 13% mais caros em comparação aos veículos convencionais, e por mais que ocorra a redução no consumo de diesel o GNV só oferece vantagens se o preço unitário do metro cubico fosse em média R\$3,50, o que como demonstrado só é comercializado abaixo desse valor no estado do Mato Grosso, com uma operação que abrange todo território nacional as viagens de GNV apresentariam sempre custos maiores em comparação aos veículos a diesel.

Com isso conclui-se que o atual mercado o veículo híbrido GNV não demonstrou vantagens econômicas para a empresa, e sim um custo a mais para operação, em virtude que o investimento inicial de adaptação dos cilindros e preparo do carro não obteve o retorno esperado para cobrir o investimento durante sua utilização, tendo como vantagem apenas a redução do consumo de combustível.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A.C.; NOVAES, A. G. **Logística aplicada**: suprimentos e distribuição física. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

AUTO SEGREDOS. **Grupo Man/Volkswagen testará caminhão movido a GNV no Rio de Janeiro**. 2014. Disponível em: <<https://www.autossegredos.com.br/caminhoes-2/volkswagen/grupo-manvolkswagen-testaracaminhao-movido-a-gnv-no-rio-de-janeiro/>>. Acesso em 31 mar. 2022.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial**: transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BATALHA, M. O.; *et al.* **Gestão agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 1997.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2006.

BOWERSOX, D. J; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.

BOWERSOX, D; CLOSS, D; COOPER, M. **Gestão da cadeia de suprimentos e logística**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

CAIXETA-FILHO, J. V. E MARTINS R. S. **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2007.

CASTIGLIONI, J. A. M.; PIGOZZO, L. **Transporte e distribuição**. São Paulo: Érica, 2014.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Gás natural**. 2010. Disponível em:
<<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wpcontent/uploads/sites/24/2013/11/Gas-natural.pdf/>>. Acesso em 28 mar. 2022.

CONSULIN, R. F.; DOURADO, A. B. F. A Infraero e os novos desafios após as concessões. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.12, p. 101504-101519, 2020.

FARIA, A. C.; COSTA, M. F. G. **Gestão de custos logísticos**. São Paulo: Atlas, 2010.

FARIA, A. C; ROBLES, L. T. Em busca da vantagem competitiva: trade-offs de custos logísticos em cadeias de suprimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 9, 2002, Recife-PE. **Anais...** Recife, 2002.

FARIA, A.C.; ROBLES, L. T.; BIO S. R. Custo Logísticos: discussão sob uma ótica diferenciada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTO, 11., 2004, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro-BA, 2004.

FERNANDO, C. **Petróleo: dossiê de recursos naturais**. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 1998. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/eav/search/authors/view?givenName=Celso%20Fernando&familyName=Lucchesi&affiliation=Petrobras&country=&authorName=Lucchesi%20C%20Celso%20Fernando>. Acesso em 10 abr. 2022.

FLEURY, P. F.; FIGUEIREDO, K. F.; WANKE, P. **Logística empresarial - a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000

FREIRES, F. G. M. **Proposta de um modelo de gestão dos custos da cadeia de suprimentos**. 2000, 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção),

Escola de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

GIACOMELLI, G.; RIBAS, M.; PIRES, S. **Logística e distribuição**. São Paulo, 2016.

GUDEHUS, T.; KOTZAB, H. **Comprehensive logistic**. Berlin: Springer, 2009.

MOURA, L. **Sistema de Transportes**. São Paulo, 2022.

MONK, S. **Tecnologia da informação para gestão**: em busca de um melhor desempenho estratégico e operacional. 8 ed. São Paulo: Bookman, 2013.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**: estratégia, operação e avaliação. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

PAVANI, R. H. **Análise das vantagens e desvantagens no uso do gás natural em veículos de passeio**. 2012. Disponível em:
<<https://maua.br/files/monografias/analisedas-vantagens-e-desvantagens-no-uso-do-gas-natural-em-veiculos-de-passeio.pdf>>. Acesso em 12 abr. 2022.

RIBEIRO, L. G. L. **Registro de imóveis X custo Brasil**. 2003. Disponível em:
<<http://www.irib.org.br/boletins/detalhes/3139>>. Acesso em: 25 mai. 2022.

SHYNCON, H. N.; KRENN, J. M. **Modeling sales response of customer service for more effective distribution**. Proceedings of National Council of Physical Distribution Management: New Orleans, LA, 1983.

SILVA ARAÚJO, J. **Breve histórico e classificação dos sistemas de transportes**. São Paulo. 2022

SILVA, D.; *et al.* A importância da sustentabilidade para a sobrevivência das empresas. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**, Pirassununga, v. 5, n. 5, p. 74-79, mar. 2016.

SINCHI-LEVI, D., KAMINSKY, P., & SINCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos: projeto e gestão: conceitos, estratégias e estudos de caso**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

VIANA, J. J. **Administração de materiais**: um enfoque prático. São Paulo: Atlas, 2000.