

MBA EM FINANÇAS

Com Ênfase em Transporte

Estudo de viabilidade de solução intermodal (PIGGYBACK) na Região Sudeste

Anacelia Panzam

Jeans Santos

Mônica Gadelha

Rafael Amaral

Rogério Gomes

Victor Ludwig

São Paulo

2022

Estudo de viabilidade de solução intermodal (*PIGGYBACK*) na Região Sudeste

Projeto apresentado ao IBMEC como requisito parcial para
obtenção do título de Especialista em Finanças com
Ênfase no Transporte

Orientador: Prof. Maurício Mauro

São Paulo

2022

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho ao Instituto de Transporte e Logística (ITL) que através deste programa - em parceria com a Confederação Nacional do Transporte (CNT), o Serviço Social do Transporte e o Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte (SEST SENAT) e o IBMEC - proporcionou a todos integrantes do grupo uma oportunidade única de desenvolvimento pessoal e profissional.

Epígrafe

“Foram 70 anos de abandono e sobrecarrego do modal ferroviário. Com a mudança de postura do Governo Federal em favor da iniciativa privada, agora é possível receber financiamento privado na área. A retomada do desenvolvimento da malha ferroviária gera empregos e auxiliará ainda mais no crescimento de todos os setores da economia.”

Jair Messias Bolsonaro - Presidente da República em exercício

RESUMO

Os diversos modais de transporte sempre buscam novas ferramentas e mecanismos mais ágeis para realizar seus serviços com maior efetividade. Uma destas ferramentas de transporte, com foco na multimodalidade, é o transporte Piggyback, que tem grande influência nos Estados Unidos e consiste em transportar, através de trens, carretas em vagões plataforma. No Brasil, o que mais se assemelha a este modelo é o transporte de contêineres. Para o grande nível de consumo da região Sul e Sudeste exige-se um transporte de carga pesada e a granel, demandando grandes distâncias para locomoção dessas cargas. Isso nos levou a busca de novas ferramentas de transporte com menor custo. Partindo dessas premissas, o objetivo do presente estudo é abordar sobre o transporte Piggyback, e conseqüentemente a citação do transporte intermodal.

Palavras-Chave:

Piggyback. Transporte Intermodal. Logística. Transporte de carga.

ABSTRACT

The various modes of transportation are always looking for new tools and more agile mechanisms to perform their services more effectively. One of these transportation tools, with a focus on multimodality, is Piggyback transportation, which has great influence in the United States and consists of transporting, via trains, carts in flatcars. In Brazil, what is most similar to this model is container transportation. For the great level of consumption in the South and Southeast regions, heavy and bulk cargo transportation is required, demanding great distances to move these loads. This led us to search for new transportation tools at lower costs. Based on these premises, the objective of this study is to approach the Piggyback transportation, and consequently the citation of intermodal transportation.

Keywords:

Piggyback. Intermodal Transportation. Logistics. Freight Transportation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Processo de intermodalidade com a utilização de diversos mecanismos.....	13
Figura 2 - Caminhões engatados por um caminhão principal com o sistema Piggyback.....	21
Figura 3 - A operação de transportar carretas sobre pranchas, de trem, é chamada de 'Piggyback', expressão que significa "carregar porcos nas costas", como era comum antigamente.....	23
Figura 4- Roadrainers	25
Figura 5- Big Bag.....	26
Figura 6 - ESQUEMA DA ABORDAGEM	28
Figura 7 - Tabela resumo das premissas operacionais utilizadas no trabalho.....	30
Figura 8 - Reportagem com estimativa de consumo de diesel para caminhão.....	31
Figura 9 - Estimativa de distância rodoviária	32
Figura 10 - Estimativa de distância rodoviária	32
Figura 11 -Estimativa de preço da carreta	34
Figura 12- Estimativa de preço do cavalo	35
Figura 13 Tabela resumo das premissas de investimento utilizadas no trabalho.....	36
Figura 14- Tipos de Carreta.....	38
Figura 15 - Demonstrativo de fluxo de caixa.....	41

SUMÁRIO

1. RESUMO EXECUTIVO	8
2. BASES CONCEITUAIS.....	9
2.1 Introdução	9
2.2 Referencial Teórico.....	10
2.2.1 Intermodalidade.....	11
2.2.2 Conceito e Origem.....	12
2.2.3 Tipos de Intermodal	15
2.3 Piggyback	21
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	26
4. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES.....	27
4.1 Abordagem Escolhida.....	27
4.2 Entrevistas	28
4.3 Premissas	30
4.3.1. Operacionais:	30
4.4 Suporte e Viabilidade	36
4.4.1 WACC.....	36
4.4.2 Modelo Operacional.....	37
4.5 Análise.....	40
4.5.1 Viabilidade Econômica	40
4.5.2 Viabilidade Socioambiental.....	42
4.5.3 Modelos de Negócios.....	43
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	43
6. REFERÊNCIAS.....	45
7. ANEXOS	46

1. RESUMO EXECUTIVO

Os diversos modais de transporte sempre buscam novas ferramentas e mecanismos mais ágeis para realizar seus serviços com maior efetividade. Uma destas ferramentas de transporte, como alternativa multimodal, é o transporte Piggyback, que tem grande influência nos Estados Unidos e consiste em transportar, através de trens, carretas em vagões plataforma. No Brasil, o que mais se assemelha a este modelo é o transporte de contêineres. Para o grande nível de consumo da região Sul e Sudeste exige-se um transporte de carga pesada e a granel, demandando grandes distâncias para locomoção dessas cargas. Isso nos levou a busca de novas ferramentas de transporte com menor custo. Partindo dessas premissas, o objetivo do presente estudo é abordar sobre o transporte Piggyback, e conseqüentemente a citação do transporte intermodal. Como objetivos específicos, o estudo mostrará os resultados obtidos pela adoção desse tipo de transporte na região Sudeste.

Para atingir os objetivos, abordaremos no capítulo 2 as bases conceituais com definição de transporte, tipos de modais, origem, conceito e exemplos de aplicações do sistema de transporte Piggyback e sua integração com outros modais. A metodologia adotada para este estudo foi a qualitativa e quantitativa conforme especificado no capítulo 3.

No capítulo 4 falaremos das entrevistas e pesquisas realizadas para o Levantamento de Informações dos custos operacionais e investimentos necessários envolvidos em cada modal para montar um modelo alternativo de operação de transporte Piggyback. Ainda neste capítulo, será abordada a análise de viabilidade econômica e socioambiental com base nas premissas operacionais e de valores de investimentos estabelecidos, considerando uma operação com 100% de ocupação, através do demonstrativo do fluxo financeiro entre os modelos de negócios envolvidos no estudo.

No capítulo 5 faremos a conclusão e recomendações do estudo realizado.

Palavras-Chave: *Piggyback*. Transporte Intermodal. Logística. Transporte de carga.

2. BASES CONCEITUAIS

2.1 Introdução

O transporte é definido como o movimento de pessoas e/ou mercadorias de um lugar para outro no espaço, ao longo de uma rota, em um determinado período. Quando se pensa em sistema de transporte, estamos presenciando diferentes partes interagindo para atingir o objetivo desse movimento, de acordo com um plano ou um princípio, em relação ao ambiente em que está localizado e de acordo com os recursos ou indispensabilidades que surgem a partir dele.

Com o aumento da tecnologia e do mercado superfaturado, o mesmo passou cada vez mais a operar além das fronteiras geográficas e, por isso, as empresas precisam inovar e emendar na gestão de suas operações. Para se manterem competitivas, relacionando fatores que reduzam seus custos e gerenciar a redução no prazo e nas entregas. Portanto, a busca por soluções de logísticas capazes de atender longas distâncias em curto prazo, pode ser tão decisiva quanto o fator custo, de modo em se tornar o estudo cada vez mais relevante, no que diz respeito a métodos de otimização de rotas intermunicipais e internacionais, que estão em constante evolução para alcançar modelos próximos da realidade atual.

Com o objetivo de incrementar o conhecimento sobre os modais de transporte de cargas existentes no mundo, muitos estudos têm sido propostos em nível nacional e internacional. Na maioria desses estudos, se buscam desenvolver opções de transporte, para reduzir custos operacionais e incrementar sua eficiência. Entre as soluções mais pesquisadas ao redor do mundo, estão o incentivo a práticas de transporte intermodal que busquem uma utilização mais racional dos modais de transporte, combinando vários modos de transporte, diferentes maneiras de transportar produtos, de um ponto de origem a um destino final de forma eficaz.

O sistema de transporte *Piggyback*, criado na Inglaterra e mais comumente nos Estados Unidos e Europa, se baseia no transporte de vários caminhões por um único caminhão principal. Muitos definem o *Piggyback* como um método especializado de transporte intermodal. Na legislação americana é permitido o transporte de no máximo quatro engates de caminhão, não podendo de forma alguma exceder esse limite por

fatores de segurança. É também de grande predominância na Europa para a realização de grandes cargas.

O transporte intermodal (ou sobreposto), nome utilizado no Brasil, é devidamente autorizado por meio da lei de nº 9.611 de 1998. Essa modalidade foi aplicada no País com a mesma finalidade de efetuar grandes cargas em um único veículo, atuando principalmente em regiões com grandes demandas de distribuição de cargas. Rodovias, ferrovias, hidrovias e aviação oferecem muitas oportunidades para conectar comunidades com seus ambientes, seja local, regional, nacional ou internacionalmente.

Cada sistema de transporte traz vantagens e desenvolvimento para todo o país, tornando-se um elemento de integração, mas também trazem certos efeitos, por vezes, indesejáveis. No contexto brasileiro, existem cinco modais mais prevalentes de transporte de passageiros e cargas: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. Todos eles têm seus próprios atributos de como funcionam e custam, por isso são mais adequados para diferentes propósitos.

O objetivo do presente estudo é abordar a respeito do sistema de transporte *Piggyback* e intermodais, em âmbito regional. Como objetivos específicos o presente estudo trará o conceito dessa modalidade de transporte intermodal, desenvolvimento e objetivo de aplicação, trazendo conseqüentemente os resultados obtidos pela sua adoção.

2.2 Referencial Teórico

Piggyback é o equivalente em inglês de "levar no cangote", ou também definido como levar no "lombo do porco", no transporte opera apenas intermodal onde estão localizados contêineres e semirreboques, em um vagão, prancha ou navio porta-contêineres. Qualquer outra atividade similar que envolva o transporte de mercadorias individuais colocadas em outros meios de transporte receberá o mesmo valor de face. Esse novo tipo de transporte intermodal tem por objetivo alcançar a economicidade. O presente estudo irá esclarecer em todos os aspectos a respeito dessa modalidade de transporte intermodal.

2.2.1 Intermodalidade

A competição natural entre os modos de transporte tende a formar um sistema fragmentado e distribuído, de modo que uma busca explorar suas próprias vantagens em termos de custo, serviço, confiabilidade e segurança. No Brasil, a falta de integração entre as modalidades vem sendo promovida pelas políticas públicas há muitos anos, e somente nos últimos anos, devido às graves consequências desse fato para o país, a psicologia dos políticos da gestão e das empreiteiras públicas deram início na integração intermodal. Nos últimos 40 anos, a Europa e os Estados Unidos têm feito esforços para integrar seus diferentes sistemas de transporte por meio da intermodalidade, com resultados notáveis.

A essencialidade de abreviação do tempo e custos, também afetam os mercados de *commodities*, pois na composição de terra, capital e mão de obra, as *commodities* possuem baixo valor agregado, e são mais propensas a inviabilizar as operações, devido aos custos de transporte. Este é um fator chave de sucesso para países cujas exportações incluem muitas matérias-primas. Reduzir os custos de transporte é essencial para garantir a competitividade das federações em suas relações comerciais, por meio da busca de soluções inovadoras e otimizadas.

O transporte combinado, conceito utilizado para designar o transporte de mercadorias, em que a maior parte da viagem é feita por comboio ou por mar, e o menos possível por estradas, é utilizado apenas na primeira e na segunda fase de forma alternativa. Cada modalidade possui características próprias, que as tornam mais adequadas para determinados tipos de atividades e produtos. As sinergias dos modos de transporte ajudam a alocar o transporte terrestre, ferroviário, dutoviário, fluvial e aéreo, buscando melhor aproveitamento das qualidades dos modos de transporte, de modo a aprimorar a técnica e a economia do movimento de pessoas e bens.

No cenário doméstico, a cadeia produtiva entre fabricantes ou entre o produtor final e o varejista, também exigem estratégias operacionais para a devida otimização de custos, muitas vezes para atender determinados mercados, alguns meios de transporte (modal) podem ser compulsórios por motivos naturais (expansão territorial, relevo, etc.) ou por razões econômicas.

2.2.2 Conceito e Origem

O transporte multimodal de mercadorias, inclui o transporte de mercadorias por contentor ou veículo intermodal, utilizando vários modos de transporte (por exemplo, comboios, navios, aviões e caminhões) sem que seja mandatório manusear as mercadorias entre os modos de transporte. Este processo reduz a carga e descarga de mercadorias e, assim, emenda a segurança, abrevia danos e perdas e sanciona que as mercadorias sejam transportadas mais expeditamente. A redução de custos em relação ao frete rodoviário é a principal vantagem do uso transcontinental. Isso pode ser compensado por uma abreviação nos tempos de transporte rodoviário em distâncias mais curtas.

O transporte multimodal teve origem na Inglaterra do século XVIII e antecedeu as ferrovias. Alguns dos primeiros contêineres foram utilizados para transportar carvão no Canal *Bridgewater* na Inglaterra na década de 1780. Os contêineres de carvão (chamados de "caixas soltas" ou "cubas") foram logo implantados nos canais e ferrovias, o que antes eram estradas acessível apenas por meio de cavalos.

Ao que concerne as modalidades de transporte, os modais de transporte podem ser:

- Alternativos: o uso de um modo elimina o uso de outro.
- Complementares: quando os serviços não puderem ser realizados por um único veículo (dando assim origem ao transporte multimodal).

Vejamos na figura abaixo um exemplo de intermodalidade e seu funcionamento, ao que tange a utilização de diversos mecanismos de transporte:

Figura 1 Processo de intermodalidade com a utilização de diversos mecanismos



Fonte: BEATRIZ, Ane. Cargox. Publicado em 28 de fevereiro de 2018. Conheça os principais tipos de modais. Disponível em: <<https://cargox.com.br/blog/conheca-os-principais-tipos-de-modais-de-transporte-de-cargas>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

Vale mencionar que a intermodalidade no transporte de mercadorias, descreve uma remessa utilizando vários modos de transporte, dentre cinco opções principais, do ponto de origem ao destino. Recentemente, o significado evoluiu para inibir o uso deste termo às mercadorias para as quais é emitido um documento para cada operação realizada, ficando cada transportador responsável exclusivamente pelo seu próprio transporte. Portanto, a responsabilidade por toda a viagem entre o ponto de origem e o destino, é do remetente.

O transporte intermodal pode ser entendido como o transporte em dois ou mais modais, utilizando as melhores características de cada modalidade para abreviar custos e combater a movimentação perpétua de mercadorias, do local de origem ao destino. Este conceito emenda a eficiência econômica e operacional da cadeia de transporte, através do uso mais eficiente de diferentes modais e assumindo a eficiência dos terminais intermodais (pontos de transferência), que tem impacto, os quais determinam a efetividade do processo de transporte.

No site da Agência Nacional de Transportes Terrestres, que atualmente regulamenta o transporte intermodal, apesar de não regulamentar o transporte aquaviário, encontramos na perspectiva do governo federal quais são as vantagens

de utilizar o transporte intermodal, de forma simples, condizente com as motivações do mundo.

São eles: contratos de venda mais completos; melhor utilização da competência disponível de nossa matriz de transportes; uso de um mix de modais mais eficientes energeticamente; melhor uso da tecnologia da informação; retornos de escala e negociações de transporte; melhor uso de infraestrutura para atividades de apoio, tais como armazenagem e manuseio, alavancando a experiência internacional em transporte e trâmites burocráticos comerciais.

Diversos fatores dificultam a implantação e o desenvolvimento do transporte multimodal em nosso país, sendo os mais notáveis a inadequação geral da infraestrutura de transportes, o desequilíbrio da matriz de transportes, a escassez e ainda indisponibilidade de ferrovias, devido ao abandono destas na fase de administração pública, com um sistema de transporte fluvial desenvolvido.

Além disso, há uma crônica falta de armazéns e canais de porto, embora profundamente emendado após a concessão à iniciativa privada, ainda sofrem com deficiências em termos de custo, eficiência e agilidade. Uma série de questões institucionais também engendraram obstáculos, porque o transporte multimodal é um meio crucial para o Brasil abreviar custos logísticos, emendar a eficiência e a competitividade no mercado internacional.

Há ainda, o questionamento sobre a diferença entre multimodal e intermodal. O transporte multimodal é caracterizado pela emissão separada de documentos de transporte para cada modo, e pela divisão de responsabilidades entre os transportadores. Em contrapartida, o transporte intermodal emite apenas um documento de transporte, cobrindo todo o trajeto da carga desde a origem até o destino.

Este documento é emitido pelo OTM e é o único responsável pelas mercadorias sob sua custódia. O transporte multimodal refere-se à emissão de documentos de transporte separados, um para cada transportador, e cada transportador é responsável pelo transporte.

Quanto ao expedidor, a responsabilidade pela mercadoria, se houver algum problema com a mercadoria, deve recorrer ao seu seguro, ou fazer um seguro contra a pessoa que causou o dano.

2.2.3 Tipos de Intermodal

a) Rodoviário: O transporte rodoviário foi o primeiro a se desenvolver, inicialmente utilizando a força humana e depois animal para movimentar pessoas e mercadorias, com ou sem a ajuda de veículos. Essa situação perdurou até a Revolução Industrial, quando surgiram os primeiros motores, primeiro com combustão a gás, e depois com explosões, inaugurando assim a era do automóvel, que cresceu consideravelmente desde o início do século XX.

A definição de modal pode ser realizada como um modal constituído por ruas, estradas e rodovias (pavimentadas ou não), com a finalidade de movimentar materiais, pessoas ou animais de um determinado ponto para outro. As vantagens deste tipo de transporte são o serviço porta-a-porta, carga e descarga direta na origem e destino, garantia de frequência e disponibilidade de serviço, flexibilidade na escolha de rotas e horários, e um ascendido nível de conforto.

De acordo com Bertaglia (2003, p. 283), a respeito do transporte rodoviário:

O transporte rodoviário é o mais independente dos transportes, uma vez que possibilita movimentar uma grande variedade de materiais para qualquer destino, devido a sua flexibilidade, sendo utilizado para pequenas encomendas, e curtas, médias ou longas distâncias, por meio de coletas e entregas ponto a ponto (2003, p. 283).

O transporte rodoviário oferece um serviço personalizado, a possibilidade de consolidar diferentes lotes em diferentes locais, conectar outros modos de transporte e ser flexível e expedido na entrega de minúsculos lotes e curtas distâncias. No entanto, não é competitivo em longas distâncias devido à sua menor faculdade de carga e segurança, além do desgaste permanente da infraestrutura.

É primordial destacar que o transporte rodoviário se caracteriza pela sua flexibilidade, e grande faculdade para transportar diminutas cargas. Ballou cita que os caminhões têm uma competência de carga menor do que o transporte ferroviário, porque os regulamentos de segurança rodoviária circunscrevem as dimensões e o peso da carga. Bertaglia acrescenta que a grande desvantagem deste transporte é o custo do frete, o que o torna menos atraente.

Com isso, Ballou (2006, p.155) afirma que:

Seus custos fixos são os mais baixos dentre todos os transportadores, pois as empresas não são proprietárias das rodovias nas quais operam, o veículo

representa uma pequena unidade econômica e as operações em terminais não exigem equipamentos dispendiosos. Seus custos variáveis, no entanto, tendem a ser elevados porque os custos de construção e manutenção das rodovias são cobrados dos usuários na forma de impostos sobre combustíveis, pedágios e taxas por peso-milhagem (2006, p.155).

Em relação ao custo desse transporte, acreditamos que o custo fixo seja baixo, pois o investimento na construção de estradas é relativamente baixo e, em muitos casos, elas já são construídas com investimento de recursos públicos e seus custos variáveis, como combustível, manutenção da frota etc. Além dos custos adicionais devido ao congestionamento, lamentável manutenção das rodovias e segurança dos veículos e cargas, é indispensável a gestão de riscos como seguro, escolta e monitoramento.

Além disso, é importante destacar os aspectos de preservação do meio ambiente. Sabe-se que automóveis com a utilização de combustível derivados do petróleo, possuem grande capacidade de poluição do ar. Logo, quanto mais veículos circulando em rodovias, maior será a capacidade poluidora desses veículos.

No Brasil, a intermodalidade rodoviária continua liderando as diversas formas de entregas de mercadoria, havendo sempre a necessidade da atuação do Governo na organização e manutenção de rodovias, devido a grande locomoção de cargas pesadas.

b) Transporte Ferroviário: Bertaglia (2003) define o transporte ferroviário como sendo um modal específico para agilizar a ocorrência de grandes volumes de cargas e que também, primordialmente, tenha baixo valor que não possua urgência na sua entrega, já que os terminais são fixos. Isso ocorre porque é um transporte sem muita flexibilidade, e que não pode haver muitas coletas e entregas nos pontos finais, como é o caso dos caminhões.

Já para Ballou (2006) em relação a longas distancias as ferrovias são eficazes, já que operam de maneira mais lenta. O tipo de transporte ferroviário pode transportar matérias primas como o exemplo do carvão e a madeira, bem como produtos químicos. Podem também transportar produtos manufaturados, como o papel e produtos florestais e do que se originam, que são considerados produtos de baixo valor.

Além disso, as ferrovias podem oferecer alguns serviços de sua exclusividade para os embarcadores. Esses serviços podem se caracterizar como nos transportes a granel sólido e até mesmo vagões especiais com produtos que muitas vezes exigem

refrigeração. Outro exemplo de grande demanda é o transporte de veículos novos, que exigem cuidados e equipamentos próprios, já que demandam de grande valor ou de equipamentos extras para uma devida locomoção.

Sendo assim, outro aspecto importante a mencionar, que o transporte ferroviário para modais é o segundo meio de transporte terrestre mais utilizado. O que mais valoriza essa modalidade também possui relação ao custo de implantação desse tipo de transporte, já que exige uma construção mais elaborada (custos de terraplenagem, de drenagem, de superestrutura da via, de sinalização de sistemas e de desapropriação, obras complementares para sua manutenção). Assim também, se autovaloriza pela dificuldade em encontrar matéria prima para a criação de locomotivas e vagões.

No que se trata de manutenção, o custo é menor, já que as ferrovias não necessitam de restauração constante como o modal rodoviário que exige manutenção, monitoração, consumo de energia em relação ao peso transportado, dentre outros. Outro aspecto vantajoso aos modais ferroviários é a baixa ocorrência de acidentes em comparação ao rodoviário, bem como a perdas de produtos transportados.

No que se diz respeito aos custos fixos e variáveis das ferrovias, Ballou (2006, p.166) cita que:

A manutenção e a depreciação das vias, a depreciação das instalações dos terminais e as despesas administrativas também contribuem para aumentar o nível dos custos fixos. Os custos de percurso das ferrovias, ou custos variáveis, incluem salários, combustível, lubrificantes e manutenção. Os custos variáveis por definição mudam proporcionalmente à distância e volumes, no entanto, existe um grau de indivisibilidade em alguns custos variáveis (mão de obra, por exemplo). Assim, os custos variáveis decrescerão ligeiramente (2006, p.166).

Já, no entendimento de Ribeiro (2002, p.2), traz a importância desse modal no Brasil, além de citar a temática principal objeto desse trabalho *Piggyback*:

No Brasil, o transporte ferroviário é utilizado principalmente no deslocamento de grandes toneladas de produtos homogêneos, ao longo de distâncias relativamente longas. Como exemplo destes produtos estão os minérios (de ferro, de manganês), carvões minerais, derivados de petróleo e cereais em grão, que são transportados a granel. No entanto, em países como a Europa, por exemplo, a ferrovia cobre um aspecto muito mais amplo de fluxos. Como exemplos de meios de transporte ferroviário, pode-se citar o transporte com vagões, containeres ferroviários (1 a 5 toneladas) e transporte ferroviário de semi-reboques rodoviário (*Piggyback*) (2002, p.2).

Assim, de forma expressiva, Bertaglia (2003) afirma que o Brasil precisa investir em infraestrutura de rede ferroviária para abreviar custos de transporte e tornar as empresas mais competitivas no mercado nacional e internacional, mas devido ao grande volume de fretes, o transporte ferroviário é gradativo. Isso torna fascinante a utilização do transporte combinado, para aliar a flexibilidade do transporte rodoviário com o baixo custo do transporte ferroviário.

Por fim, em consequência do advento das rodovias, a construção é bastante incentivada, em detrimento das ferrovias, devido à rápida implantação e dos baixos custos de aquisição, e as ferrovias tornam-se gradualmente menos atrativas para novos investimentos, sofrem com a falta de manutenção e estão expostas ao tráfego rodoviário. Com a matriz de transporte atual, além das condições de armazenamento, a configuração das redes ferroviárias tem o inconveniente de circunscrever a sua utilização.

c) Aquaviário: O transporte aquaviário é um dos meios de transporte mais antigos do mundo, com muitos exploradores nos oceanos, em busca de novas terras, transportando tanto pessoas quanto cargas, classificando esse modal como a maior parte em desenvolver estratégias de desenvolvimento relacional. No caso de Bertaglia (2003, p. 287), “O transporte utiliza um ambiente aquático natural ou artificial para movimentar a carga”.

O terceiro meio de transporte mais utilizado no Brasil, o sistema aquaviário, é o sistema de transporte de passageiros ou cargas por hidrovias (aquaviários ou marítimos), que inclui embarcações como barcos, navios e balsas de acordo com as regras que conectam cada terminal. A água era considerada tão primordial e especial para os antigos, que as tribos tendiam a se estabelecer perto dos rios, o que era de grande ajuda para sobrevivência por meio da caça.

Segundo Bertaglia (2003), as civilizações modernas e as grandes cidades também estavam próximas de mares e rios, devido à indispensabilidade de mão de obra e comércio com outras cidades e países. Atualmente, o transporte aquaviário ainda é difundido, mas segundo Ballou (2006), a confiabilidade e disponibilidade deste serviço depende principalmente das condições climáticas, e em alguns casos é arduamente difícil de navegar.

Segundo Ribeiro:

Este tipo de transporte pode ser dividido em três formas de navegação, são elas: a cabotagem que é navegação realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima ou entre esta e as vias navegáveis interiores (até, aproximadamente, 12 milhas da costa); a navegação interior que é realizada em hidrovias interiores, em percurso nacional ou internacional e por fim, a navegação de longo curso, realizada entre portos brasileiros e estrangeiros (2002, p.3).

Ballou (2006) afirma que o custo de perdas e danos geralmente é menor do que outros modos de transporte, pois esse modo de transporte é ainda mais gradativo em média que o transporte ferroviário, com grande número de produtos e preços baixos e menos danos, já que há problemas e perdas por atraso que ora não são primordiais. O Brasil possui uma rede hidroviária navegável de aproximadamente 43.000 quilômetros, com navegabilidade por meio da construção de barragens, outras construções que utilizam recursos hídricos e a construção de canais, eclusas e outros dispositivos de travessia de planície. Dos atuais 27.000 quilômetros de hidrovias navegáveis, o Brasil utiliza apenas cerca de 10.000 quilômetros para transporte regular de carga.

d) Aéreo: Um sistema de transporte aéreo é um sistema desenvolvido no ar (por rota aérea) para passageiros e carga com a ajuda de veículos convencionalmente chamados de aviões. Atualmente, é o modal menos utilizado para transporte de cargas no Brasil (470,9 mil toneladas em 2018). No entanto, em 2018 transportou mais de 100 milhões de passageiros.

No caso de Bertaglia (2003), o transporte aéreo é a atividade mais utilizada para produtos de alto valor, devido ao seu custo. Exemplos de produtos embarcados neste modal são aparelhos eletrônicos e máquinas de precisão. A grande vantagem do transporte aéreo está relacionada à sua agilidade, pois é o meio mais rápido em relação a outros meios de transporte (em longas distâncias). Porém, ainda hoje se gasta tempo elevado, nas atividades de embarque e desembarque (em rotas curtas dentro dos aeroportos).

Ballou (2006) afirma que o transporte aéreo é tão caro, que as tarifas são duas vezes mais altas que o transporte rodoviário, e 16 vezes mais altas que o transporte ferroviário. O atrativo desse meio de transporte é a pressa entre o início e o fim, principalmente em longas distâncias. Isso porque não é prático em distâncias curtas. O mesmo autor destaca ainda que se deve ter cuidado ao analisar a celeridade desse

modal. Isso ocorre porque a celeridade só é considerada se o tempo de viagem não for considerado, como coleta e entrega e operação terrestre. Considerando todos esses fatores, é difícil fazer com que o tempo total de entrega seja curto e eficiente, e em muitos casos o tempo de entrega é comparável ao transporte rodoviário ou ferroviário.

Assim, Ballou (2006, p.156) afirma o que segue:

A confiabilidade e disponibilidade do serviço aéreo podem ser qualificadas como boas sob condições operacionais normais, a variabilidade do tempo de entrada e saída em valores absolutos, embora o serviço aéreo seja extremamente sensível em termos de manutenção mecânica, condições do tempo e congestionamento do tráfego, a variabilidade, quando comparada com os tempos médios de entrega, chega a qualificar o transporte aéreo como um dos modais menos confiáveis (2006, p.156).

Entre suas principais características destaca-se a disponibilidade superficial, pois pode atingir todo o território, mas por motivos técnicos, topográficos e ambientais, só pode ser alcançado pontualmente no aeroporto. Helicópteros e dispositivos de tecnologia VTOL (*vertical take-off and landing, como os drones*) também têm acesso superficial.

O transporte aéreo é mais ágil e ideal para transportar mercadorias e passageiros urgentes, em médias e longas distâncias, tornando conveniente conectar diferentes países e continentes. Também é utilizado para transporte de longa distância de pequenas e leves quantidades de mercadorias. É utilizado para produtos de alto valor agregado, pois possui menor competência de transporte do que outros meios de transporte, como já mencionado anteriormente.

Quando se trata de custos fixos de transporte aéreo, as companhias aéreas geralmente não são proprietárias do espaço aéreo ou do próprio aeroporto, mas, como afirma Ballou (2006, p.167), adquirem serviços de diversas formas, como combustível, armazenamento, aluguel de espaço, taxas de pouso etc."

Na análise de curto prazo, os custos de voo são mais influenciados pela distância percorrida do que pelo tamanho da carga. Com todas as configurações de custo fixo e variável de transporte aéreo, este modo de transporte será um serviço de luxo de alto custo, especialmente considerando a pequena distância. No entanto, considerando o transporte de longa distância, a situação irá se inverter, e o preço unitário será menor.

2.3 Piggyback

O engate dos caminhões é realizado de maneira simples, onde recebem um equipamento que permite a fixação no chassi do caminhão, acoplando a quinta roda do caminhão principal da frente de todos os demais. Logo, as rodas traseiras dos demais tocam no solo, e assim sucessivamente aos demais, respeitando os limites de engate permitido em lei. Nesse sentido, é necessário apenas um caminhoneiro para realizar a entrega de cinco caminhões.

Figura 2 - Caminhões engatados por um caminhão principal com o sistema Piggyback



Fonte: BRUSQUE, Rafael. Blog do caminhoneiro. *Piggyback: o curioso sistema de transporte de caminhões novos nos Estados Unidos*. Publicado em 05 de janeiro de 2022. Disponível em: <<https://blogdocaminhoneiro.com/2022/01/piggy-back-o-curioso-sistema-de-transporte-de-caminhoes-novos-nos-estados-unidos/>>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

Vale mencionar, que a estratégia utilizada permite uma economia de funcionário e de combustível, trazendo também eficiência na entrega de grandes quantidades em curto tempo, e no cumprimento de prazos entre fornecedor e colaborador.

No Brasil além de ser bem comum o transporte rodoviário para transporte de cargas, também é bastante utilizado o sistema ferroviário para a locomoção de grandes cargas. O primeiro sistema *Piggyback* utilizado no Brasil, foi por meio de ferrovias, marcando o ano de 2001. Vejamos a reportagem fornecida pelo site *infomet* a respeito deste feito, datado em 29 de outubro de 2001:

Piggyback. Este é o nome da novidade que a MRS Logística S.A. em parceria com a Transportadora Herculano lançaram no setor de transporte intermodal brasileiro para atendimento a Siderurgica Belgo Mineira de Juiz de Fora. Trata-se de um sistema de transporte que utiliza tanto o modal rodoviário quanto o trem: o rodoviário para distâncias mais curtas, realizando as entregas dentro das cidades, e o trem percorrendo os trechos mais longos. O primeiro trem que utilizará o *Piggyback* saiu da Usina da Belgo Mineira, em Juiz de Fora, na sexta-feira, dia 26/10, com destino ao Terminal da MRS (Manoel Feio), em São Paulo, levando produtos siderúrgicos. A MRS é a primeira empresa ferroviária do Brasil a utilizar o *Piggyback*. Neste tipo de transporte apenas o semirreboque da carreta é colocado sobre os vagões, o que evita o manuseio da carga, garantido sua integridade. Quando o trem chega ao seu destino, o semirreboque é novamente colocado no chão, atrelado ao cavalo mecânico, de onde segue para realizar a entrega ao cliente final, chegando onde os trilhos não conseguem alcançar. Este sistema reduz substancialmente os custos de transporte, visto que o modal ferroviário consome menos combustível e evita o pagamento de pedágios, além de garantir maior segurança contra roubo de cargas. Também traz vantagens para os usuários das rodovias, pois retira das estradas uma grande quantidade de veículos pesados. Nesta primeira viagem a composição que utilizou o sistema *Piggyback* foi formada por cinco vagões (cada vagão levará dois semirreboques) com capacidade para até 60 toneladas cada. Ao final de duas semanas, já serão 10 vagões, com 20 semirreboques. Nesta primeira etapa, o trem, que funciona como um Trem Expresso (com horários de saída e chegada pré-determinados) fará duas viagens semanais de ida e duas de volta. Numa segunda etapa, poderá vir a ser diário. O trem levará produto siderúrgico da Belgo Mineira para São Paulo e retornará para Juiz de Fora transportando sucata para a mesma empresa (INFOMET, 2022).

Outro aspecto relevante apresentado pela própria reportagem, são que os materiais/cargas não precisam do manuseio humano, podendo ser todo de forma mecânica por meio de pontes, empilhadeira, dentre outros equipamentos. Em consequência disso há a redução de casos de acidentes, gerando maior segurança e comodidade aos trabalhadores. Vale mencionar que existe apenas a exigência de maior qualificação, para movimentação de cargas e manuseio desses equipamentos.

Contribui ainda em grande escala, para a redução de tempo na entrega de grandes demandas. Isso foi essencial já que o setor de consumo tem aumentado constantemente.

Após o transporte de cargas por meio de ferrovias, as cargas são direcionadas aos cavalos para transportar onde não se é possível a chegada dos trilhos ferroviários. Vejamos:

Figura 3 - A operação de transportar carretas sobre pranchas, de trem, é chamada de 'Piggyback', expressão que significa "carregar porcos nas costas", como era comum antigamente



Fonte: CALDEIRA; Sergio. Carga pesada. O caminhão também viaja de trem. Publicado em 28 de fevereiro de 2016. Disponível em: <<https://cargapesada.com.br/2016/01/28/o-caminhao-tambem-viaja-de-trem-nos-eua-2/>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

Este serviço intermodal tem contribuído diretamente na economia e no engrandecimento do sistema ferroviário, bem relevante no Brasil. Nos Estados Unidos o uso de contêineres também tem sido muito utilizado nos últimos anos, em 2014, por exemplo os caminhões movimentaram cerca de 68,8% de toda a carga doméstica, o que representa 9,96 bilhões de toneladas, segundo dados do *American Trucking Associations*, entidade esta, responsável pela análise de transportes rodoviários dos Estado Unidos.

Uma das principais técnicas utilizadas na intermodalidade, principalmente nos Estados Unidos, envolve o acoplamento entre as modalidades, com foco na integração do transporte rodoviário e ferroviário. De acordo com Ballou (1993), essa abordagem pode ser categorizada da seguinte forma:

- **Contêiner on Flatcar (COFC):** Caracteriza-se pela colocação do contentor no vagão. Também é possível colocar dois contêineres em um vagão (dupla pilha) para incrementar a produtividade da ferrovia. Este tipo de processo é prevalente nos Estados Unidos e na Europa. No entanto, no Brasil isso não é viável em muitos trechos, principalmente devido às restrições de altura dos túneis.

- **Trailer on flatcar (TOFC):** Também conhecido como *Piggyback*, remonta aos primórdios das ferrovias americanas. Consiste em colocar um reboque (semirreboque) no caminhão na plataforma. A principal vantagem dessa operação, é que ela abrevia o custo e o tempo de movimentação de cargas entre os modais de transporte, e evita o investimento em equipamentos de movimentação em terminais rodoviários e ferroviários.

Assim como já mencionado, o sistema intermodal possui previsão legal, por meio da lei de nº 9.611/98 e assinada em 12 de abril de 2000. Assim em seu artigo 5º define o Operador de Transporte Multimodal da seguinte forma:

Art. 5º O Operador de Transporte Multimodal é a pessoa jurídica contratada como principal para a realização do Transporte Multimodal de Cargas da origem até o destino, **por meios próprios ou por intermédio de terceiros.**

Parágrafo único. O Operador de Transporte Multimodal **poderá ser transportador ou não transportador.**

(BRASIL, 2000, Grifos nosso).

Portanto, a OTM é responsável pelo cumprimento desses contratos, pela perda ou por avaria da carga em armazenamento, e pela perda por atraso no prazo acordado. Além do transporte, inclui coleta, coalescência, desacoplamento, manuseio, armazenamento e entrega da carga ao destinatário.

Assim, como já mencionado o transporte de *Piggyback* é o transporte de um veículo por outro veículo. Contudo, o mesmo sistema exige equipamentos e ferramentas essenciais para o seu manuseio.

Assim no *Piggyback*, o *Roadrailer* é um novo dispositivo com rodas utilizadas na rodovia, além de rodas traseiras de trem que podem ser utilizadas em ferrovias em vez de vagões tradicionais. Estas propriedades são aproveitáveis para integrar a modalidade rodoviária, ferroviária e aquaviária.

Figura 4- Roadrailer


Fonte: NASCIMENTO; Carlos Eduardo do. *Roadrailer, Rodotrilho e Transtrailer no Brasil*. Publicado em 7 de outubro de 2013. Disponível em: < <http://ferroviaintermodal.blogspot.com/2013/10/roadrailer-rodotrilho-e-transtrailer-no.html>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

Já, quando se transporta produtos a granel, tem-se a necessidade de utilização de outros materiais específicos. O *Big bag* é uma embalagem feita de material sintético (polipropileno), geralmente com fundo redondo ou quadrado, semelhante a um saco grande (como um recipiente flexível), que contém mercadorias e as ampara de materiais cortantes.

Os *big bags*, são soluções flexíveis de embalagem a granel, que podem ser adaptadas a produtos e aplicações específicas. Os *big bags* podem ser projetados para acomodar cargas de 500 a 3.000 quilos, e são ideais para empresas que armazenam e transportam produtos sólidos ou pastosos, perigosos ou não perigosos. Esses sacos grandes, são uma das soluções de embalagem a granel mais econômicas, devido à sua acessibilidade. As embalagens vazias podem ser dobradas em um tamanho compacto, economizando espaço de armazenamento e economizando dinheiro da empresa.

Figura 5- Big Bag


Fonte: HUB DO CAFÉ. Big Bag oferece segurança no transporte e manuseio de fertilizantes. Publicado em 17 de maio de 2021. Disponível em: < <https://hubdocafe.com.br/big-bag-oferece-seguranca-para-os-trabalhadores-no-transporte-e-manuseio-de-fertilizantes/>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

De fato, a maior relevância do transporte de *Piggyback*, se baseia no transporte de caminhões por vias ferroviárias, em seus vagões ou sobre postos em um cavalo de caminhão. Combinado, o modo de transporte sanciona que os utilizadores aproveitem seus respectivos benefícios. Por exemplo, combine o baixo custo dos trens e navios de longa distância, com a flexibilidade dos caminhões para atingir seus objetivos, como para transportar carga de uma fábrica para uma estação ou porto, e de uma estação ou porto de destino para uma loja. Este transporte combinado (também conhecido como intermodal e multimodal batismal na legislação brasileira) requer um terminal móvel mecanizado para transbordo de um meio para outro.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

O tema é uma proposta de negócio pouco utilizado na modalidade multimodal no setor de transportes de carga.

Para desenvolvimento do trabalho foram utilizadas tanto a metodologia qualitativa com caráter exploratório quanto a quantitativa.

Tais metodologias foram definidas por Flick (2009a, p. 40), por “abordagens de metodologia mista, uma combinação pragmática entre pesquisa qualitativa e quantitativa”.

As análises qualitativas foram feitas para:

- Definição de conceito “Piggyback” e intermodalidade;
- Exemplo de aplicação e benefícios do “Piggyback” em outros países;
- Entrevista focalizada com executivo de uma grande empresa ferroviária, usando os elementos e critérios de condução com enfoque específico segundo Flick (2009);

Já a metodologia quantitativa foi utilizada para análise de aplicação e comparação das características dos modais rodoviário e ferroviário, com pesquisas em base de dados públicos.

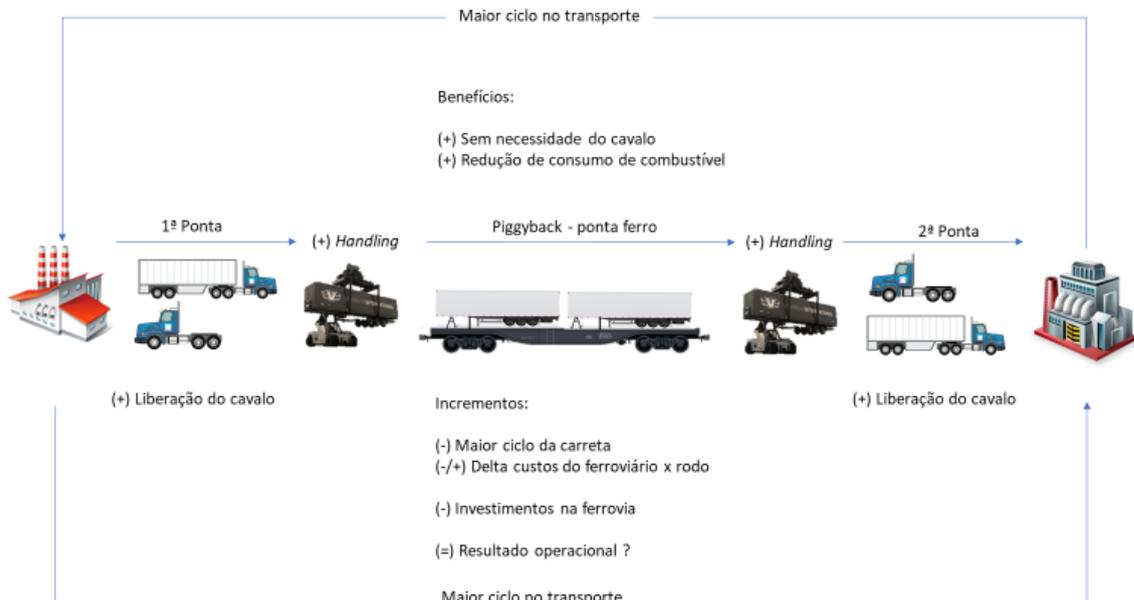
As pressões ambientais também foram consideradas visando a redução de CO₂ em relação ao modal rodoviário e a elevação dos custos dos derivados do petróleo.

4. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES

4.1 Abordagem Escolhida

Para avaliar o potencial do transporte, inicialmente faremos uma análise isolada, considerando os custos operacionais de cada modal, a avaliação da disponibilidade e indisponibilidade dos ativos envolvidos nessa operação e os investimentos associados para montar uma operação em uma rota hipotética. Para exemplificar melhor a abordagem temos o seguinte esquemático:

Figura 6 - ESQUEMA DA ABORDAGEM



Fonte: Do autor

Para uma primeira análise a ideia é entender o possível benefício isolado da operação de *Piggyback* os cálculos foram feitos considerando apenas do momento em que acontece o *handling* da carreta (carga e descarga), colocando de outra forma, não importa em um primeiro momento a 1ª e segunda ponta, que em tese aconteceria mesmo numa operação direta do rodoviário.

4.2 Entrevistas

No site da MRS, no quesito “Clientes”, destaca-se a atuação da ferrovia para as “Soluções Logísticas” oferecidas (<https://www.mrs.com.br/clientes/solucoes>). São abordados neste capítulo, além dos segmentos de atuação e os clientes atendidos as operações logísticas completas ou integradas (multimodalidade).

Existem seis diretorias (<https://ri.mrs.com.br/mrs-ri/estrutura-organizacional>) e, internamente, na Diretoria Comercial, há uma segregação com duas estruturas gerenciais para atendimento: uma com foco no atendimento do *Heavy Haul* (minério de ferro) e uma outra focada em carga geral (objeto do estudo).

Foram realizadas três reuniões específicas com o time comercial da MRS Logística S.A que atua com carga Geral. Participaram dos encontros, além de dois participantes do presente estudo, colaboradores de alta gestão e técnicos da

empresa. O intuito era conhecer melhor o tipo de transporte em questão, experiências prévias, benefícios, possibilidades e outros temas de relevância para o estudo.

Na primeira delas, em que foram abordados temas gerais, foi destacado que o modelo reduz tempo de inatividade nos terminais devido ao carregamento simultâneo.

Além disso evita longos tempos de espera para os motoristas. Adicionalmente, as economias observadas entre o modal ferroviário e rodoviário e a possibilidade de descanso do motorista durante a viagem também foram destacados. Por fim, o tópico de “respeito ao meio ambiente”, com redução das emissões de gases de efeito estufa e alívio do congestionamento rodoviário foi elencado como um dos incentivadores a este tipo de transporte atualmente.

No segundo encontro, o destaque foi a operação realizada com o *Piggyback* no passado e a atual proposta de viabilidade de uma nova rota.

O transporte em *Piggyback* realizado para a Arcelormittal há alguns anos atrás, teve como motivação central, que levaria a viabilidade desta operação, uma questão bastante peculiar: recolhia-se sucata na região de SP e levava-se o material a usina no RJ como *inbound*. A flexibilidade que é demandada na coleta dos materiais encontrava sentido pois a operação se repetia e os caminhões tinham flexibilidade para coleta da sucata. Não havia demanda firme e o transporte tinha viabilidade por proporcionar extrema flexibilidade ao cliente.

Entretanto, o transporte rapidamente se extinguiu em razão de não ter volume suficiente para viabilizar o modal ferroviário. Eram destinados recursos que não se pagavam para o operador ferroviário.

Uma terceira tentativa foi tratada em uma rota que ligava o terminal da Tora (no porto do Arará-RJ) e o terminal multimodal de Suzano-SP. Este estudo serviu como base para a definição de algumas premissas em nosso estudo. Tratados abaixo no tópico modelo operacional. Este transporte ainda está em fase de estudo e existe dúvida sobre a tratativa financeira. O presente estudo serve como um auxílio a esta tomada de decisão por parte do operador ferroviário.

Um terceiro encontro foi realizado e serviu como uma reunião de conclusão: onde levamos as tratativas financeiras realizadas e capturamos percepções de ambos os lados acerca do transporte em *Piggyback*. O resumo das saídas deste encontro está elencado na parte de conclusão.

4.3 Premissas

As premissas utilizadas no modelo podem ser divididas em três partes: (i) operacionais; (ii) valores dos investimentos e (iii) Socioambientais

Figura 7- Tabela resumo das premissas operacionais utilizadas no trabalho

Operacionais			
Drivers	Ferrovia	Rodovia	Unidades
Round trip (ciclo)	4,0	2,0	dias
One way trip	2,2	1,0	dias
Viagens mês	14	30	dias
Viagens ano	164	360	dias
Consumo de diesel	3,9	17,3913	litros/t.km x 1.000
Manutenção/Direito de passagem	31,32	0,04	R\$/t.km x 1000
Ocupação	1	NA	
Disponibilidade da frota	0,95	0,95	
Distância percorrida	400	430	km
Capacidade (TU) por trem/carreta	3850	35	t
Quantidade de vagões por trem	55	NA	
Motorista/equipagem	58,5	45,6	custo total - R\$/h
Pedágio	0,0	500,0	R\$/por viagem
Pedágio	0,0	1,2	R\$/km rodado
Handling carreta	7,1	-	R\$/t

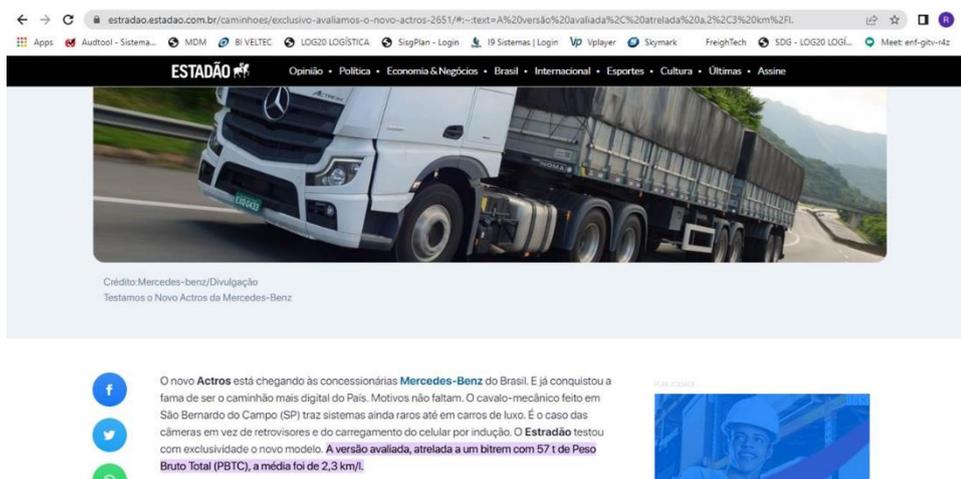
Fonte: Do autor

4.3.1. Operacionais:

Ciclo: *round trip* foi calculado com base na velocidade média da Ferrovia FCA de ~12 km/h (conforme anuário estatístico da ANTT, divulgado em 2021). Embora o trecho em que fizemos os cálculos seja operado pela MRS Logística S.A, a opção pela FCA se deu em função de seu perfil de transporte – carga geral – mais condizente com o tipo de transporte considerado no presente estudo. Já o da carga rodoviária, estimou-se, através de entrevistas com colaboradores do setor, o tempo de cerca de ~25 km/h.

Consumo de Diesel: estabelecido conforme anuário estatístico da ANTT, divulgado em 2020. Foi estimado em 3,66 litros por tonelada KM. Já para o rodoviário, a estimativa é de cerca de 2,5 litros / Km (posteriormente convertido para R\$ / TKU).

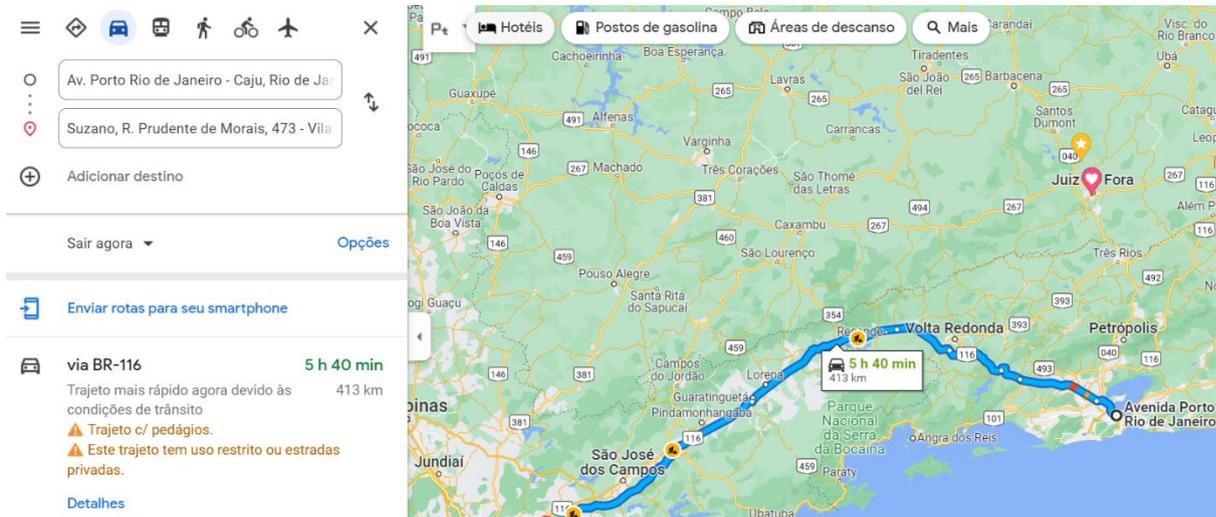
Figura 8 - Reportagem com estimativa de consumo de diesel para caminhão



Fonte: Jornal Estadão. Publicado em 18 de Junho de 2020. **Exclusivo:** Testamos o novo Mercedes-Benz Actros 2651 . Disponível em: <<https://estradao.estadao.com.br/caminhoes/exclusivo-avaliamos-o-novo-actros-2651/#:~:text=A%20vers%C3%A3o%20avaliada%2C%20atrelada%20a,2%2C3%20km%2F>> Acesso em 17 de maio de 2022.

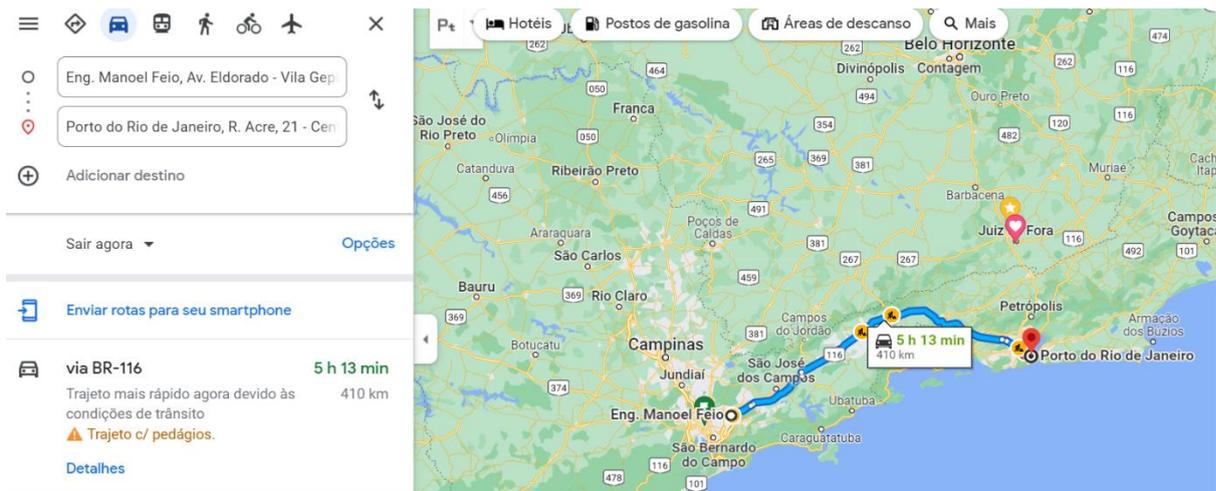
Distância percorrida: Para definir uma referência utilizamos como base uma rota estabelecida entre dois terminais na malha da MRS logística.

Figura 9 - Estimativa de distância rodoviária



Fonte: Google Maps. Acesso em 17 de maio de 2022.

Figura 10 - Estimativa de distância rodoviária



Fonte: Google Maps. Acesso em 17 de maio de 2022.

Notoriamente a rota 100% rodoviária tende a ter uma distância percorrida menor devido a maior capilaridade das rodovias, dessa forma repetimos o processo em outra rota possível e tiramos uma média, da qual nos permitiu parametrizar uma relação da distância ferro x rodo, como resultado tivemos uma diferença em torno de (+10,3%).

Trem tipo: O trem tipo considerado foi composto por 55 vagões e a capacidade foi obtida através de entrevistas com o time da MRS.

Mão de obra operacional: Os custos médios com motoristas de caminhão e maquinistas foram de, respectivamente, R\$ 8.030,00 e R\$ 10.300,00. Os dados foram obtidos através de consultas na internet. (<https://www.glassdoor.com.br/Sal%C3%A1rios/index.htm> - Acessados em 15/05/2022).

Posteriormente, aplicou-se um fator para que a referência mostrasse não só os salários nominais, mas também o custo total incluindo encargos e benefícios. O multiplicador de cerca de três vezes, mostra-se coerente com referências pesquisadas.

Direito de passagem: Para representar os demais custos da ferrovia optamos por utilizar o valor estabelecido de direito de passagem conforme novo contrato das ferrovias, em tese esse valor contempla todos os custos fixos e de manutenção, o valor de R\$ 31,32 foi extraído do Excel (Anexo I - MEF MRS 05.10.2021_Pós-AP) linha 145 da aba premissas específicas. Como tal premissa tem base de referência dez/2010, o valor foi corrigido pelo IPCA do período para a data base do estudo (jan/22).

Preço do diesel: O valor considerado foi de R\$ 6,7 / litro referente a maio de 2022 conforme relatório extraído do sistema de levantamento de preços da ANP para o estado de São Paulo.

https://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Ultimos_Meses_Index.asp

Valores dos investimentos: Para o preço do reboque, foi utilizada uma cotação com o fornecedor TruckVan e para o “semirreboque furgão de alumínio” foi considerado o valor de R\$ 170.000,00.

Figura 11 - Estimativa de preço da carreta

TRUCKVAN		PROPOSTA FINAME	
Guarulhos, 13 maio, 2022			
Pela presente, enviamos Proposta Finame para aquisição de equipamento(s) Truckvan.			
NOME:			
ENDEREÇO:			
AV JULIO GAIOLLI, 0 - AGUÁ CHATA			
CIDADE:	CEP:	UF:	
GUARULHOS	07.251-500	SP	
CNPJ:	I.E.:		
13.631.347/0014-07	127.543.628.115		
Relação de equipamento(s) constante(s) nesta Proposta:			
QUANTIDADE	7		
PRODUTO	SEMIRREBOQUE FURGÃO ALUMINIO		
DESCRIÇÃO DO PRODUTO	MODELO	CODIGO FINAME	
SEMIRREBOQUE FURGÃO ALUMINIO	SR FG	3372714	
Ano de fabricação: 2022, modelo: 2022			
VALOR UNITARIO:	R\$	170.000,00	
VALOR TOTAL DA PROPOSTA FINAME:			
R\$ 1.190.000,00			
CLASSIFICAÇÃO FISCAL:	ICMS	IPÍ	
87.16.39.00	13,3%	SUSPENSO*	
<small>*Conforme Decreto 7604/2011</small>			
PRAZO DE ENTREGA			
Abril			
CONDIÇÕES DE FINANCIAMENTO			
%	FINAME	%	CLIENTE
100,00%	R\$ 1.190.000,00	0,00%	R\$ -
			VALIDADE DA PROPOSTA
			terça-feira, 31 de maio de 2022
FABRICANTE / FATURAMENTO			
TRUCKVAN INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. Rodovia Presidente Dutra, 7777 Km 211 Cumbica - Guarulhos / SP / SP CEP: 07178-580 CNPJ: 05.142.588/0001-31 I.E: 796.728.248.116			

Para o semirreboque 2x4, o valor unitário considerado foi de R\$ 565.000,00 (também através de cotação com fornecedor Mercedes-Benz)

Figura 12- Estimativa de preço do cavalo

SAVANA - XANXERE (2A274860)
 Concessionária de Veículos Comerciais
 Mercedes-Benz

Proposta Nº 841122
 XANXERE, 08 de maio de 2022

A

Avenida Júlia Gaiolli, 0, Água Chata - GUARULHOS/SP CEP: 07251-500
 CNPJ: 13.631.347/0014-07 IE: 407797520113

Ref.: Proposta Comercial

Prezado(s) Senhor(es):

A SAVANA COMERCIO DE VEICULOS LTDA tem a satisfação de submeter à apreciação de V.Sa., a oferta para fornecimento do(s) seguinte(s) veículo(s):

Modelo: AXOR 2544S/36 6X2	Cor: Branca	Ano/Mod.: 2022/2022	Unidade Padrão/Variante: NÃO SE APLICA/Não Informada
Descrição do veículo:			
Quantidade: 7 Valor Unitário: R\$ 565.000,00 , conforme condição de pagamento mencionada abaixo.			
Faturamento: Concessão	Posição fiscal: 87012100	Código Finame: 3518222	
Garantia: De fábrica de acordo com categoria e modelo			
Fornecedor: SAVANA COMERCIO DE VEICULOS LTDA (2A274860) RODOVIA 282 KM 512, S/N, LOJA 01, XANXERÉ/SC, CEP: 89820-000 -CNPJ 24.706.364/0007-45.			

Prazo de entrega: A combinar, conforme disponibilidade com fabricante
Local de entrega: CONCORDIA SC
Frete: Por conta da concessão
Preços válidos somente: na vigência da proposta.

Condições de pagamento: FINAME (R\$ 3.955.000,00) BANCO MERCEDES-BENZ DO BRASIL S/A
VALOR TOTAL R\$ 3.955.000,00

Tributação: 12%
 Validade da Proposta:
 Observações:
 Na expectativa de uma conclusão favorável por parte de V.Sa., nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Em relação ao modal ferroviário, considerou-se o valor de R\$ 12.906.944,00 para uma locomotiva AC-44i e R\$ 447.596,00 para um vagão tipo plataforma conforme valores previstos no caderno de Engenharia do processo de renovação da MRS ajustados valores respectivos em dólar e inflação (IPCA) do período.

Locomotiva:

Memória reajuste proposta COTAÇÃO B	R\$ 2.836.910,00	out/14
	\$ 1.497.090,00	dólar

Vagão:

PES - PLATAFORMA CONVENCIONAL C/ PISO METÁLICO 100t	COTAÇÃO A	R\$ 260.000,00	dez/12
---	-----------	----------------	--------

Figura 13 Tabela resumo das premissas de investimento utilizadas no trabalho

Item	R\$
Cavalo	650.000
Carreta	172.600
Locomotiva	12.906.944
Vagão	447.596

Premissas socioambientais: Utilizado como referência a comparação de custos entre os modais corrigidos pela inflação (IPCA) do período.

Poluição	
Ferroviário	6,3 R\$/1000 tku
Rodoviário	33 R\$ /1000 tku
Correção 2021	2,37
Ferroviário	14,93 R\$/1000 TKU Valores corrigidos
Rodoviário	78,22 R\$/1000 TKU Valores corrigidos
Acidentes	
Ferroviário	2,27 R\$/1000 TKU
Rodoviário	8,41 R\$/1000 TKU
Correção 2021	2,37
Ferroviário	5,39 R\$/1000 TKU Valores corrigidos
Rodoviário	19,94 R\$/1000 TKU Valores corrigidos

Fonte: Tese de doutorado apresentado ao programa de pós-graduação da COPPE apresentado por Ilton Curty Leal Jr. em 2010, com acesso em 01/02/2022. Disponível em:
https://www.pet.coppe.ufrj.br/images/documentos/teses/2010/Tese_IltonCurtyLealJunior.pdf

4.4 Suporte e Viabilidade

4.4.1 WACC

WACC utilizada para desconto do fluxo de caixa do projeto foi baseada no estudo conduzido pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), que aprovou na 886ª Reunião de Diretoria (Redir), o Relatório da Consulta Pública nº 2/2020 e a definição da taxa do WACC (*Regulatory Weighted Average Cost of Capital*) regulatório, para aplicação em contratos de concessão ferroviárias vigentes, conforme

disposições da Resolução nº 5.337, de 10 de maio de 2017. A taxa foi definida em 10,85% em termos reais.

4.4.2 Modelo Operacional

O modelo operacional se baseou no estudo realizado pela MRS Logística S.A (obtido através de entrevistas) para a rota localizada entre o terminal da Tora (no porto do Arará-RJ) e o terminal multimodal de Suzano-SP.

Destaca-se a escolha dos tipos de vagões a serem utilizados, os tipos de carretas e a operação nos terminais.

Todas as especificações detalhadas a seguir são públicas e podem ser consultadas no relatório “MANUAL DE CUSTOS REFERENCIAIS FERROVIÁRIOS - VOLUME 3 – EQUIPAMENTOS”¹

Por outro lado, as dimensões técnicas das carretas também podem ser obtidas junto aos fornecedores e também são públicas. De modo que, não há informações confidenciais nos dados apresentados.

Há um estudo realizado pela empresa ferroviária contextualizando os ativos e os gabaritos das obras de arte. Este estudo foi importante na definição dos ativos a serem considerados no estudo. Como optamos em tratar um caso específico para tomada de conclusões, fomos conservadores e optamos pelo combo de ativos “mais baixo” que por consequência eliminaria qualquer tipo de restrição em termos de gabarito.

Em relação a escolha dos vagões foi realizada uma matriz elencando as principais restrições de utilização de diversos tipos de vagões plataforma. Foram utilizados os critérios de quantidade de carretas por vagão, a verificação de alguma restrição física em relação ao acesso nos terminais e a altura (em metros) para verificação de possíveis restrições em túneis, por exemplo. Para fins práticos, optamos por utilizar o vagão PGS (que consegue acomodar duas carretas por vagão) e, neste momento, ignorar a possível restrição levantada pelo time técnico da MRS.

¹ **Fonte:** Site da ANTT. Publicado em 2019. Disponível em: https://antt-hml.antt.gov.br/documents/359178/1065589/SICFER_Volume_3_Equipamentos.pdf/f762301d-b895-c1c8-f464-f4ca2d6a9248?t=1593233311567. Consultado em 13/06/2022.

TIPOS DE VAGÕES


A escolha da carreta teve metodologia semelhante. Neste tema a altura é extremamente relevante e optamos em utilizar a carreta “Grade Baixa”:

Figura 14- Tipos de Carreta



De fato, levando-se em consideração a altura limite de ativos percebe-se que a operação só se viabiliza com utilização deste ativo.

MATRIZ – ALTURA LIMITE DE ATIVOS

Vagão x Carreta (m)	Grade Baixa	Sider. Rebaixada	Sider. Padrão	Baú
PDR	2,80	5,30	5,60	5,60
PDS	2,80	5,30	5,60	5,60
PGS	2,80	5,30	5,60	5,60
PRU	2,55	5,05	5,35	5,35

RESTRIÇÕES ESTRUTURAIS DE GABARITO:

- Túneis Serra do Mar = 5,0 metros
- Passarela em Florianópolis = 5,8 metros



De maneira análoga, a operação dos terminais teve metodologia semelhante. Foram estudados 4 tipos de solução.

OPERAÇÃO DE TERMINAIS

SOLUÇÃO 1

+

REACH STACKER SEPARADOR

SOLUÇÃO 2

+

GUINDASTE SEPARADOR

SOLUÇÃO 3

+

PÓRTICO CINTA

SOLUÇÃO 4

EMPILHADORA

REACH STACKER

OU
+

CINTA

BALANCED SCORE CARD				
	INDICADORES			
	POSSIVEL OPERAR NO ARARÁ	POSSIVEL OPERAR NO TMS	POSSIVEL OPERAR NO TMI 1	OPERAÇÃO A CURTO PRAZO
	RESULTADOS			
SOLUÇÃO 1	SIM	SIM	SIM	NÃO
SOLUÇÃO 2	SIM	SIM	SIM	NÃO
SOLUÇÃO 3	NÃO	NÃO	SIM	SIM
SOLUÇÃO 4	SIM	SIM	SIM	SIM

Para cada terminal, elencou-se o tipo de solução pertinente. Como premissa no estudo, colocamos um valor de *handling* padrão de R\$ 250,00 por vagão.

CENÁRIOS DE OPERAÇÃO


4.5 Análise

4.5.1 Viabilidade Econômica

Considerando as premissas estabelecidas e imaginando uma operação com 100% de ocupação, temos um fluxo de caixa negativo, não sendo possível remunerar os ativos investidos (locomotivas e vagões) em distâncias próximas a 400 km, o que seria um valor de referência considerando uma operação no Sudeste. Para atingir VPL nessas condições as distâncias têm que ser superiores a 1.000 km.

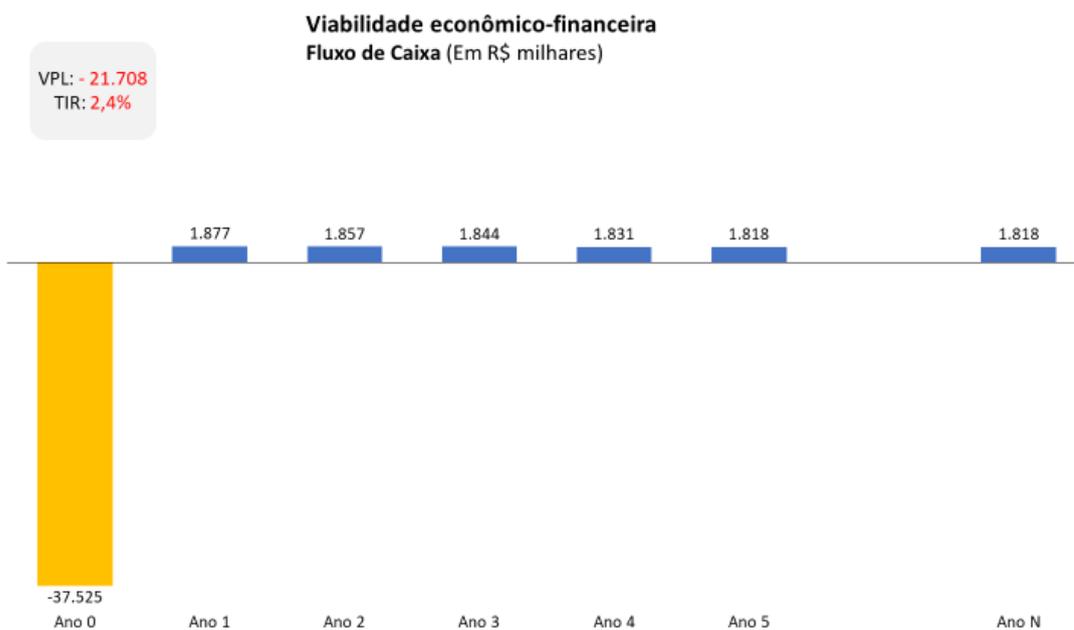
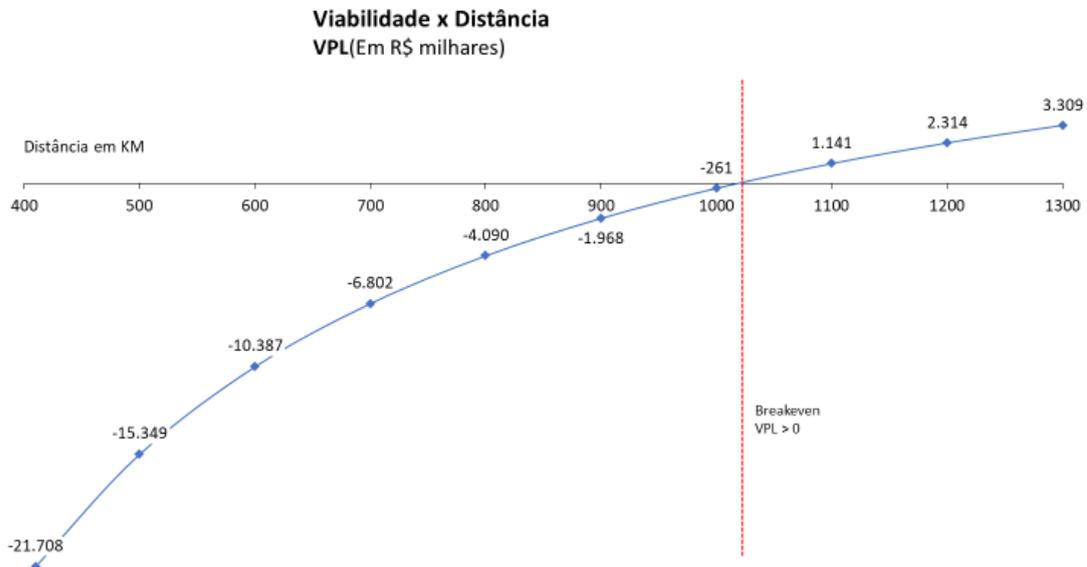


Figura 15 - Demonstrativo de fluxo de caixa

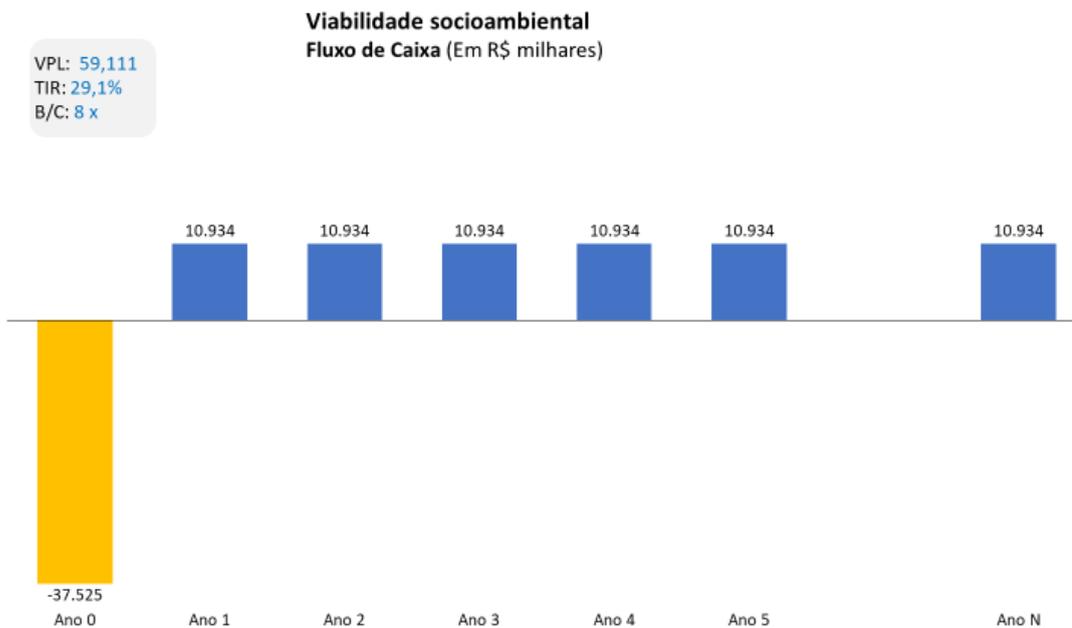
	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano N
(+) Redução de custos na rodovia	0	28.476.112	28.476.112	28.476.112	28.476.112	28.476.112	28.476.112
Consumo de diesel		19.790.286	19.790.286	19.790.286	19.790.286	19.790.286	19.790.286
Motorista		399.551	399.551	399.551	399.551	399.551	399.551
Pedágio		108.834	108.834	108.834	108.834	108.834	108.834
Manutenção		49.961	49.961	49.961	49.961	49.961	49.961
Disponibilidade do cavalo		8.127.480	8.127.480	8.127.480	8.127.480	8.127.480	8.127.480
(-) Aumento de custos na rodovia	0	-3.065.309	-3.065.309	-3.065.309	-3.065.309	-3.065.309	-3.065.309
Manutenção da frota incremental		0	0	0	0	0	0
Indisponibilidade da carreta		-3.065.309	-3.065.309	-3.065.309	-3.065.309	-3.065.309	-3.065.309
(-) Custos na ferrovia	0	-23.193.623	-23.193.623	-23.193.623	-23.193.623	-23.193.623	-23.193.623
Direito de passagem (Obs simplificação)		-10.199.779	-10.199.779	-10.199.779	-10.199.779	-10.199.779	-10.199.779
Equipagem		-512.659	-512.659	-512.659	-512.659	-512.659	-512.659
Consumo de diesel		-4.994.328	-4.994.328	-4.994.328	-4.994.328	-4.994.328	-4.994.328
Handling da carreta (carga e descarga)		-5.985.866	-5.985.866	-5.985.866	-5.985.866	-5.985.866	-5.985.866
Manutenção das locomotivas e vagões		-1.500.990	-1.500.990	-1.500.990	-1.500.990	-1.500.990	-1.500.990
(=) EBITDA	0	2.217.180	2.217.180	2.217.180	2.217.180	2.217.180	2.217.180
Margem EBITDA		8%	8%	8%	8%	8%	8%
(-) Depreciação		-1.215.338	-1.157.464	-1.118.323	-1.080.505	-1.043.967	-1.008.663
(=) EBIT (Lucro operacional)	0	1.001.842	1.059.716	1.098.857	1.136.675	1.173.214	1.208.517
(=) Lucro antes do IR	0	1.001.842	1.059.716	1.098.857	1.136.675	1.173.214	1.208.517
IR e CSLL	0	340.626	360.303	373.611	386.469	398.893	410.896
(=) Lucro líquido	0	661.216	699.412	725.246	750.205	774.321	797.621
FLUXO DE CAIXA DAS ATIVIDADES OPERACIONAIS	0	1.876.554	1.856.877	1.843.569	1.830.711	1.818.287	1.806.284
(=) Lucro Líquido	0	661.216	699.412	725.246	750.205	774.321	797.621
(+) Depreciação	0	1.215.338	1.157.464	1.118.323	1.080.505	1.043.967	1.008.663
(+/-) Delta capital de giro							
FLUXO DE CAIXA DOS INVESTIMENTOS	-37.524.750	0	0	0	0	0	0
(-) Locomotiva	-12.906.944						
(-) Vagões	-24.617.806						
(=) Fluxo de caixa	-37.524.750	1.876.554	1.856.877	1.843.569	1.830.711	1.818.287	1.806.284
FCD	-21.784.332						

Uma sensibilidade mostra que a medida que aumentamos a distância o VPL melhora drasticamente nos primeiros números da série, sendo o breakeven da operação próximo a 1.000 km.



4.5.2 Viabilidade Socioambiental

Uma análise de viabilidade socioambiental mostra um resultado favorável para o modelo Piggyback, resultado da diminuição de poluentes e acidentes nas estradas. Importante ressaltar que teríamos o mesmo resultado se a carga fosse containerizada.



4.5.3 Modelos de Negócios

Em alguns casos por requisitos de negócio o modelo se faz presente, seja por uma restrição qualquer no terminal para movimentação de container ou até mesmo por alguma especificidade da carga.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O sistema de transporte é um fator primordial no que tange a busca das empresas em suprir os avanços e as grandes concorrências, pois está diretamente relacionado à satisfação do pedido do cliente. No entanto, como o transporte afeta não apenas as empresas, mas a sociedade como um todo, o interesse pelo transporte incrementou nas últimas décadas.

Investimento do Estado brasileiro neste setor para otimizar os meios de transporte do Brasil tem crescido cada vez mais já que afeta a sociedade em um todo. Nesse sentido, os terminais intermodais otimizam os serviços, incrementam a agilidade, abreviam os prazos de entrega e conectam dois ou mais modais que causam perdas e danos, projetos corporativos e governamentais que buscam

emendas. Além de relaxar a rede rodoviária, que ainda é o meio de transporte mais utilizado.

Vale destacar, de forma exemplificativa, que a expansão da infraestrutura rodoviária está relacionada às essencialidades do intrincado da indústria automotiva, que vem sendo construído em todo o Brasil há muitos anos. Estado em desenvolvimento. A localização do país caracterizou-se por uma aliança de nações, elites nacionais e capital estrangeiro, que aprimorou o processo de modernização econômica à medida que o capital estrangeiro investiu na economia e realizou atividades produtivas no Brasil.

Por sua vez, a temática e objeto de pesquisa do presente estudo se trata do sistema de intermodal mais sofisticado, ao qual denominamos de Piggyback onde a ideia é aproveitar de alguma forma a “junção” dos ativos em uma operação com sinergia de custos.

Nessa ótica, pudemos concluir que para distâncias curtas o drive de custos não se mostra eficiente sendo esse um dificultador para implantar essa solução na região sudeste, esse obstáculo, porém é equalizado a partir de distâncias próximas a mil quilômetros onde esse pode ser um dos fatores para viabilizar esse transporte. Eventualmente mudanças nos drivers de custo podem alavancar o modelo e torná-lo mais atrativo em outro momento, como por exemplo o preço dos combustíveis ou ativos ferroviários com preços menores. Subsídios governamentais fazem sentido por se tratar de um modal mais “limpo”, onde o benefício está na cadeia completa, incluindo impactos diretos na sociedade.

Embora o viés custos pode não se mostrar atrativo neste momento, outros requisitos podem eventualmente tornar o modelo viável, seja pela restrição imposta pelo terminal na movimentação de carga containerizada, por algum requisito específico do negócio ou da carga e até mesmo através de incentivos governamentais.

6. REFERÊNCIAS

ALBANO, J. F. **Vias de Transporte**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2016.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Tradução Raul Rubenich. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BEATRIZ, Ane. Cargox. Publicado em 28 de fevereiro de 2018. **Conheça os principais tipos de modais**. Disponível em: <<https://cargox.com.br/blog/conheca-os-principais-tipos-de-modais-de-transporte-de-cargas>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2003.

BRASIL. Lei 9.611 de 19 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre o Transporte Multimodal de Cargas e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 fev. 1998. Seção 1, p. 9.

BRUSQUE, Rafael. Blog do caminhoneiro. **Piggy back: o curioso sistema de transporte de caminhões novos nos Estados Unidos**. Publicado em 05 de janeiro de 2022. Disponível em: <<https://blogdocaminhoneiro.com/2022/01/piggy-back-o-curioso-sistema-de-transporte-de-caminhoes-novos-nos-estados-unidos/>>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

CALDEIRA; Sergio. **Carga pesada. O caminhão também viaja de trem**. Publicado em 28 de fevereiro de 2016. Disponível em: <<https://cargapesada.com.br/2016/01/28/o-caminhao-tambem-viaja-de-trem-nos-eua-2/>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

CAMPOS, V. B. G. **Planejamento de Transportes: Conceitos e Modelos**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2013

_____. Conselho Nacional de Transportes. Ministério dos Transportes. **Planos de viação: evolução histórica (1808-1973)**. Rio de Janeiro, 1974.

HUB DO CAFÉ. **Big Bag oferece segurança no transporte e manuseio de fertilizantes**. Publicado em 17 de maio de 2021. Disponível em: <<https://hubdocafe.com.br/big-bag-oferece-seguranca-para-os-trabalhadores-no-transporte-e-manuseio-de-fertilizantes/>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

INFOMET. **MRS lança o sistema piggy back com produtos siderúrgicos da Belgo Mineiro**. Disponível em: <<https://www.infomet.com.br/site/noticias-ler.php?bsc=ativar&cod=8654>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

MELLO, Jose Carlos. **Planejamento dos transportes**. São Paulo: Mcgraw-hill do Brasil, 1975.

NASCIMENTO; Carlos Eduardo do. **Roadrailer, Rodotrilho e Transtrailer no Brasil**. Publicado em 7 de outubro de 2013. Disponível em: <

<http://ferroviaintermodal.blogspot.com/2013/10/roadrailer-rodotrilho-e-transtrailer-no.html>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

NOVAES, Antônio Galvão, 1935-. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

[1]

7. ANEXOS

Nesta seção, são apresentados vídeos de operações de *Piggyback*. É possível observar os diferentes equipamentos de transbordo, que tornam a operação segura e sem impacto estrutural nas carretas, e também a eficiência que podem ser alcançadas na carga e na descarga.

[Efficient LOHR Railway System \(timelapse\)](#)



[Ewals Cargo Care gets the XLS approved for Lorryrail tire shipping](#)



[intermodalna naczepa za i wyładunek na terminalu Poznań Franowo](#)

