

ANÁLISE DO POTENCIAL, VANTAGEM COMPETITIVA E DESENVOLVIMENTO DO PORTO SECO NA VILA DE PARANAPIACABA

Ana Keyla Ferreira dos Santos¹

Camila de Araújo Lima²

Jorge Alberto Nunes da Silva³

Maria da Conceição Medeiros⁴

Paulo Henrique Lixandrao Fernando⁵

doi: 10.47283/244670492022100141

Resumo

É compreensível afirmar que as empresas estão buscando insistentemente por melhorias, otimização e redução de custos em todas as áreas e diferentes segmentos. Apesar dos avanços atuais o Brasil carece de investimentos em infraestrutura em logística especialmente para agilizar os processos de importação e exportação. O potencial logístico do Porto Seco em Paranapiacaba, nos modais tanto rodoviário, ferroviário é absurdo, podendo proporcionar várias vantagens competitivas daqueles que usufruirão do sistema e ainda desenvolvimento e novos empregos desafogando o trânsito da descida da serra e o porto de Santos. Analisou-se os impactos positivos viáveis e negativos no escoamento, na movimentação e no transporte de cargas, direcionadas ao porto de Santos no intuito de obter dados substanciais, verificou as suas limitações e seus gargalos propondo melhores soluções. A metodologia de pesquisa criteriosa do processo tendeu a ser formal e sistemática com objetivo de descobrir respostas, usando o método descritivo permeando o registro, descrição, análise em busca da perfeição. A redução dos custos, movimentação e dos processos elencados no presente trabalho proposto retornou significativos avanços ao setor, promovendo e corroborando com vantagens competitivas aos diversos empreendedores que utilizam desta cadeia de transporte.

Palavras-chave: Porto Seco de Paranapiacaba. Importação. Exportação. Colapso Rodoviário e Portuário

Abstract

It is understandable to assert that companies are constantly looking for improvements, optimization, and cost reduction in all areas and different segments. Despite current advances, Brazil lacks investments in infrastructure in logistics especially to streamline the processes of import and export. The logistical potential of the dry port in Paranapiacaba, in both road and rail modes, is absurd and may provide several competitive advantages for those who will benefit from the system, as well as development and new jobs, relieving the traffic of the descent of the mountains and the port of Santos. We analyzed the positive viable and negative impacts on the flow, movement, and transport of cargo, directed to the port of Santos to obtain substantial data, verify its limitations and its bottlenecks by proposing better solutions. The careful research

¹ Graduanda em Tecnologia em Logística pela Fatec Mauá – Mauá/SP. E-mail: anakeyla.s3@hotmail.com;

² Graduanda em Tecnologia em Logística pela Fatec Mauá – Mauá/SP. E-mail: lyla.araujo@gmail.com;

³ Graduando em Tecnologia em Logística pela Fatec Mauá – Mauá/SP. E-mail: jorgealbertonunesdasilva@gmail.com

⁴ Docente Fatec Mauá – Mauá/SP. E-mail: maria.medeiros2@fatec.sp.gov.br

⁵ Docente Fatec Mauá – Mauá/SP. E-mail: paulohlf@yahoo.com.br

methodology of the process tends to be formal and systematic to discover answers, using the descriptive method permeating the registration, description, analysis in search of perfection. The reduction in costs, handling, and processes listed in this proposed work has returned significant advances to the sector, promoting and corroborating competitive advantages for the various entrepreneurs who use this transport chain.

Keywords: *Dry Port of Paranapiacaba. Import. Export. Road and Port Collapse.*

Introdução

O sistema de escoamento de mercadorias e movimentação portuária, seja do modal rodoviário ou ferroviário, está trabalhando em sua capacidade máxima de transbordo e, como consequência aumentam os custos logísticos que por sua vez limita a capacidade competitiva das empresas que necessitam destes serviços.

A participação comercial do Brasil no mercado externo cresce a cada ano, demandando de investimentos urgentes. O gargalo rodoviário e portuário carece de investimentos públicos e privados, as filas de caminhões no porto, o alto custo de combustível, pedágios, seguros, peças de manutenção e reposição (resultando em graves acidentes e não podemos esquecer das condições climáticas e físicas da via de acesso ao porto (SP 150 – Anchieta) que propicia desgastes dos equipamentos rodoviários, friso ainda nos dois sentidos, devido a inclinação íngreme, com as neblinas e os deslizamentos e terra.

Devido à necessidade de facilitar a movimentação e o escoamento das mercadorias, seja para exportação ou importação, dirimindo os tempos de carregamento os processos burocráticos de desembaraço aduaneiro.

O tema proposto desta pesquisa apresenta-se devido ao potencial que a logística produtiva do porto seco simultaneamente com o transporte ferroviário e rodoviário e a administração na Vila de Paranapiacaba podem apresentar como vantagem competitiva e promover desenvolvimento para as regiões adjacentes. Buscou-se identificar em que o gerenciamento integrado dos processos administrativos e produtivos proporciona eficiência e eficácia, beneficiando com melhorias de qualidade, a redução de custos e o melhor nível de serviço aos clientes.

Este estudo teve como objetivo geral analisar e pesquisar a efetividade do Porto Seco em Paranapiacaba com relação aos transportes rodoviário e ferroviário que envolve o escoamento de cargas no Porto de Santos por meio de pesquisa operacional relacionado a técnica de problema do transbordo. Os objetivos específicos foram identificar os processos que são utilizados no escoamento e do fluxo rodoviário nas estradas de descida da serra e no porto de Santos, assim como investigar as causas que podem atrapalhar o andamento do projeto e propor recomendações para melhorar sua estrutura de transporte de cargas.

1 Comércio exterior

As pesquisas iniciaram-se com comércio exterior, ressaltando a importância da commodities que vem da civilização fenícia por volta de 2000 a.C. Os benefícios do comércio internacional são notados nas organizações por expandir o mercado consumidor, assim como os produtores conseguem: ganhos em escala e aumento de produtividade; alcance de novos fornecedores de insumos e matérias-primas e a possibilidade de aquisição de novas tecnologias e métodos de produção (POYER, 2017).

Comércio internacional é o conjunto das atividades de compra e venda de mercadorias e prestação de serviços entre nações, isto é, em que vendedor e comprador estão em países distintos. Comércio Exterior é o conjunto das atividades de compra e venda de mercadorias e prestação de serviços entre países e as demais nações (WERNECK, 2011, p. 22). Uma operação de compra e venda internacional como aquela em que dois ou mais agentes econômicos sediados e/ou residentes em países diferentes negociam uma mercadoria que sofrerá um transporte internacional e cujo resultado financeiro sofrerá uma operação de câmbio (SOARES, 2004, p. 13).

O comércio se trata da maneira como um país se organiza em relação aos seguintes aspectos políticos, leis, regulamentos e regras que regem as operações de implementação de importação e exportação de bens e serviços estrangeiros. Da perspectiva logística, entende-se o que deve ser feito com a carga para ser entregue ao comprador em bom estado. Envolve embalagem, transporte interno, embarque, transporte internacional e desembarque no destino. (POYER, 2017, p. 09)

No panorama cambial, inclui a definição da moeda a ser usada, transações de câmbio envolvidas e transferência de dinheiro ao comprador. E por fim, no aspecto fiscal envolvem a emissão dos documentos necessários ao envio de importar e exportar, pagar impostos e taxas aplicáveis, e o desembaraço aduaneiro de importação e exportação. (POYER, 2017, p. 09)

Nota-se que o comércio exterior se envolve de vários processos conforme os autores para ser finalizado, observando as citações deles tem-se a percepção de que realmente os produtos enviados para exportação passam estas etapas até ser entregue ao cliente final.

1.1 Comércio exterior brasileiro

O modelo brasileiro caracteriza-se por não ter uma instituição específica que trata dos interesses nacionais ou agências governamentais envolvidas no processo de comércio exterior, como o Ministério do Comércio Exterior. As instituições de comércio exterior brasileiro estão organizadas conforme a área de competência e responsabilidade, as quais são: Política de Comércio Exterior, Política Fiscal e Política Financeira. A gestão ocorre por áreas de competências como: Câmara de Comércio Exterior (CAMEX); Ministério da Fazenda; Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC); Secretaria do Comércio Exterior (SECEX) e Ministério de Relações Exteriores. (POYER, 2017, p. 17)

A estrutura da SECEX é dividida em cinco departamentos de acordo com temas específicos: Departamento de Operações de Comércio exterior (DECEX); Departamento de Negociações internacionais (DEINT); Departamento de Defesa Comercial (DECOM); Departamento de Estatística de Apoio à Exportação (DEAEX) e Departamento de Competitividade no Comércio Exterior (DECOE). (POYER, 2017, p. 17-18)

Já os órgãos anuentes são credenciados para auxiliar no controle comercial, dada a natureza do produto, ou pela finalidade da operação, para fins de licenciamento de importação ou exportação. São exemplos de órgãos anuentes: DECEX/SECEX; Banco do Brasil; Departamento de Polícia Federal (DPF); IBAMA; Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Ministério da Defesa; Ministério da Saúde (MS); Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e Ministério da Cultura. (POYER, 2017, p.19)

No mercado interno, os preços dos produtos são taxados direta e indiretamente pelos impostos Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS); Imposto sobre Produto Industrializado (IPI) e Imposto para Seguridade Social (PIS/COFINS), porém no caso das exportações não há incidência de impostos nas vendas para o exterior. (POYER,2017)

1.2 Logística de distribuição

O uso de estratégias logísticas em uma empresa é uma questão de sobrevivência. Com o crescimento contínuo da demanda por produtividade e da qualidade dos serviços prestados aos clientes, a logística desempenha um papel vital nas atividades da empresa. (VERLANGIERI, 2002). A Logística, então, busca garantir um objetivo com agilidade, caracterizando-se como:

[...] um campo relativamente novo do estudo da gestão integrada, das áreas tradicionais das finanças, marketing e produção. [...] deriva do conceito da gestão coordenada e atividades inter-relacionadas, em substituição à prática histórica de administrá-las separadamente, e do conceito de que a logística agrega valor a produtos e serviços essenciais para a satisfação do consumidor e aumento das vendas (BALLOU, 2006, p. 26).

Visando aumentar a participação de mercado e fazer parte do processo de globalização da economia é fundamental um planejamento logístico para a realização dos procedimentos de forma positiva. Nesse sentido, o transporte é fundamental para melhorar o desempenho logístico. Segundo Alaby (2001), as condições:

A situação das estradas de rodagem e ferrovias é muito precária, dificultando a chegada das exportações até portos e aeroportos. Infelizmente, o modelo brasileiro privilegiou as rodovias, em função da política nacional para incentivar as empresas automobilísticas. Com a privatização, houve uma certa melhoria das estradas, mas o custo de pedágio muitas vezes inviabiliza, por exemplo, a competitividade do setor agrícola para o mercado externo (ALABY, 2001).

O sistema de transporte rodoviário e de movimentação vigente para escoamento dos altos volumes de cargas voltadas para exportação estão sobrecarregados, existem gargalos estruturais que limitam a eficiência do processo como um todo, juntamente com o alto custo que este sistema advém como a alta do combustível, a manutenção periódica dos equipamentos que os envolve, por exemplo o pneu a lona para encobrir e preservar a carga, o pedágio, o tempo de espera no porto pelo carregamento e descarregamento da carga, a falta de estrutura básica aos caminhoneiros e muitos outros problemas contribuem para ineficácia em todo o processo.

Pode-se eliminar, vencer ou pelo menos diminuir "os tempos e os gargalos na movimentação e no transporte rodoviário" - que vem somado ao alto custo que este modal acarreta, e é conveniente afirmar que se trata de um enorme problema que compromete todo o sistema. (ALABY, 2001)

Um maior investimento na implementação de melhores meios produtivos voltados ao ramo logístico ferroviário e traria a possibilidade de diminuição dos custos no quesito de volume de carga e do valor do frete, que por sua vez impacta no produto final a ser comercializado. Nesse sentido Vazquez (2007, p. 177) argumenta que:

[...] a exportação é a atividade que proporciona a abertura do país para o mundo. É uma forma de se confrontar com os demais parceiros e, principalmente, frequentar a melhor escola de administração, já que, lidando com diferentes países, o país exportador assimila técnicas e conceitos a que não teria acesso em seu mercado interno (VAZQUEZ, 2007, p. 177).

Destaca-se ainda a precariedade no transporte marítimo é como outra dificuldade para o comércio exterior brasileiro, infelizmente no Brasil o modal marítimo não é o principal modal utilizado, dificultando as rotas dos navios, os serviços portuários são ineficientes, não há marinha mercante nacional desenvolvida, apesar de existir uma política nacional para o setor, considerando ainda que o transporte por cabotagem ainda é pouco utilizado e o custo é alto. (ALABY, 2001)

1.3 Portos secos

No intuito de melhorar as habilidades do país, o Governo criou os Portos Secos ou sub-regiões (zonas secundárias), anteriormente conhecidas como Estações Aduaneiras Internas (EADI). Além de ajudar a reduzir os problemas de superlotação em armazéns alfandegados localizados nas principais áreas (portos, aeroportos e pontos de fronteira), também podem reduzir efetivamente os custos e o tempo da operação. (CAZELATO *et al.*, 2016)

Para os autores, as áreas secundárias são como ligações a outros meios de transporte e ocupam uma posição importante, ou seja, aproximam as zonas alfândegas dos centros de produção. Além de ajudar a reduzir os problemas de superlotação em armazéns alfandegados localizados nas principais áreas (portos, aeroportos e pontos de fronteira), eles também podem reduzir efetivamente os custos e o tempo. (CAZELATO *et al.*, 2016)

1.4 História do transporte entre Santos para o porto seco

O Brasil, seguindo a tendência mundial de ocupação territorial litorânea, possui uma vasta região costeira de mais de 7,3 mil km de extensão. A ocupação da área apresenta uma densidade demográfica de 87 habitantes por km², ao passo que a média no restante do território é de 24 habitantes por km² segundo dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2020. Com a assinatura do Tratado de Assunção, o Brasil em 1991, tornou-se membro do Mercosul, uma integração econômica entre os países (Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai) garantindo que as atividades de importação ganhassem grandes proporções, no entanto, havia graves questões de logística a serem vencidas, frente a precária e limitada infraestrutura da época. (HOEFLICH; NETTO, 2005)

Os portos não detinham espaço suficiente para receberem e armazenarem o crescente volume de mercadorias importadas, a malha rodoviária para escoamento de produtos de exportação já estava sobrecarregada, o crescimento desordenado das cidades ao entorno dos portos sufocou a possibilidade de ampliação, os recursos públicos eram escassos frente a crise

a qual o Brasil ultrapassava. Assim, a fim de eliminar os gargalos, principalmente de estocagem e do transporte rodoviário estabeleceu-se por meio das Parcerias Público Privadas (PPP) a proposta ousada do Governo Federal de ampliar as instalações para o interior do País, com a publicação da Lei nº 1.455/76 que tratava basicamente de armazéns adaptados e, chamadas de zona secundárias, em regiões com demandas econômicas e locais disponíveis para implantação, mantendo o intuito de integrar os serviços e modais aos grandes centros produtores e consumidores. (HOEFLICH; e NETTO, 2005)

Segundo a Secretaria Estadual de Logística e Transportes (2018) na rodovia Anchieta SP 150, o volume diário médio gira em torno de 22,8 mil veículos. O principal acesso ao Porto de Santos é feito pela rodovia, que está na capacidade máxima de utilização e não tem mais condições de atender caso o volume aumente. Tal limitação desfavorece a utilização do Porto de Santos, que segundo o arquiteto e urbanista Wagner Ferreira, especialista em navegação de portos, o terminal tem a capacidade de movimentar 200 milhões de toneladas de carga por ano. (HOEFLICH; e NETTO, 2005)

Por este motivo, para não entrar em colapso, o Estado analisa o projeto de construção de outra rodovia para desafogar o Sistema Anchieta Imigrantes – SAI, de autoria da Empreiteira Contern (empresa integrante do Consórcio responsável pelos trechos Sul e Leste do Rodoanel), visando ligar com 36 km de extensão o município de Ribeirão Pires a Baixada Santista. (HOEFLICH; e NETTO, 2005)

1.5 Estudo sobre a criação do porto seco em Paranapiacaba

O Barão de Mauá, em 1856 associando-se aos ingleses da Empresa Railway Co., detentores de vasto conhecimento na construção de ferrovias utilizando a tecnologia do trem a vapor, somado com a autorização de concessão por 90 anos da construção e da exploração do sistema ferroviário pelo Governo Imperial, criou uma parceria e fundou a empresa São Paulo Railway Co. para construir o sistema de escoamento da produção de café, açúcar entre outros (PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ, 2013).

As obras tiveram o início em 1860, comandadas pelo engenheiro inglês Daniel M. e a maior dificuldade encontrada dadas as características íngremes de 796 metros de altura da Serra do Mar, optou-se pela adoção do chamado sistema funicular, dividindo em quatro grandes planos inclinados e cada um com uma máquina a vapor que tracionava as composições com auxílio de cabos de aço. Nasceu a Vila de Paranapiacaba que era inicialmente um acampamento de operários responsáveis pela construção e, com a necessidade posteriormente de manutenção preventiva e corretiva do sistema em geral instalou-se a Estação Alto da Serra, que também foi o primeiro nome do lugarejo (PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ, 2013).

O Porto Seco de Paranapiacaba é um projeto que vem sendo discutido por alguns anos, pois para sua implantação seria necessário o desmatamento de cerca de 11,3256 quilômetros de área natural (BERNADINELLI, 2019).

Segundo Tossato (2021), o Porto Seco de Paranapiacaba ficaria instalado em área de 4,7 milhões de metros quadrados, dos quais 20%, são equivalentes a 90 campos de futebol, a serem desmatados, com investimento total aproximadamente R\$ 780 milhões. Porém, a CETESB informou que o processo de licenciamento ambiental está em análise de viabilidade ambiental e até o momento não foi emitida licença para o empreendimento.

O empreendimento apresenta a proposta de instalação de infraestrutura logística que compreende pátios e galpões, além da construção de ramais e desvios ferroviários, trazendo

como contrapartida aos riscos ambientais causados pela implantação do Centro Logístico a possibilidade de beneficiar a população local com geração de 1200 empregos (CAMPOGRANDELOG, 2018).

O projeto traz como principais vantagens a restauração da infraestrutura da malha ferroviária demonstrando seu potencial no transporte de cargas, o incentivo de utilização de transportes multimodais pelos centros logísticos, o favorecimento de uma economia sustentável para a população por meio de ações de conservação ambiental, além de promover a geração de empregos.

Dentre as diretrizes da proposta estão a redução de 20% de ocupação do solo, o direcionamento de ocupação das áreas isoladas, o aumento da conservação de cerca de 80% das áreas florestadas e com vegetação de várzea, o resgate de áreas modificadas não ocupadas pelo projeto, a introdução de telhados verdes, o balanço de solo “zero” de efluentes, o lançamento de “zero” efluentes, o controle de fluxos de escoamento superficial e a recuperação e conservação de 100 ha de florestas na sub-bacia (compensação florestal).

1.6 Pesquisa operacional

O início da pesquisa operacional foi geralmente atribuído a ações militares na Primeira Segunda Guerra Mundial, onde houve necessidade de atribuir eficientemente recursos escassos para várias operações militares. Por intermédio dessas pesquisas sobre como administrar de forma eficiente, a equipe de cientistas contribuiu para a vitória da batalha (FREDERICK; GERALD, 2012).

O sucesso da Pesquisa Operacional foi tão grande, que despertou o interesse de sua aplicação fora do ambiente militar, introduzindo nas organizações dos setores comerciais, industrial e governamental. A estruturação envolve a pesquisa sobre operações, iniciando na investigação do problema, criando um modelo científico (tipicamente matemático) e, por fim, investigação de alguma forma de hipótese (validação do modelo), para o processo de tomada de decisão (FREDERICK; GERALD, 2012).

A programação linear é classificada como um dos mais importantes avanços científicos em meados do século XX. Em que é utilizado o modelo algébrico para descrever o problema em questão, propenso a obter um grande resultado, isto é, que atinge o melhor objetivo entre todas as alternativas viáveis. Um dos tipos de programação linear é o problema de transporte, onde sua aplicação envolve em transportar mercadorias de maneira otimizada (FREDERICK; GERALD, 2012).

1.6.1 Problema de transporte com transbordo

Este estudo teve como objetivo de reconhecer que o despacho de mercadorias com o uso de intermediários antes da chegada ao destino, pode ser mais barato do que no problema ou uso do transporte comum, sendo assim, considera-se pontos intermediários de transbordo, que podem conectar esses caminhos, com o objetivo de reduzir os custos logísticos.

O problema de transbordo é modelado a partir de três elos na cadeia de suprimentos, e a partir desse pressuposto, o processo de transporte ocorre em dois estágios, considerando os transportes dos pontos de fornecedores para os pontos de transbordo e o transporte dos pontos de transbordo para os pontos de demanda. A finalidade é determinar o fluxo de mercadorias serem transportadas a partir de um conjunto de origens para um conjunto de

destinos via facilidades intermediárias, a fim de minimizar o custo total de transporte envolvido no sistema.

A notação matemática e a representação em redes do problema de transbordo são apresentadas de acordo com a Equação 1. Na Equação 2 e 3 são determinadas as restrições que são associadas ao problema de transporte. Assim considere um conjunto de m fornecedores que fornecem mercadorias a um conjunto de n consumidores via facilidades intermediárias. A quantidade máxima a ser transportada a partir de determinado fornecedor i ($i=1, \dots, m$) corresponde à sua capacidade de C_i unidades. Por outro lado, a demanda de cada consumidor j ($j=1, \dots, n$) deve ser atendida, sendo representada por d_j . Os pontos de transbordo são representados pelo índice k ($k=1, \dots, K$). O custo unitário de transporte do fornecedor i para o consumidor j via ponto de transbordo k é representado por $c_{ij,k}$. O objetivo é determinar as quantidades a serem transportadas do fornecedor i para o consumidor j , passando por um ponto de transbordo k ($x_{ij,k}$), de modo a minimizar o custo total de transporte (z).

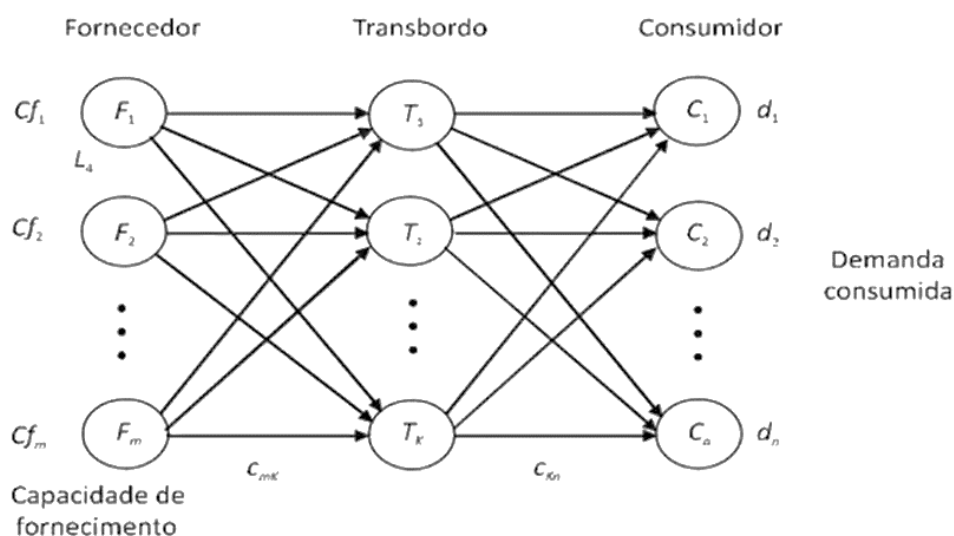
$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{m+k} \sum_{j=1}^{n+k} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \text{Função objetivo: minimizar o custo de transporte} \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^{n+k} x_{ij} = f_i \quad \forall i \rightarrow \text{Restrição 1: Tudo que for disponibilizado por cada fonte deverá ser transportado} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m+k} x_{ij} = d_j \quad \forall j \rightarrow \text{Restrição 2: Os destinos devem receber exatamente a quantidade demandada} \quad (3)$$

A Figura 1 ilustra a representação em redes do problema de transbordo sugerida por Murta (2017) e que também são conhecidos como grafo ou caminhos a serem percorridos. Ela representa as diversas possibilidades de caminhos que o problema poderá encontrar ao qual somente uma solução será a ótima para uma minimização de custo.

Figura 1 – Representação em redes do problema de trasbordo



Fonte: Adaptado de Murta (2017)

2 Materiais e métodos ou desenvolvimento

2.1 Definição e tipo de pesquisa

A abordagem metodológica utilizada para o estudo foi o método exploratório e descritivo com a natureza de pesquisa qualitativa. Para Vieira e Zouain (2005) que a pesquisa qualitativa é de fundamental importância para o testemunho dos atores sociais envolvidos, seus discursos e seus significados. De acordo com Gil (1999), o principal objetivo da pesquisa descritiva é caracterizar as propriedades de uma população específica ou um fenômeno ou para ainda estabelecer relações entre as variáveis.

2.2 Estudo sobre o porto seco em Paranapiacaba aplicado à pesquisa operacional

Considerou-se que a capacidade de fornecimento é igual à demanda total dos consumidores, logo, estamos diante de um problema de trasbordo balanceado. A capacidade de fornecimento 440 TEU refere-se a quantidade até o momento de cargas containerizada pelo Porto de Santos em 2021, as distancias foram obtida através do Google e o valor do frete auferido pelo simulador da tabela de pisos mínimos vigente, com base nas tabelas da ANTT reajustadas pela PORTARIA Nº 90, DE 1º DE MARÇO DE 2021, tendo como base a lei Nº 13.703, de 08/08/2018 (TABELAS DE FRETES, 2021), categoria do transporte carga lotação, carga geral e número de eixos igual a 03. As demandas consumidas foram distribuídas aleatoriamente. A representação em redes do problema de trasbordo pode ser visualizada na Figura 2 aos quais foram definidas as variáveis de decisão, função objetiva e as restrições.

Definem-se as variáveis de decisão do modelo:

X_{ik} = quantidade transportada do Porto de Santos i para o Porto Seco k .

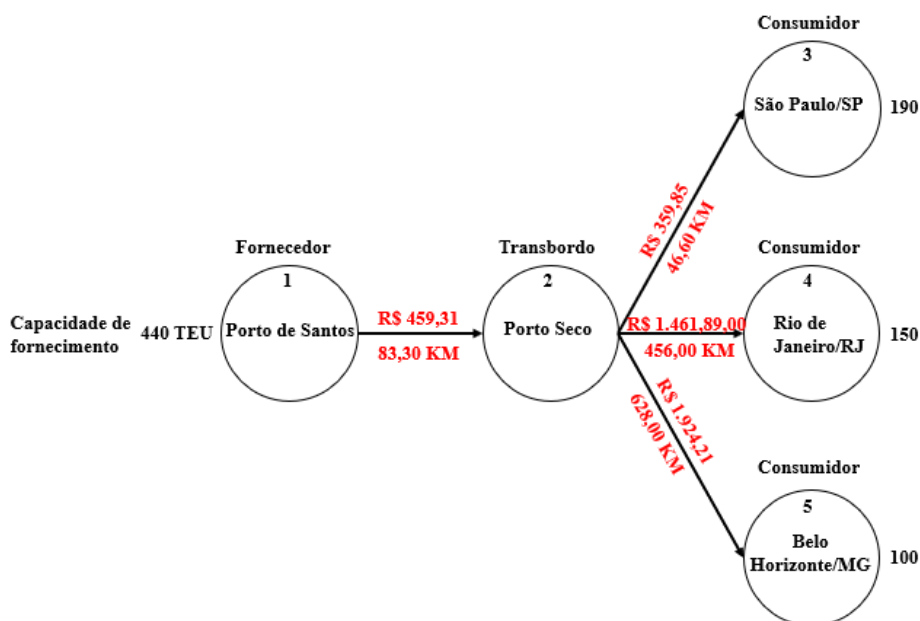
X_{kj} = quantidade transportada do Porto Seco k para o consumidor j .

Assim, tem-se que:

X_{12} = quantidade transportada do Porto de Santos para o Porto Seco.

X23= quantidade transportada do Porto Seco para São Paulo/SP.
 X24= quantidade transportada do Porto Seco para Rio de Janeiro/RJ.
 X25= quantidade transportada do Porto Seco para Belo Horizonte/MG.

Figura 2 - Representação em redes do problema de transbordo do Porto Seco



Fonte: os autores (2021)

A Tabela 01 representa os dados de custo associados ao transporte entre o ponto de origem, transbordo e o cliente, associados ao problema de minimização de custo. Em relação a Tabela 02 há a representação de minimização de distâncias associadas ao problema.

Tabela 01 - Dados para o problema de transporte-transbordo com minimização de custo

Origem	Porto Seco (2)	SP (3)	BH (4)	RJ (5)	Disponibilidade
Porto Santos (1)	459.31	M	M	M	440
Porto Seco (2)	0	359.85	1924.21	1461.89	440
Demanda	440	190	100	150	880/880

Fonte: os autores (2021)

Tabela 02 - Dados para o problema de transporte-transbordo com minimização de distâncias

Origem	Porto Seco (2)	SP (3)	BH (4)	RJ (5)	Disponibilidade
Porto Santos (1)	83.30	M	M	M	440
Porto Seco (2)	0	46.60	628	456	440
Demanda	440	190	100	150	880/880

Fonte: Dos autores (2021)

A função objetivo busca minimizar o custo total de transporte portanto, a partir da Tabela 1 se resulta em, ao qual o índice M é expresso em um valor alto significando que não haverá transporte entre a origem e o destino diretamente sem que passe pelo transbordo de acordo com as equações 4 e 5:

$$\text{Min } z = 459.31x_{12} + 9999x_{13} + 9999x_{14} + 9999x_{15} + 0x_{22} + 359.85x_{23} + 1924.21x_{24} + 1461.89x_{25} \quad (4)$$

E para a função objetivo da minimização de distância tem-se a seguinte função:

$$\text{Min } z = 83.3x_{12} + 9999x_{13} + 9999x_{14} + 9999x_{15} + 0x_{22} + 46.6x_{23} + 628x_{24} + 456x_{25} \quad (5)$$

As restrições do modelo algébrica, tanto para a função objetiva de minimização de custo quanto para a função objetiva de minimização de distâncias são as mesmas pois as células variáveis não se alteram, sendo assim tem-se as seguintes restrições das equações 6,7,8,9, 10 e 11 modelo algébrico:

$$(6) \quad x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} = 440$$

$$(7) \quad x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} = 440$$

$$x_{12} + x_{22} = 440 \quad (8)$$

$$x_{13} + x_{23} = 190 \quad (9)$$

$$(10) \quad x_{14} + x_{24} = 100$$

$$x_{15} + x_{25} = 150 \quad (11)$$

As variáveis de decisão do modelo são não negativas:

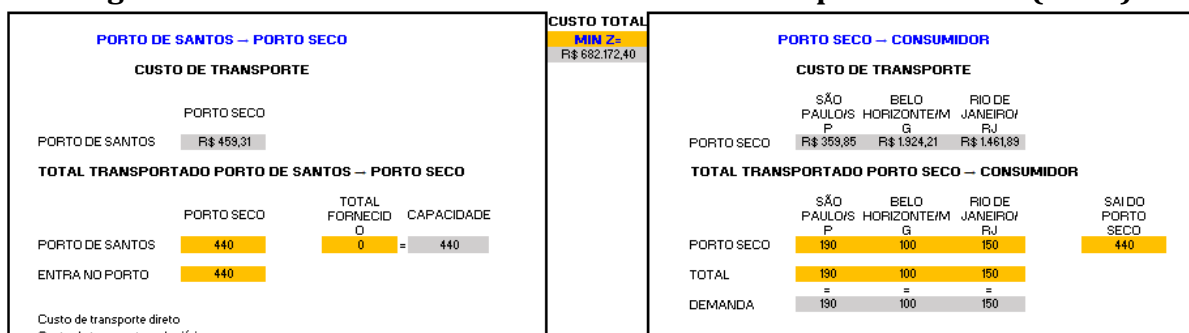
$$X_{ij} \geq 0, i=1, 2, 3; j=1, 2, 3$$

3 Resultados e discussão

3.1 Resolução com o método LP Simplex no Solver (Excel)

Utilizou-se o método resolução pelo Solver (Excel) ao qual criou-se por meio do grafo da Figura 02 as Tabelas 01 e 02 em que foi detalhado o modelo algébrico apresentado. Assim Resolveu-se através do método LP Simplex no Solver (Excel), conforme demonstrado na Figura 03.

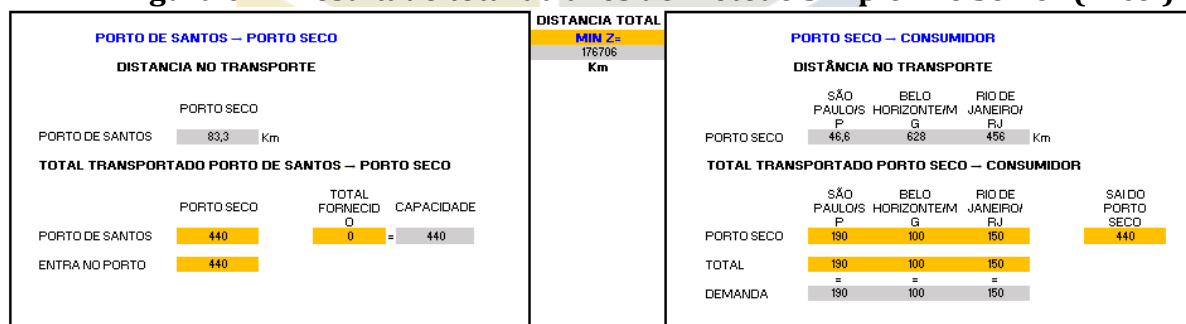
Figura 03 – Resultado total através do método Simplex no Solver (Excel)



Fonte: Os autores (2021)

Observa-se que após satisfazer todas as restrições, total fornecido igual a capacidade de fornecimento, o total entregue igual a demanda e a restrição de conservação de fluxo, ou seja, tudo que entra no Porto Seco é igual a tudo que sai do Porto Seco, o custo mínimo encontrado nessa operação de transporte com transbordo foi de R\$ 682.172,40

Figura 04 – Resultado total através do método Simplex no Solver (Excel)



Fonte: Os autores (2021)

A partir do resultado do Solver da Figura 4 tem-se como resultado da Função objetivo o mínimo de distâncias em que as cargas irão ser transportados, somando-se então todos os 440 TEU entregues do Porto de Santos ao transbordo e posteriormente ao consumidor houve uma distância percorrida por todas as carretas de 176.706 Km.

3.2 Resolução com software comercial LINDO

Como comparação ao resultado encontrado com o solver do Excel, procurou-se visualizar outros softwares para resolução de problemas de transbordo. Um dos softwares levantados foi o LINDO da empresa Lindo Systems. Por meio da Figura 5 estabeleceu-se o código inserido no software que imediatamente foi calculado com o solver com as mesmas condições em modo simplex para programação Linear.

Figura 05 – Modelo algébrico total através do método Simplex no Solver (Lindo)

```

a)
LINDO - [C:\WINDOWS\system32\projeto.ltb]
File Edit Solve Reports Window Help
Min 459.31x12+9999x13+9999x14+9999x15+0x22+359.85x23+1924.21x24+1461.89x25
subject to
x12 + x13 + x14 + x15 = 440
x22 + x23 + x24 + x25 = 440
x12 + x22 = 440
x13 + x23 = 190
x14 + x24 = 100
x15 + x25 = 150
end

b)
LINDO - [C:\WINDOWS\system32\projeto_DIST.ltb]
File Edit Solve Reports Window Help
Min 83.3x12+9999x13+9999x14+9999x15+0x22+46.6x23+628x24+456x25
subject to
x12 + x13 + x14 + x15 = 440
x22 + x23 + x24 + x25 = 440
x12 + x22 = 440
x13 + x23 = 190
x14 + x24 = 100
x15 + x25 = 150
end
    
```

Obs: a) Código para minimização de custo, b) código para minimização de distâncias.
 Fonte: Os autores (2021)

Por meio da Figura 06, observa-se que se encontrou os mesmos valores tanto para a função de minimização de custo quanto para a função de minimização de distâncias, isto prova a eficácia da montagem do problema algébrico.

Figura 06 – Resultado total através do método Simplex no Solver (Lindo)

a) LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3				b) LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0			
OBJECTIVE FUNCTION VALUE				OBJECTIVE FUNCTION VALUE			
1)	682172.4			1)	176706.0		
VARIABLE	VALUE	REDUCED COST		VARIABLE	VALUE	REDUCED COST	
X12	440.000000	0.000000		X12	440.000000	0.000000	
X13	0.000000	1564.359985		X13	0.000000	581.400024	
X14	0.000000	0.000000		X14	0.000000	0.000000	
X15	0.000000	462.320007		X15	0.000000	172.000000	
X22	0.000000	7615.479980		X22	0.000000	9287.700195	
X23	190.000000	0.000000		X23	190.000000	0.000000	
X24	100.000000	0.000000		X24	100.000000	0.000000	
X25	150.000000	0.000000		X25	150.000000	0.000000	
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES		ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES	
2)	0.000000	0.000000		2)	0.000000	0.000000	
3)	0.000000	8074.790039		3)	0.000000	9371.000000	
4)	0.000000	-459.309998		4)	0.000000	-83.300003	
5)	0.000000	-8434.639648		5)	0.000000	-9417.599609	
6)	0.000000	-9999.000000		6)	0.000000	-9999.000000	
7)	0.000000	-9536.679688		7)	0.000000	-9827.000000	
NO. ITERATIONS= 3				NO. ITERATIONS= 0			

Obs: a) Resultado da FO para minimização de custo, b) Resultado da FO para minimização de distâncias.
 Fonte: Os autores (2021)

Considerações finais

Por meio da pesquisa realizada conclui-se que a implantação de portos secos vai redefinir a escala da logística no Brasil, reduzindo os custos de gestão dos principais meios de entrada e saída (áreas primárias: portos, aeroportos e pontos de fronteira) de mercadorias do Brasil, aliviando os gargalos, agilizando no processo de comercialização internacional, simplificando o transporte de mercadorias através de terminais intermodais, custos mais baixos e etc.

Sendo assim, a implantação do Porto Seco de Paranapiacaba seria de suma importância para região se construído dentro dos parâmetros ambientais, pois melhoraria o fluxo de transporte de mercadorias até o Porto de Santos, assim desafogando a Rodovia Anchieta SP 150 e tornando o processo mais eficiente.

Pelo problema de transporte com a inclusão de transbordo foi possível identificar tanto custos logísticos quanto distâncias de localização em relação a consumidores nas metrópoles, sendo possível concluir que é algo adequado propor uma implantação do Porto Seco em Paranapiacaba.

Visto que, os problemas encontrados envolvem a falta de estrutura nos portos marítimos, a sobrecarga de serviço, falta de espaços para movimentação e o colapso que está eminente na rodovia Anchieta como trânsito, deslizamento de terra, neblina, valores altos de pedágio, etc. Assim optou-se por analisar a proposta de transbordo de carga com o objetivo de melhorar o fluxo de transporte entre o Porto Seco de Paranapiacaba e Porto de Santos.

Referências bibliográficas

ALABY, M. A. **Importância da logística para o comércio exterior**. Supply Chain. Disponível em:

http://www.supplychain.com.br/principal/noticias_eventos/imagens/importancia_logistica_para_comercioexterior.pdf. Acesso em: 18 abr. 2021.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeias de suprimentos/logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BERNARDINELLI, Pietra. **Os moradores se mobilizam contra o centro logístico em paranapiacaba**. Disponível em: <https://abcreporter.com.br/2019/09/06/moradores-se-mobilizam-contracentro-logistico-em-paranapiacaba/>. Acesso em 12 de out. 2020.

CAZELATO, L.; SOUZA, R.S.; JÚNIOR, P. dos S.P.; OLIVEIRA, G.F. de; OLIVERA, F.F. de. **As motivações para a utilização dos portos secos: um estudo de caso do porto seco de Varginha-MG**. Rio de Janeiro, 31 de out. e 01 de nov. 2016. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/5024100.pdf>. Acesso em 04 de out. 2020.

Centro logístico campo grande. Disponível em: <http://campograndelog.com.br/#1555965576009-5c1a1cba-0f66>. Acesso: 07 de mar.2021

DIÁRIO DO TRANSPORTE. **Empresa pretende construir Centro Logístico em Santo André até 2024**. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2018/04/01/empresa-pretende-construir-centro-logistico-em-santo-andre-ate-2024/>. Acesso: 07 de mar.2021

FREDERICK, S. H.; GERALD J. Lieberman. **Introdução à pesquisa operacional**. 9. Ed. 2012.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MURTA, A. Aula 14 - Transporte com Transbordo. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=oD_zwQBowzg. Acesso em: 18 abr. 2021.

HOEFLICH, S. L; NETTO, CAVALCANTI M. A. **Identificação dos atributos de serviços: Etapa inicial para o planejamento da atuação dos portos secos na logística internacional.** In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA – SPOLM, 2., 2005, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro.

IBGE. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 8 mar 2021.

POYER, M G. **Introdução ao Comércio Exterior:** livro didático. Palhoça: UnisulVirtual, 2017.

PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ. **História da Vila e da Ferrovia.** Disponível em: <https://www2.santoandre.sp.gov.br/index.php/historia/historia-da-vila-e-da-ferrovia#:~:text=Em%2026%20de%20abril%20de,da%20ferrovia%20por%2090%20anos>. Acessado em 12 mar 2021.

SANTOS PORT AUTHORITY. **Porto de Santos: contêiner se recupera e fecha dezembro de 2020 com alta de 20%, recorde histórico.** Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/2021/01/28/porto-de-santos-conteiner-se-recupera-e-fecha-em-dezembro-de-2020-com-alta-de-20-recorde-historico/>. Acesso: 07 de mar 2021.

SOARES. C. C. S. **Introdução ao comércio exterior:** Fundamentos teóricos do comércio internacional. São Paulo: Saraiva, 2004.

TABELAS DE FRETES. **Tabela Vigente.** Disponível em: <https://www.tabelasdefrete.com.br/p/calculo-carreteiro>. Acesso: 18 de abr 2021.

TOSSATO, D. **TJ-SP libera a construção do porto seco em Paranapiacaba.** Disponível em: <https://www.dgabc.com.br/Noticia/3681263/tj-sp-libera-construcao-do-porto-seco-em-paranapiacaba>. Acesso: 07 de mar 2021.

VAZQUEZ, J. L. **Comércio exterior brasileiro.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VERLANGIERI, M. V. Logística no organograma das empresas. Disponível em: <http://www.guiadelogistica.com.br>. Acesso em 04 de out. 2020.

VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M. **Pesquisa qualitativa em administração:** teoria e prática. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

WERNECK, P. **Comércio Exterior & Despacho Aduaneiro.** 4 ed. (ano 2007) 4 reimp. Curitiba: Jorúá, 2011.