

MODELO DE OTIMIZAÇÃO PARA DESCARGA DE CONTÊINERES DE IMPORTAÇÃO

André Andrade Longaray

andrelongaray@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, RS, Brasil.

Márcio Luiz Silva do Amaral

marcio6607@gmail.com
Laboratório de Estudos e Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, RS, Brasil.

Thauane Adamoli Amaral

thauaneadamoli@gmail.com
Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, RS, Brasil.

Vilmar Antonio Gonçalves Tondolo

vtondolo@gmail.com
Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, Pelotas, RS, Brasil.

RESUMO

Destaques: A economia do Brasil é muito dependente dos portos, que servem como entrada e saída de mercadorias via importação e exportação de cargas. O uso de contêineres tornou mais fácil as operações de manipulação em portos, aumentando a velocidade de transporte e eficiência do processo de movimentação. À vista disso, a conteneurização é uma inovação nos serviços de carga geral, trazendo aumento nas áreas das empresas e construindo grandes terminais especializados em movimentação de contêineres. Contudo, a movimentação interna de contêineres de importações acarreta custos operacionais para os terminais portuários. Aplicar um modelo matemático para otimizar a descarga de contêineres de importação, a fim de definir a frota ideal para o processo da empresa em estudo. O propósito da pesquisa é descrito como pesquisa-diagnóstico. Quanto ao tipo de pesquisa, o estudo se enquadra como pesquisa qualitativa. No que tange o delineamento, a pesquisa é um estudo de caso. A técnica de análise consiste na utilização da modelagem no processo e simulação. São utilizadas a modelagem e simulação em um contexto logístico portuário. Através da simulação, foi ajustado o número de caminhões que realizam o transporte, demonstrando a quantidade ideal de veículos para a demanda do terminal. Como resultado, observou-se que a pesquisa operacional pode auxiliar no ajuste do processo na empresa. Este estudo apresenta como limitação, a realização da simulação com outros equipamentos que envolvem o processo de descarga de contêineres de importação, limitando-se apenas a tratores de pátio. Sugere-se aumentar o número de equipamentos que envolvem o processo de descarga, como guindastes pórtico de rodagem, a fim de verificar se há diminuição do tempo de processo de descarga de contêineres de importação. Demonstrar que a simulação pode servir como uma ferramenta que auxilia os tomadores de decisão, bem como, ser aplicada em um processo portuário.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação; Terminal de contêineres; *Scanner*; Logística.

1. INTRODUÇÃO

Os portos brasileiros têm importância desde o tempo em que o país era uma colônia de Portugal. Devido ao Brasil ter como característica o seu extenso litoral, pouco a pouco foi povoado pelos portugueses e outros povos, os quais construíram portos para escoar as riquezas presentes no território nacional. A economia do Brasil é muito dependente dos portos, que servem como entrada e saída de mercadorias via importação e exportação de cargas. O Brasil importa, principalmente, bens para a atividade produtiva como, por exemplo: insumos industriais, máquinas para agricultura e bens de capital.

Em 2019, segundo o Anuário Estatístico de Desempenho do Setor Aquaviário da Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ, ocorreu a movimentação de 1,104 bilhão de toneladas de cargas nos portos brasileiros, dividindo-se o perfil das cargas em 62% de granel sólido, 23% de granel líquido, 10% de contêineres e 5% de carga geral solta. No que tange a movimentação de contêineres nos portos brasileiros, houve um aumento de 3,5% comparado ao ano de 2018, com a movimentação de 117 milhões de toneladas de contêineres no ano de 2019 (ANTAQ, 2019).

Ao analisar a movimentação de container em escala nacional, o porto de Rio Grande ocupa a 5ª posição de maior movimentador de contêineres no Brasil. No ano de 2019 o porto de Rio Grande movimentou 488 mil TEUs (*Twenty-foot Equivalent Unit* ou Unidade Equivalente à 20 pés), representando 6.9% da movimentação total de contêineres cheios e vazios no Brasil (ANTAQ, 2019).

O uso de contêineres tornou mais fácil as operações de manipulação em portos, aumentando a velocidade de transporte e eficiência do processo de movimentação e, assim, tornando possível o transporte de múltiplas unidades de carga simultaneamente. Nesse sentido, após o surgimento dos contêineres na década de 60, os terminais portuários mudaram o modo de operar sendo necessário realizar a introdução de equipamentos especializados, destinar áreas para armazenamento e definir métodos de estocagem (Bandeira, 2005).

Nesse sentido, há terminais especializados para a operação de contêineres, denominado terminal de contêineres, o qual é um empreendimento industrial que envolve diversas atividades. O processo principal de um terminal de contêineres é realizar a carga e descarga de navios, tanto de importação como exportação de cargas. Para realizar a movimentação desses recipientes nos terminais, são utilizados equipamentos como guindaste pórtico de cais, guindaste pórtico de pátio com rodagem, empilhadeiras e caminhões de pátio.

Contudo, este processo interno de movimentação de contêineres acarreta custos operacionais para os terminais de contêineres. No presente estudo, tem-se como exemplo a movimentação de descarga de contêineres de importação, no qual o container de importação descarregado do navio é posteriormente enviado para uma posição provisória em um lote de armazenamento e, dentro do prazo de 48 horas, é encaminhado para realizar a vistoria no *scanner*, para após ser encaminhado para o destino no terminal.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo aplicar um modelo matemático para otimizar a descarga de contêineres de importação. Desse modo, é utilizada a simulação em um contexto logístico portuário a partir de um sistema matemático, o qual será destinado a auxiliar os tomadores de decisão no processo de otimização de descarga de contêineres de importação do navio para o terminal.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A containerização é uma inovação nos serviços de carga geral, trazendo aumento nas áreas das empresas e construindo grandes terminais especializados em movimentação de contêineres. Para Bowersox e Closs (2001), os contêineres são ferramentas fundamentais para logística de transporte, possibilitando a unitização de mercadorias, trazendo diversas vantagens e, em geral, reduzindo custos logísticos como, por exemplo, a movimentação dos contêineres de carga e descarga.

Devido ao aumento do volume de tráfego o terminal de contêineres tornou-se uma importante interface entre o transporte terrestre e marítimo. Em uma indústria cada vez mais competitiva e global, os portos precisam garantir a eficiência no gerenciamento de vários recursos e diminuir o tempo de resposta dos navios no terminal (Chen et al., 2013).

Os terminais de contêineres são responsáveis por grande parte dos processos de exportação e importação de cargas no Brasil. Nesse sentido, as empresas importadoras e exportadoras necessitam de um aumento na eficiência para maximizar a receita, e para isso é importante, entre outras coisas, que os terminais busquem maneiras de diminuir o tempo de operação nos navios, acarretando assim, um aumento no número de atendimentos (Fernandes, 2006).

À vista disso, a operação de desembarque de contêineres nos terminais inicia-se com o recebimento prévio de uma relação contendo dados do grupo de contêineres que serão embarcados. O terminal, baseado nessas informações, realiza uma reserva de área para a armazenagem das unidades, normalmente em função de dados como local de destino, tipo específico (frigoríficos e não frigoríficos),

vazios, cheios, tara e peso bruto dos contêineres (Pereira, 2001).

Nesse sentido, o processo de carga e descarga em um porto dá-se quando um berço é designado, os guindastes pórtico de cais em terra (*portainer*) são alocados para descarregar contêineres de entrada e carregar contêineres de saída. Nos lotes de armazenamento do terminal, os guindastes pórtico com rodagem (RTG) ou empilhadeiras realizam uma série de operações que incluem a transferência de contêineres para/e dos caminhões do terminal, o recebimento de contêineres de saída de agentes de embarque para empilhamento e reempilhamento de contêineres quando necessário. Os caminhões de pátio são usados para transportar contêineres entre o cais e o pátio, atendendo tanto os portêineres quanto os RTG's e empilhadeiras (Chen et al., 2013).

Estudos como de David e Collier (1979) utilizam técnicas de simulação computacional como meio de investigar os problemas associados à minimização do tempo de movimentação de contêineres de um navio, envolvendo a operação de equipamentos de movimentação de contêineres (guindastes e transportes) em conjunto com o tempo de resposta de um navio para estudar a otimização da carga.

Tendo em vista o emprego de um modelo de simulação como ferramenta para solucionar o problema proposto, é descrito que a modelagem e simulação computacional são ferramentas que permitem a diversos profissionais realizarem as atividades que são propostas e, através delas, podem adquirir a capacidade de identificar, formular e solucionar problemas ligados as atividades de projeto, operação e gerenciamento do trabalho e de sistemas de produção de bens e/ou serviços (Carvalho, 2006).

A simulação computacional fornece um meio útil de investigar problemas, uma vez que permite grande flexibilidade na escolha de parâmetros de entrada e no teste de estratégias de decisão alternativas, sem os riscos associados à experimentação direta no sistema real (David e Collier, 1979). Desse modo, utiliza-se um modelo matemático com suas variáveis de decisão, função, objetivo e restrições na administração para maximizar ou minimizar o índice de desempenho e o índice de performance, visando encontrar uma solução para o problema.

3. METODOLOGIA

Segundo Roesch (2013), este estudo pode ser classificado quanto ao seu propósito, caráter, delineamento, técnica de coleta e análise.

Nesse sentido, o presente estudo apresenta como propósito a pesquisa-diagnóstico, onde deseja-se explorar o

ambiente organizacional e de mercado ou levantar e definir problemas (Roesch, 2013).

Considerando o tipo de pesquisa, o presente trabalho classifica-se como pesquisa qualitativa, devido às informações fornecidas pela empresa serem dados estatísticos, para realizar a simulação do processo de descarga de contêineres.

Quanto ao delineamento, a pesquisa enquadra-se como estudo de caso, o qual permite a análise de fenômenos em profundidade dentro do seu contexto.

No que tange a técnica de coleta de dados, fez-se a partir de observação do processo de descarga de contêineres de importação. A coleta de dados foi realizada a partir da observação e conversas com funcionários da empresa (*planners*, analistas, *marines* e coordenadores). Desse modo, a população foi à empresa onde foi realizada a pesquisa.

Foram adquiridos dados e informações para gerar uma modelagem no processo e uma simulação. A simulação foi realizada através de uma equação matemática, na qual pode-se determinar o dimensionamento da frota para resolução do problema de pesquisa.

4. ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso ocorreu em uma empresa situada na cidade de Rio Grande, município do estado do Rio Grande do Sul. A empresa é um terminal de contêineres alfandegado, área da receita federal, que atende um amplo número de armadores marítimos, prestando serviços de recebimento e envio de mercadorias, carga e descarga de contêineres. A empresa atua na área portuária desde o ano de 1997, possui a capacidade de armazenamento de 25.000 TEUs e contém armazéns para mercadorias e um armazém para cargas perigosas. O terminal portuário possui 900 metros de cais, podendo operar com três navios ao mesmo tempo. No setor operacional, a empresa tem aproximadamente 150 funcionários por turno e desenvolve atividades em três turnos de oito horas por dia.

O parque tecnológico da empresa conta com nove *portainers*, onde tem a finalidade de retirar e colocar contêineres no navio. Dentro dos objetivos da empresa, este equipamento tem que descarregar 30 contêineres por hora. A empresa conta com 56 tratores de pátio (caminhões para transporte de contêineres), sendo que cada um tem a capacidade para 40 toneladas.

Na descarga de pátio, a organização conta com 22 RTGs (*rubber tyred gantry*), trata-se de um guindaste pórtico sobre pneus, utilizado para a descarga e carregamento de contêineres em caminhões e que traz grande agilidade na movimentação portuária. Por fim, a empresa conta com sete

Reach Staker, equipamento de grande porte para movimentação de contêineres, e com 4 máquinas *Front Loaders* para descarga de contêineres vazios.

Descrição do processo de descarga de contêineres de importação

Os contêineres de importação, planejados para descarregar no porto, são os primeiros a descer do navio, devido a necessidade de liberar espaço para os contêineres que vão embarcar. Dentro desta logística, a receita federal pede para que todos os contêineres que desembarcam tenham que realizar uma vistoria não invasiva, ou seja, passar no *scanner*. Esta vistoria tem um prazo de 48 horas depois da desatracação do navio que desembarcou o contêiner.

O contêiner desce do navio pelo *portainer* e é colocado em cima do trator de pátio, onde é realizada a inspeção do *mariner* para verificar o lacre e se não há avarias. Logo, este contêiner é levado para uma posição provisória no pátio, onde é descarregado por uma máquina de cheio. Dentro do prazo de 48 horas, o recipiente é novamente colocado em cima de um transporte, levado ao *scanner* e depois é dada a posição final de descarga do contêiner, que geralmente é em uma fila onde opera o guindaste de pátio (RTG). Por fim, retira-se o contêiner do trator de pátio, o qual é colocado em uma posição definitiva para aguardar sua liberação para o cliente.

Problema de pesquisa

O problema de pesquisa se encontra na logística de movimentação de cada contêiner de importação que sai do navio e que necessita ser deslocado para uma posição provisória, dentro do prazo de 48 horas, após passar pelo processo de vistoria no *scanner* e por fim, deslocar-se para o destino final no terminal. Este processo gera custos para a empresa, pois se no momento da descarga do contêiner já fosse realizada a vistoria no *scanner* e depois fosse encaminhado para o destino final, a empresa poderia obter uma economia em transporte e movimentação de contêineres.

Para resolver este problema, será simulado o dimensionamento da frota de tratores de pátio para o momento de descarga dos contêineres de importação, o qual no momento que o trator de pátio descarrega, é deslocado o contêiner para o *scanner* e depois para a posição final no terminal e volta para a origem onde carregou.

Simulação

Com o objetivo de trazer uma solução para o problema de pesquisa, é proposta uma simulação do dimensionamen-

to da frota. Contudo, é necessário atender alguns requisitos da empresa para maximizar as operações portuárias. À vista disso, a fim de otimizar a operação, cada *portainer* tem que descarregar 30 contêineres por hora e o mesmo guindaste não pode esperar por transporte.

A simulação proposta se dá através de uma equação matemática, na qual será definida a quantidade de transporte (tratores pátio) necessária para cumprir a demanda de 30 contêineres por hora e todo o circuito seja percorrido sem que o guindaste de cais espere por transporte.

Todas as informações para a simulação foram fornecidas pela empresa através dos colaboradores. O tempo, distância e velocidade são médias retiradas do sistema de controle e dados da empresa. A equação matemática foi adaptada do estudo de Guerreiro (2017) *apud* Fabrício e Subramanian (2008) e apresenta as variáveis: demanda, tempo de carregar e aguardar, tempo de aguardar e descarregar, tempo de repouso, distância do destino para origem, distância da origem para o destino, capacidade estática do veículo, dias trabalhados, horas trabalhadas por dia e velocidade média de ida e volta.

$$N_t = \frac{D(T_c + \frac{K_{mi}}{V_{oi}} + T_r + T_d + \frac{K_{mv}}{V_{ov}})}{D_m \times H_d \times C_{EV}}$$

Em que,

N_t : Número de transporte

D: Demanda de descarga ou carga

T_c : Tempo de carregar e aguardar (h)

K_{mi} : Distância em quilômetros da origem ao destino (Km)

V_{oi} : Velocidade média de deslocamento até ponto de descarga (Km/h)

T_r : Tempo de repouso (h)

T_d : Tempo de aguardar e descarregar (h)

K_{mv} : Distância em quilômetros do destino para origem (Km)

V_{ov} : Velocidade média de retorno do ponto de descarga para origem (Km/h)

D_m : Dias trabalhados

H_d : Horas trabalhadas

C_{EV} : Capacidade do veículo

5. RESULTADOS

A Tabela 1 demonstra as 9 simulações realizadas em 3 locais de carregamento de contêineres diferentes (Cais 1, Cais 2 e Cais 3) e 3 locais de descarga definitivo nas filas (F2, G1 e H1), onde os contêineres, depois de passarem pelo scanner, podem ser posicionados. Para determinar cálculos com exatidão, as unidades de tempo foram trabalhadas em horas, as unidades de velocidade em km/h e as distâncias foram transformadas em quilômetros.

Observa-se que a demanda (D) de desembarque de contêiner do navio não houve alteração, mantendo os 30 contêineres por hora determinado para uma operação de descarga ideal. O tempo de carregamento do *portainer* (T_c) não apresentou mudança. A velocidade de ida e volta (V_{oi}) e (V_{ov}) dos tratores de pátio é, em média, de 30 km/h, por motivos de segurança. O tempo de repouso (T_r) para cada transporte é de 1 hora em um dia de trabalho de 8 horas (H_d), e o tempo de descarga (T_d) no RTG é o mesmo para todas as posições. Os dias trabalhados (D_m) é 1 devido ao período ser de um dia e um turno de 8 horas, e a capacidade dos tratores de pátio (C_{ev}) é de 1 container desembarcado.

Simulações Cais 1

A tabela 2 representa a simulação no Cais 1, a distância para percorrer o circuito passando no scanner é de 1,24 km até a fila de descarga F2. Os cálculos demonstram que são necessários 4,44375 veículos para atender a demanda operacional (Tabela 8). Sendo assim, será necessário utilizar 5 veículos para percorrer o trajeto.

A simulação que parte do Cais 1 para fila de descarga G1 percorre 1,465km. O retorno da fila G1 para o Cais 1 é de 0,46km. A partir do resultado, tem-se o valor de 4,440 de veículos para atender a demanda da operação (tabela 3). Arredondou-se o valor para um número inteiro de 5 veículos, o necessário para a demanda de container de importação descarregado.

Nesta simulação, o contêiner sai do cais 1 e percorre uma distância de 1,44km até o RTG. Desse modo, o recipiente faz sua descarga e o transporte percorrendo a distância de 0,5 quilômetros até o cais 1 para carregar novamente.

Para este percurso, precisa-se de 4,4425 veículos para fazer o transporte de 30 contêineres por hora (tabela 4). Assim, são necessários 5 veículos para o processo de descarga de contêineres de importação.

Tabela 1. Simulação geral do processo de dimensionamento

Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 3 - F2	30	0,07	1,73	30	1	0,05	0,75	30	1	8	1	4,51
Cais 3 - G1	30	0,07	2,02	30	1	0,05	0,98	30	1	8	1	4,575
Cais 3 - H1	30	0,07	2	30	1	0,05	1,05	30	1	8	1	4,58125
Cais 2 - F2	30	0,07	1,45	30	1	0,05	0,47	30	1	8	1	4,44
Cais 2 - G1	30	0,07	1,7	30	1	0,05	0,75	30	1	8	1	4,50625
Cais 2 - H1	30	0,07	1,65	30	1	0,05	0,81	30	1	8	1	4,5075
Cais 1 - F2	30	0,07	1,24	30	1	0,05	0,71	30	1	8	1	4,44375
Cais 1 - G1	30	0,07	1,465	30	1	0,05	0,46	30	1	8	1	4,440625
Cais 1 - H1	30	0,07	1,44	30	1	0,05	0,5	30	1	8	1	4,4425

Fonte: Os autores (2018).

Tabela 2. Simulação Cais 1 – F2

Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 1 - F2	30	0,07	1,24	30	1	0,05	0,71	30	1	8	1	4,44375

Fonte: Os autores (2018).

Tabela 3. Simulação Cais – G1

Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 1 - G1	30	0,07	1,465	30	1	0,05	0,46	30	1	8	1	4,440625

Fonte: Os autores (2018).

Simulações Cais 2

O ponto de partida mudou para o Cais 2, no qual a distância do percurso em relação ao cais se reduziu e as variáveis de tempo e velocidade são as mesmas. A distância entre o Cais 2 e o ponto de final de descarga é de 1,45 km e o retorno até o cais 2 é de 0,47km ou 470 metros.

A partir da simulação, concluiu-se que são necessários 4,44 veículos para atender a demanda estabelecida (Tabela 5). Sendo assim, serão necessários 5 veículos para realizar o trajeto.

Na Tabela 6 consta a simulação do Cais 2 – G1, o contêiner desembarca no cais 2 e percorre 1,7 km até o guindaste do pátio localizado na fila G1. Logo que é descarregado, o transporte percorre 0,75km até o cais 2.

A partir da simulação, obteve-se o valor de 4,50625 veículos necessários para realizar o transporte de 30 contêineres por hora. Da mesma maneira, são necessários 5 veículos para o percurso.

Os contêineres desembarçados no Cais 2 com destino para fila H1 percorreram a distância de 165 km. Para fazer o trajeto até a fila de descarga H1, o trajeto da descarga até o cais 2 é de 0,81km; as demais variáveis não mudam. Com o resultado de 4,5075, conclui-se que são necessários 5 veículos para a simulação alcançar o objetivo de 30 contêineres descarregados por hora (Tabela 7).

Simulações Cais 3

Na simulação Cais 3 - F2, o contêiner desembarca do Cais 3 e o destino final é fila de descarga F2. A unidade percorre 1.730 km com uma velocidade de 30km/h, passando pelo scanner e chegando na fila F2. O tempo de retirada do contêiner do transporte pelo RTG é de 3 minutos ou 0,05 de hora, o transporte saindo da fila F2 até o cais 3 percorre uma distância de 0,75 km e a capacidade de cada transporte é de 1 container por vez. Nesta simulação, são necessários 5 veículos para fazer o transporte de 30 contêineres por hora percorrendo todo o circuito e atendendo a meta de opera-

Tabela 4. Simulação Cais 1 – H1

Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 1 - H1	30	0,07	1,44	30	1	0,05	0,5	30	1	8	1	4,4425

Fonte: Os autores (2018).

Tabela 5. Simulação Cais 2 – F2

Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 2 - F2	30	0,07	1,45	30	1	0,05	0,47	30	1	8	1	4,44

Fonte: Os autores (2018).

Tabela 6. Simulação Cais 2 – G1

Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 2 - G1	30	0,07	1,7	30	1	0,05	0,75	30	1	8	1	4,50625
Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 2 - G1	30	0,07	1,7	30	1	0,05	0,75	30	1	8	1	4,50625

Fonte: Os autores (2018).

Tabela 7. Simulação Cais 2 – H1

Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 2 - H1	30	0,07	1,65	30	1	0,05	0,81	30	1	8	1	4,5075

Fonte: Os autores (2018).

Tabela 8. Simulação Cais 3 - F2

Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 3 - F2	30	0,07	1,73	30	1	0,05	0,75	30	1	8	1	4,51

Fonte: Os autores (2018).

ção do navio. O resultado de 4,51 foi arredondado para 5 veículos (tabela 8).

A simulação Cais 3 – G1 apresenta o tempo de desembarque do contêiner do navio para o transporte, o tempo de descarga no destino final e a velocidade média como as demais simulações. O que a difere é a distância percorrida de 2,02 km até o ponto de descarga e a distância do ponto final até o ponto inicial de 0,98 km.

Observa-se que a distância entre o carregamento e a descarga e o retorno aumentaram. Consequentemente, o número de veículos para atender a demanda é de 4,575, nesse caso, são necessários 5 veículos para atender o processo de descarga (Tabela 9).

Tem-se, na simulação Cais 3 – H1, a distância de 2km da partida do contêiner do Cais 3 até o destino de descarga na fila H1 e o percurso de retorno para o cais 3 de 1,05 km (Tabela 10). Neste contexto, obteve-se como resultado 4,58125 veículos, sendo necessários 5 veículos para realizar o trajeto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou como objetivo, realizar o emprego de um modelo para otimizar a descarga de contêineres de importação do navio para o terminal. Dessa forma, foi aplicada uma equação matemática para encontrar o número de veículos necessários para efetuar a demanda de 30 contêineres de descarga por hora e atender a legislação portuária que determina que o contêiner possui o prazo de 48 horas para passar no *scanner*.

À vista disso, o estudo observou a problemática no processo atual de logística de descarga dos contêineres em um terminal de contêineres. Através da simulação, foi ajustado o número de caminhões para realizar o transporte, demonstrando a quantidade ideal de veículos para a demanda do terminal.

Todas as informações aplicadas na equação foram fornecidas pela empresa de estudo e a simulação deu-se a partir da definição de 3 locais para carregamento e 3 locais de descarga. As distâncias, o tempo e a velocidade são as médias.

Na simulação, observou-se que a maior distância, do ponto inicial para o ponto de descarga, se encontra na simulação do Cais 3 para fila G1 com 2,02 km e a menor distância está do Cais 1 para fila F2 com 1,24 km percorrido. No retorno do ponto de descarga para a posição inicial, a maior distância é de 1,05km da fila H1 para o Cais 3 e a menor distância é da fila G1 para o cais 1, 0,46km. Encontrou-se uma variação de 4,44 a 4,58 de veículos. Com isso, todos foram arredondados para 5 veículos como resposta do problema.

Sabe-se que se ajustar a logística, com planejamento e estudo de processos, tem-se um desempenho melhor nas organizações. Nesse sentido, o trabalho demonstra que usando a pesquisa operacional, nas organizações que envolvem logística, pode-se auxiliar os processos e, assim, melhorar os resultados.

No entanto, este estudo apresenta algumas lacunas de pesquisa, como modificação em componentes do processo e aumento de RTGs. Neste contexto, como sugestões para estudos futuros, sugere-se aumentar o número de RTGs na descarga no ponto final, a fim de verificar se há diminuição do tempo de descarga, bem como, se aumentaria o desembarque de contêineres de importação.

REFERÊNCIAS

- ANTAQ. (2019), Estatísticas. Desempenho do setor aquaviário, disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/index.php/estatisticas/> (acesso em 26 de mar. 2020).
- Bandeira, D.L. (2005), Alocação e movimentação de contêineres vazios e cheios – um modelo integrado e sua aplicação, Tese de Doutorado em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Tabela 9. Simulação Cais 3 – G1

Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 3 - G1	30	0,07	2,02	30	1	0,05	0,98	30	1	8	1	4,575

Fonte: Os autores (2018).

Tabela 10. Simulação Cais 3 – H1

Simulação	D	Tc	Kmi	Voi	Tr	Td	Kmv	Vov	Dm	Hd	CEV	Resultado
Cais 3 - H1	30	0,07	2	30	1	0,05	1,05	30	1	8	1	4,58125

Fonte: Os autores (2018).

Bowersox, D.J.; Closs, D.J. (2001), *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos*, Atlas, São Paulo.

Carvalho, L.S. (2006), Análise das potencialidades e vantagens do uso da simulação computacional em operações logísticas complexas, como ferramenta de auxílio à tomada de decisões: estudo de caso em uma organização industrial, Dissertação de Mestrado Profissional em Administração, Universidade Federal da Bahia, Bahia.

Chen, L, Langevin, A; Lu, Z. (2013), Integrated scheduling of crane handling and truck transportation in a maritime container terminal, *European Journal of Operational Research*, Vol. 225, No. 1, disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.09.019> (acesso em 26 mar. 2020).

David, R. J; Collier, P.I. (1979), The simulation of a fork-lift truck and crane transfer operation, *Maritime Policy Management*, Vol. 6, No. 2, disponível em: <https://doi.org/10.1080/03088837900000008> (acesso em 26 mar. 2020).

Fabrizio, A F.; Subramanian, A. (2008), 'Um modelo de programação inteira para o problema de dimensionamento de frota própria em uma indústria de bebidas', artigo apresentado no XXVIII ENEGEP: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, pp. 13-16.

Fernandes, M.G. (2006), *Desempenho operacional de terminais intermodais de contêineres*. Dissertação de Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ.

Guerreiro, R.R.; Longaray, A.A.; Munhoz, P.R.; Machado, C. M. dos S. (2017), *Formulação de um modelo de programação inteira para o dimensionamento de frota de caminhões de um operador logístico: um estudo de caso*, artigo apresentado no XXXVII ENEGEP: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2 Joinville, SC, 10-13 de out, 2017.

Pereira, G.S. (2001), *Adequabilidade e alocação de equipamentos em terminais multimodais de contêineres*, Dissertação de Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ.

Roesch, S.M.A. (2013), *Projetos de estágio e de pesquisa em Administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudo de caso*, 3rd ed., Atlas, São Paulo.

Recebido: 31 mar. 2020

Aprovado: 09 mar. 2021

DOI: 10.20985/1980-5160.2021.v16n1.1615

Como citar: Longaray, A.A., Amaral, M.L.S., Amaral, T.A., Tondolo, V.A.G. (2021). Modelo de otimização para descarga de contêineres de importação. *Revista S&G* 16, 1, XXX-XXX. <https://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1615>