**Empilhadeiras: Um Estudo Sobre Os Modelos E Quantidades Ideais Para Os Órgãos de Distribuição Do Complexo Naval Do Abastecimento No Rio De Janeiro**

**Autoria**: C-ApA (IM) 2022 – 029

**RESUMO**

A movimentação de material dentro de um armazém, é uma das atividades mais importantes na logística, pois se não for realizada com os equipamentos adequados e na quantidade correta, pode acarretar em grandes prejuízos para a organização. Dessa forma, este artigo tem como objetivo identificar qual é a dotação adequada de empilhadeiras nos Órgão de Distribuição (OD) subordinados ao Centro de Controle de Inventário da Marinha (CCIM), sediados no Complexo Naval de Abastecimento. Para tanto, foi elaborado um estudo, de natureza aplicada, com abordagem quali-quanti e caráter exploratório, onde inicialmente ocorreu o levantamento de dados a partir de pesquisa bibliográfica e documental, seguindo de uma categorização, o que permitiu que, por meio de entrevistas semiestruturadas fossem coletados dados dos depósitos. Por fim, foi realizada uma análise através de comparações, o que resultou na elaboração de um quadro de dotação, com a sugestão mais indicada de empilhadeiras para cada OD estudado.

**Palavras-chave:** Armazém. Empilhadeira. Logística. Movimentação de materiais. Órgãos de Distribuição

**1 INTRODUÇÃO**

As organizações estão constantemente buscando formas de tornar seus processos logísticos mais eficientes, com o objetivo de se manter em nível de competição no mercado (LOOS, 2018). Na Marinha do Brasil não é diferente, pois, mesmo fora da competição mercadológica e sem objetivos lucrativos se faz necessário acompanhar o avanço dos processos logísticos, a fim de promover a eficiência no seu trabalho, reduzindo custos e utilizando os recursos públicos de forma mais estratégica. Estabelecer o propósito da eficiência na gestão pública deve ser considerado uma decisão estratégica, a fim de melhorar os serviços fornecidos pela administração pública e pelas Forças Armadas (ZOGHBI, 2016).

Uma das atividades logísticas mais importantes em um almoxarifado é a movimentação de material, pois representa o fluxo dos produtos dentro de uma empresa, buscando a melhor e mais segura maneira de movimentação e manipulação (SENAI, s.d.). Por essa atividade ser repetida muitas vezes dentro de um depósito, qualquer má execução, por ineficiência no processo ou pelo uso de equipamentos inadequados, pode gerar atrasos, ocasionando grandes perdas financeiras (BALLOU apud ALVES, 2021). Sendo assim, ter equipamentos adequados e na quantidade ideal é de fundamental importância para garantir um eficiente fluxo de trabalho dentro de um armazém.

Os equipamentos de movimentação são imprescindíveis no fluxo de materiais dentro do armazém, garantindo maior rapidez, objetividade e segurança aos operadores e às mercadorias, algo que se fosse realizado manualmente, não seria possível (MEDEIROS *et al.,* 2011). A organização deve providenciar equipamentos ideais para que os funcionários consigam desenvolver essa atividade, para isso, ela precisa selecionar dentre a grande variedade de equipamentos existentes no mercado, aqueles que mais se encaixam na realidade operacional, financeira e econômica da organização (ALVES, 2021). Dentre os equipamentos mais utilizados na atividade de movimentação de carga, as empilhadeiras são as mais comuns, as quais serão objeto deste estudo.

Os Órgãos de Distribuição (OD) subordinados ao Centro de Controle de Inventário da Marinha (CCIM), são responsáveis por armazenar e distribuir os principais itens utilizados pela Marinha do Brasil (MB), como gêneros alimentícios, fardamentos, materiais de saúde, sobressalentes, munição e combustíveis.

Ainda não existe um estudo científico que faça uma associação das características dos depósitos do Complexo Naval do Abastecimento no Rio de Janeiro com os principais modelos de empilhadeiras existentes no mercado. Logo, esta pesquisa propõe ganhos ao apresentar uma quantidade ideal desses equipamentos a fim de compor o parque de empilhadeiras dos OD subordinados ao CCIM.

Este estudo é relevante, pois uma dotação mais eficiente pode reduzir custos de manutenção e custo de oportunidade de capital imobilizado. Além de permitir mensurar a existência de empilhadeiras danificadas, por não serem adequadas aos OD e permanecem em operação, o que ocasiona custos com reparo. Dessa forma, para que se consiga reduzir custos sem perda de qualidade dos serviços, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos que permitam a utilização dos recursos públicos de maneira mais eficiente.

Neste sentido, como todo almoxarifado, esses centros necessitam de equipamentos de movimentação adequados à estrutura do depósito e aos itens que serão movimentados, propondo este estudo responder seguinte questão: Qual é a dotação adequada de empilhadeiras nos OD subordinados ao CCIM, sediados no Complexo Naval de Abastecimento, considerando as características de cada modelo de empilhadeira, os locais em que serão utilizadas e a redução de custos desnecessários? Para alcançar esse objetivo principal, alguns objetivos específicos precisam ser alcançados:

1. Analisar as particularidades de cada modelo das principais empilhadeiras existentes no mercado;
2. Verificar as principais características que influenciam a escolha do modelo de empilhadeira ideal para um almoxarifado, observando os parâmetros, requisitos, normas e especificações utilizados;
3. Identificar um método de quantificação de equipamentos que se adequa aos OD subordinados ao CCIM;
4. Analisar a situação atual de cada OD subordinado ao CCIM, no que diz respeito às características que influenciam a escolha do modelo de empilhadeira, além da quantidade e condições das empilhadeiras existentes;
5. Adaptar o método de quantificação escolhido para ser utilizado nos OD subordinados ao CCIM; e
6. Calcular a dotação mais eficiente de empilhadeiras, baseada no método de quantificação adaptado, e quais são os modelos adequados a cada OD.

 A pesquisa será limitada apenas aos OD subordinados ao CCIM e sediados no Complexo Naval de Abastecimento, no Rio de Janeiro.

**2 REFERENCIAL TEÓRICO**

2.1 MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

Uma das atividades mais críticas nas operações de armazéns é a movimentação de materiais, pois influencia diretamente na eficiência da operação, por isso ele afirma que é preciso investir em tecnologias capazes de aumentar a produtividade nas movimentações internas. Esta movimentação de materiais é toda atividade que se refere ao deslocamento de mercadorias e produtos no seu local de estocagem, seja da área de recebimento no depósito até o seu local de armazenagem e deste até o ponto de expedição (CARNEIRO, 2012).

Segundo Alves (2021) o esforço humano sempre foi utilizado nas movimentações de mercadorias comercializadas, porém, como no mundo atual a tecnologia potencializa qualquer atividade, sendo fundamental, e até mesmo vital, o investimento no equipamento correto para potencializar as ações relacionadas com o processo de deslocamento de material.

No mesmo tocante, Brandalise (2017) afirma que utilizar equipamentos de movimentação adequados proporciona a redução de custos, melhores condições de trabalho, uma melhor distribuição dos materiais e o aumento da produtividade, utilizando a tecnologia, sem aumentar a mão de obra e a área de operação.

2.2 EMPILHADEIRAS E SEUS FATORES OPERACIONAIS

As empilhadeiras são veículos industriais direcionados ao transporte, movimentação e empilhamento de materiais diversos, substituindo o esforço que vários homens deveriam realizar para mover um material, ou um conjunto de materiais unificados, de um ponto a outro de um depósito (BRANDALISE, 2017).

Ela oferece a opção de erguer a carga a alturas que variam de acordo com o porta-palete, fazendo com que esse equipamento revolucionasse os processos internos, por permitir que os grandes depósitos verticalizassem seus estoques, possibilitando um aumento significativo de sua capacidade de armazenagem (ALVES, 2021).

Alves (2021) também menciona que as empilhadeiras possibilitam maior rapidez, potencialização, eficiência do processo de movimentação, além de segurança e precisão dos comandos, todavia o seu alto custo, a necessidade de pisos uniformes, restrição em corredores mais estreitos e manutenção apenas pela fornecedora trouxe algumas desvantagens para o processo. Existe no mercado a opção de aluguel que pode ser contratado por horas, semanas ou meses, além de contratos de manutenção.

As empilhadeiras podem ser classificadas quanto à rodagem, ou seja, se as suas rodas são de borracha maciça semirrígida ou se são rodas pneumáticas, e quanto ao tipo de acionamento (combustão ou elétricas) (FERREIRA, 2009). As rodas maciças semirrígidas, apesar de serem mais resistentes e, se usadas corretamente, durarem por anos (MARQUINI, 2019) exigem sua utilização quase que exclusivamente em pisos lisos e limpos (FERREIRA, 2009). Já as rodas pneumáticas são mais adequadas em ambientes externos e pisos irregulares, uma vez que o ar contido na câmara funciona como um amortecimento que absorve os impactos e imperfeições do solo (FERREIRA, 2009).

 Os modelos de empilhadeiras com acionamento à combustão podem ser movidas à gasolina, Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) ou à diesel. Em geral, esses modelos são usados em ambientes externos, por emitirem gases poluentes, impossibilitando o uso em ambientes fechados e sem ventilação (BRANDALISE, 2017). As movidas a gasolina contam geralmente com boa capacidade, autonomia e versatilidade, operando com cargas e condições mais diversas, sendo mais diversificadas em relação a sua aplicação, por isso são bastante utilizadas (FARIAS; OLIVEIRA, 2020). Já as movidas a GLP possuem custos de manutenção e operação menores em relação aos modelos à gasolina além de possuir uma gama de capacidade de aplicação e suportarem uma capacidade maior de carga em relação às empilhadeiras elétricas (FARIAS; OLIVEIRA, 2020). Podem ser utilizadas para ambientes que possuam razoáveis níveis de ventilação o que é um diferencial em relação às demais empilhadeiras à combustão (FERREIRA, 2009). As movidas à diesel possuem uma capacidade de carga muito maior em relação aos outros modelos, por isso são empregadas em condições mais rústicas e de maior carga, sendo comuns em portos e galpões a céu aberto (FARIAS; OLIVEIRA, 2020). Não são recomendadas para ambientes internos devido à sua característica de emissão de poluentes e seu elevado nível de ruído (FARIAS; OLIVEIRA, 2020).

Por outro lado, as empilhadeiras elétricas foram projetadas para atender as exigências e necessidades das mais modernas empresas, possuindo uma mecânica simples, importando em menores custos de manutenção, além de utilizar um combustível limpo e barato. Com a sua própria bateria como contrapeso, são compactas e possuem excelente manobrabilidade possibilitando agilidade na movimentação de materiais sem pôr em risco a integridade da carga (BRANDALISE, 2017). Segundo Ferreira (2009), elas possuem um baixo nível de consumo, uma vez que o controle eletrônico assegura uma operação econômica, se usado corretamente, além da energia elétrica ter um custo mais baixo, em comparação aos combustíveis líquidos ou gasosos. São ideais para uso em ambientes fechados pois possuem baixos níveis de ruído, poluição e aquecimento (FARIAS; OLIVEIRA, 2020), além de serem mais indicadas para uso em áreas que existem riscos de incêndio ou na movimentação de cargas de fácil combustão (FERREIRA, 2009). Em contrapartida, por serem mais fracas na propulsão, necessitam de pisos lisos e nivelados, pois as irregularidades e inclinações reduzem a vida útil do equipamento e consomem mais energia (FERREIRA, 2009).

2.3 MODELO DE QUANTIFICAÇÃO

A estimativa da quantidade necessária de equipamentos para ser usado em uma operação pode ser calculada em função da demanda esperada , da capacidade operacional disponível por expediente e das especificações técnicas do equipamento (GRAEML; PEINADO, 2007). Dessa forma, o autor chegou à Fórmula (1) que estima qual é a necessidade de equipamentos para uma operação:

$m=\frac{t x N}{CD}$ (1)

Onde:

*m* = número de equipamentos necessários ;

*t* = tempo de operação de uma carga (em minutos);

*N* = Número de operações por período; e

*CD* = capacidade disponível por período (em minutos). (GRAEML; PEINADO, 2007).

**3 METODOLOGIA DA PESQUISA**

A presente pesquisa segundo os conceitos trabalhados por Miguel (2010) foi: pesquisa de natureza aplicada, com objetivos explicativos e a abordagem escolhida foi quali-quanti. Uma vez que irá tratar de dados, sendo classificada como quantitativa, e pelo intenso mapeamento da operação da empresa em aspectos de tomada de decisão e efeitos da gestão na operação ela também é classificada como qualitativa.

É apresentada, inicialmente, como uma estrutura orientadora, desempenhando um papel menor para estabelecer o cenário para o estudo (CRESWELL, 2007), realizando uma introdução sobre a temática que será pesquisada, e em busca das características dos principais modelos de empilhadeiras e de modelos de quantificação de equipamentos industriais, que foram adaptados para serem usados neste trabalho.

Quando aos objetivos é classificada como uma pesquisa exploratória, pois segundo Selltiz et al. (1965 apud OLIVEIRA, 2011), os estudos exploratórios buscam descobrir ideias na tentativa de adquirir maior familiaridade com o fenômeno pesquisado, que, no caso, é a importância do gerenciamento da movimentação de cargas em um Órgão de Distribuição. Como a pesquisa exploratória pode ser usada no estágio inicial de um processo de pesquisa mais amplo, procurando esclarecer a natureza de um problema e obter mais informações que possam ser adquiridas para a realização de futuras pesquisas conclusivas (ZICMUND, 2000 apud OLIVEIRA, 2011), foi realizada uma análise dos principais tipos de empilhadeiras que existe no mercado, levantando as características e limitações de cada modelo, realizando uma categorização, ou seja, agrupando os conceitos que pertencem a um mesmo fenômeno (GIL, 2017).

Seguindo a essa linha de pesquisa aplicada~~,~~ tendo em vista localizar determinadas informações, uma vez que já se tem conhecimento de sua existência (LAKATOS; MARCONI, 2017), foi pesquisado um modelo matemático para ajudar a definir a quantidade ideal de empilhadeiras através de dados coletados em uma pesquisa de campo. Esta permite coletar informações diretamente com a população pesquisada, sendo necessário que o pesquisador vá ao local onde o fenômeno ocorre e reúna um conjunto de informações que serão úteis na pesquisa. (GONSALVES, 2001 apud PIANA, 2009),

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os responsáveis pelas empilhadeiras de cada local. A entrevista é uma das principais técnicas de coleta de dados e pode ser definida como uma conversa realizada face a face pelo pesquisador junto ao entrevistado, seguindo um método para se obter informações sobre determinado assunto (BERVIAN; CERVO, 2002 apud OLIVEIRA, 2011). A entrevista semiestruturada pode ser definida como uma lista das informações que se deseja de cada entrevistado, mas a estrutura da pergunta e a ordem em que as questões são feitas variam de acordo com as características de cada entrevistado (LAVILLE; DIONNE, 1999 apud OLIVEIRA, 2011), sua principal vantagem é que ela permite que o entrevistado responda de forma livre as questões formuladas acerca do problema de pesquisa, possibilitando fornecer o máximo de informações relevantes possíveis, além daquelas que foram perguntadas no roteiro (OLIVEIRA, 2018).

Foi realizada por meio de um roteiro que foi elaborado a partir das características obtidas no levantamento de dados mencionado anteriormente, de forma a identificar as características mais relevantes que deveriam ser verificadas em cada depósito. O roteiro de entrevista foi enviado a indivíduos com experiência na área de logística, como um pré-teste, de forma a assegurar a clareza e precisão dos termos e se a quantidade, forma e ordem das perguntas estavam adequadas, não sendo utilizado para a análise do resultado (GIL, 2017). Além disso, o roteiro foi submetido à análise de um especialista com experiência na área de logística, armazenagem e movimentação de materiais. As entrevistas foram realizadas pessoalmente e virtualmente, com os responsáveis pelo gerenciamento de empilhadeiras dos seguintes OD:

a) Depósito de Sobressalentes da Marinha no Rio de Janeiro (DepSMRJ);

b) Depósito de Fardamento da Marinha no Rio de Janeiro (DepFMRJ);

c) Depósito de Suprimentos de Intendência da Marinha no Rio de Janeiro (DepSIMRJ);

d) Depósito de Material de Saúde da Marinha no Rio de Janeiro (DepMSMRJ); e

e) Centro de Distribuição e Operações Aduaneiras da Marinha (CDAM).

**4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

4.1 ANÁLISE DOS PRINCIPAIS MODELOS DE EMPILHADEIRAS

De acordo com a pesquisa bibliográfica realizada, existem diferentes modelos de empilhadeiras e cada um com suas características e limitações específicas. Sendo assim, cabe analisar as forças e fraquezas de cada modelo, de modo a identificar qual é o mais indicado para cada depósito.

**4.1.1 Quanto à Rodagem**

As empilhadeiras podem ser dotadas de dois tipos de rodagem: as rodas de borracha maciça semirrígida ou rodas pneumáticas.

 As rodas maciças são conhecidas pela estabilidade e fluidez (MARQUINI, 2019). São feitas de borracha sólida, possuindo uma vida útil razoável, porém sem amortecimento, ocasionando o desgaste do equipamento (FLEXITYRE COMERCIO E SERVICOS - EIRELI, 2018). Por isso recomenda-se a utilização deste tipo de rodagem em pisos lisos e limpos, onde não sofrerá com a perda de estabilidade e irá compensar a falta de amortecimento. Para depósitos que necessitam de uma elevação alta da prancha, esse tipo de roda também se apresenta como ideal, pela sua estabilidade.

Já as rodas pneumáticas, possuem câmaras preenchidas de ar que funcionam como uma espécie de suspensão, trazendo um amortecimento que faz desse tipo de roda ideal para ser usada em pisos irregulares, absorvendo os impactos, o que reduz o desgaste dos componentes do equipamento (FLEXITYRE COMERCIO E SERVICOS - EIRELI, 2018). Esse amortecimento, apesar de proporcionar mais conforto ao operador e reduzir ruídos e vibrações, podem ser uma desvantagem para alturas mais altas, por conta das oscilações provocadas no equipamento, devido à instabilidade nessas condições (FERREIRA, 2009). O mesmo autor menciona que o uso desses pneus limita o uso das empilhadeiras à altura de 6,5 metros, indicando as rodas de borracha rígida para elevações a alturas mais altas.

**4.1.2 Quanto ao Combustível**

Outro fator que deve ser observado na escolha da empilhadeira é o tipo de acionamento, pois vai definir, na maioria dos casos, o emprego mais indicado da empilhadeira. Elas podem ser a combustão ou elétricas.

4.1.2.1 A combustão

* **Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)**

O GLP é uma mistura de hidrocarbonetos normalmente utilizado na cocção de alimentos, conhecido também como “Gás de Cozinha”, além de outras aplicações industriais e agrícolas, como por exemplo, o uso como combustível para empilhadeiras (SINDIGÁS, 2007). Como visto na referência bibliográfica, as empilhadeiras a gás possuem um custo de manutenção menor e uma capacidade maior de carga. Em relação à ventilação, assim como as outras empilhadeiras à combustão, elas emitem gases poluentes, porém em menor quantidade comparando com as movidas à gasolina e a diesel, o que a permite ser utilizada em ambientes que possuam uma ventilação razoável, apesar de não recomendado.

Alguns cuidados devem ser tomados com esse tipo de combustível, pois se trata de um gás extremamente volátil e corrosivo, e por isso ao menor sinal de vazamento, é necessário o isolamento do local e o acionamento da assistência técnica imediatamente (TREINAR CAPACITAR, 2013). Essa limitação pode interromper toda a operação do almoxarifado, o que seria uma grande desvantagem, logo, não é aconselhável a utilização desse tipo de combustível na movimentação de itens inflamáveis.

* **Gasolina**

São bem versáteis e com boa capacidade, suas características e restrições são similares às movidas a GLP, apesar de serem mais poluentes.

* **Diesel**

Tratam-se de empilhadeiras mais robustas, que por possuírem características maiores de torque e consequentemente mais força, possuem uma boa mobilidade em terrenos irregulares, com rampas e desníveis (FERREIRA, 2009). Além disso, possui força de transporte de cargas, chegando até 8 toneladas, demonstrando grande autonomia, força e estabilidade (CLARK, 2018). Sua principal desvantagem é a alta produção de gás carbono, necessitando operar em ambientes totalmente abertos (CLARK, 2018), além do alto nível de ruído produzido pelo motor. Dessa forma, ela é indicada para movimentação de cargas com alta pesagem, terrenos irregulares e ambientes abertos.

Independente do combustível utilizado, as empilhadeiras a combustão, no geral, possuem uma maior capacidade de carga e grande autonomia, ou seja, tem maior produtividade em questão de horas trabalhadas, com uma manutenção menos complexa (CLARK, 2018).

4.1.2.2 Elétricas

Os modelos mais modernos são movidos à energia elétrica. São mais versáteis e compactas, pois utilizam a própria bateria como contrapeso, possuindo fácil manobrabilidade e ocupam menos espaço, ideais para depósitos com corredores mais estreitos. São silenciosas, não emitem gases poluentes e possuem baixo nível de aquecimento. São empilhadeiras ideais para serem utilizadas em ambientes fechados, como por exemplo, frigoríficas, e na movimentação de materiais mais sensíveis e de fácil combustão. Porém possuem uma limitação quanto a sua força, devido maior dificuldade para vencer inclinações e irregularidades no piso, o que a faz consumir mais energia, diminuindo sua vida útil, sendo assim, são indicadas para uso em pisos lisos e para cargas com menor peso.

Um diferencial é o seu baixo custo de manutenção, pois o baixo nível de vibrações e a ausência de componentes próprios de um motor a explosão tornam a manutenção mais simples, realizada em muito menos tempo e com muito menos frequência, em comparação às empilhadeiras a combustão (FERREIRA, 2009). Além disso, possuem um baixo consumo de energia, pois seu sistema realiza um corte da corrente nos momentos em que elas não se encontram em operação, evitando o consumo desnecessário. Ferreira (2009) também identificou em seu estudo que a energia elétrica possui um custo menor em comparação aos combustíveis líquidos ou gasosos. Essa vantagem só pode ser considerada se forem usadas corretamente, sem abusos de carga e evitando inclinações.

Para simplificar o entendimento das peculiaridades de cada modelo, apresenta-se a seguir um quadro comparativo entre os tipos de propulsão, onde as notas variam entre 1, que significa “Mais favorável”, e 4, que significa “Menos favorável”.

**Quadro 1 - Quadro comparativo**

****

 Fonte: Adaptado de Bekedorf (2015 apud FARIAS; OLIVEIRA, 2020)

**4.1.3 Quanto ao Custo de Operação**

Observa-se que cada modelo de empilhadeira possui custos diferentes de operação, que compreendem os gastos com consumo, manutenção, reparos e peças de reposição. As empilhadeiras elétricas, possuem um custo de consumo e de manutenção menor do que as movidas à combustão, porém, com o objetivo de quantificar esse custo, fazendo uma comparação do consumo entre equipamentos elétricos e à gás, Ferreira (2009, p. 9) transcreveu um cálculo em seu relatório ao CCIM:

No que se refere à manutenção, reparos e peças de reposição foram considerados:

1 - máquinas a combustão: a parte motriz e de transmissão;

2 - máquinas elétricas (retráteis e contrabalançadas): os motores e o controlador de

velocidade.

Não foram levados em conta os demais componentes, como: diferencial/tração, torre de elevação, cilindros hidráulicos, circuito hidráulico, freios, etc., já que estes são comuns para os três tipos de empilhadeiras.

Bases de estudo

Capacidade da empilhadeira comparada: 2000/2500 Kg

Período de trabalho: 120 horas semanais x 52 semanas/ano = 6.240 horas/ano

Consumos

• Empilhadeiras a gás:

Consumo médio: 2,5 Kg/hora

Valor do combustível: R$ 55,00 por botijão de 20 Kg (custo por Kg = R$ 2,75)

2,5 Kg/hora X 120 horas x 52 semanas X R$ 2,75 = 42.900,00

Custo anual de combustível:.................................................. R$ 42.900,00

• Empilhadeiras Retráteis:

Bateria de 48V — 606ª

Utilização de bateria 80%. A empilhadeira retrátil dispõe de um indicador de carga de bateria que permite manter sempre uma reserva de carga de 20%. Em caso de precisar de maior autonomia de trabalho, pode-se regular até um mínimo de

10%.

Total de energia da bateria: 29.1 Kw

Utilização da bateria: 80% : 23.3 Kw

Fator de correção por perda de carga: 12% : 26.1 Kw

Uma bateria supre 8 horas de trabalho: 26,1 Kw (consumo por hora = 3,26

Kwh)

Custo da energia elétrica: 0,09 R$/Kw

3.26Kw X R$ 0.09 X 120 horas X 52 semanas/ano: R$ 1.830,81

Custo anual da energia elétrica:.................................... R$ 1.830,81

Realizando uma atualização dos valores para os dias atuais, segundo informações coletadas na Divisão de Finanças da Base de Abastecimento da Marinha no Rio de Janeiro (BAMRJ), em 2022, o GLP se encontrava no valor de R$5,45 por kg, enquanto a energia elétrica, se encontrava no valor de R$0,92 por KWh. Dessa forma, trazendo o cálculo anterior para os valores atualizados, temos um custo anual de GLP de R$85.020,00, contra o custo anual de energia elétrica de R$18.524,94, evidenciando a economia no consumo de empilhadeiras elétricas.

4.2 ASPECTOS A SEREM OBSERVADOS NOS DEPÓSITOS

Após entender as limitações e as características dos principais modelos de empilhadeiras, é necessário entender as especificidades de cada depósito na hora de selecionar qual é o modelo ideal a ser utilizado. Aspectos como condições do piso, ventilação, existência de rampas ou inclinações, largura dos corredores, altura das prateleiras, tolerância de ruído e os itens movimentados, devem ser levados em consideração.

**4.2.1 Condições do Piso**

Foi observado na pesquisa bibliográfica que muito se fala sobre o aspecto do piso. Empilhadeiras a combustão, por possuírem mais força de tração, não se limitam com essa característica. Ao contrário das empilhadeiras movidas à energia elétrica que necessitam de um piso liso para aproveitar o máximo da sua capacidade, visto que as irregularidades causam trepidações, e danos aos componentes elétricos (FERREIRA, 2009). A condição do piso também influencia no tipo de roda que irá utilizar. Como dito anteriormente, pisos de rodas maciças são mais rígidos e por isso necessitam de um piso liso e regular para não gerar vibrações nas empilhadeiras. Já o pneumático, por conta do seu amortecimento, pode ser usado em pisos irregulares, absorvendo qualquer tipo de vibração.

**Quadro 2 - Quadro comparativo quanto às condições do piso**

****

 Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Ferreira (2009)

**4.2.2 Ventilação**

Quanto à ventilação dos depósitos, existem ambientes com um razoável nível de ventilação, o que torna viável o uso de empilhadeiras a gás, haja vista que esse modelo possui um aceitável nível de emissão de poluentes. Em depósitos abertos, todos os modelos de empilhadeiras a combustão podem ser utilizadas, inclusive as movidas à diesel. Já em ambientes fechados, com baixo nível de ventilação, ou herméticos, de acordo com a NR11 é proibida a utilização de máquinas transportadoras movidas a motores de combustão interna (BRASIL, 2016). Existe uma certa tolerância quando se trata de locais com uma ventilação razoável, onde “nos locais fechados ou pouco ventilados, a emissão de gases tóxicos, por máquinas transportadoras, deverá ser controlada para evitar concentrações, no ambiente de trabalho, acima dos limites permissíveis” (BRASIL, 2016, p.1), sendo assim, o item 3 do Anexo N.º 11 da NR 15 (BRASIL, 2022) determina como limite de concentração mínima de oxigênio 18% em volume, considerando abaixo disso como risco grave e iminente. Foi observado por Ferreira (2009) que em depósitos fechados há uma limitação quanto ao nível de ruído das empilhadeiras, pois há uma tendência natural de amplificação desses barulhos, causando uma grande poluição sonora no ambiente de trabalho. As empilhadeiras elétricas não sofrem desse problema, uma vez que são mais silenciosas, sendo mais indicadas para ambientes fechados, nesse aspecto. O Anexo N.º 1 da NR 15 (BRASIL, 2022) apresenta os limites de tolerância de ruído contínuo, limitando em até 85 dB à exposição diária de 8 horas.

**Quadro 3 - Quadro comparativo quanto à ventilação**

****

 Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Ferreira (2009)

**4.2.3 Rampas ou Inclinações**

As empilhadeiras elétricas, possuem uma maior dificuldade quando se fala em rampas e inclinações, pois, dependendo do aclive, irá consumir muito mais energia, reduzindo a sua autonomia em função da necessidade de torque complementar (FERREIRA, 2009), e, em alguns casos, não será capaz de subir a rampa. Já as empilhadeiras a combustão não sofrem dessa dificuldade, uma vez que possuem uma tração mais potente, rampas e inclinações não é uma limitação.

**Quadro 4 - Quadro comparativo quanto às rampas e inclinações**

****

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Ferreira (2009)

**4.2.4 Largura dos corredores**

Ferreira (2009) observou que as empilhadeiras a combustão exigem, em média, 3,20 metros de largura dos corredores, para operar, indo de encontro com as elétricas, que exigem 2,80 metros, além disso, se utilizar os modelos com mastros trilaterais, a largura necessária reduz para aproximadamente 1,40 metros.

**Quadro 5 - Quadro comparativo quanto ao raio de manobra**

****

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Ferreira (2009)

**4.2.5 Altura máxima de operação**

Em relação a altura de elevação das empilhadeiras, além da robustez do modelo, o tipo de acionamento e o tipo de roda também influenciam nesse aspecto. Empilhadeiras à combustão possuem mais vibração, por isso, quando as pás são elevadas a alturas mais altas, trazem grande instabilidade, agravada quando usada com rodas pneumáticas, pois deixam os equipamentos ainda mais instáveis, devido ao seu amortecimento, limitando a elevação à 6,5 metros. Já as elétricas, por não sofrerem com essas vibrações, são mais estáveis, principalmente quando utilizadas rodas de borracha rígida, trazendo ainda mais estabilidade para o equipamento, permitindo à elevações de alturas maiores que 6,5 metros.

**Quadro 6 - Quadro comparativo quanto à altura**

****

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Ferreira (2009)

**4.2.6 Características dos itens que serão movimentados**

O tipo de item que será movimentado, também é um fator que deve ser considerado na escolha da empilhadeira. Para movimentação de itens inflamáveis não são recomendadas empilhadeiras a combustão, preterindo as elétricas nesse caso. Em se tratando de gêneros alimentícios, o item 16.2 da ISO TS 22002-1 (apud FOOD SAFETY BRAZIL, 2017) deixa claro a proibição do uso de empilhadeiras movidas à gasolina ou diesel, mas não quanto ao GLP e a elétrica.

**Quadro 7 - Quadro comparativo quanto às características dos itens**

****

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Ferreira (2009)

**4.2.7 Peso das cargas**

Conforme descrito anteriormente, empilhadeiras a combustão possuem uma maior capacidade de carga, em especial às movidas a diesel, que são mais robustas. Já as empilhadeiras elétricas, possuem uma restrição maior quanto à capacidade de movimentação.

**Quadro 8 - Quadro comparativo quanto ao peso da carga**

****

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Ferreira (2009)

4.3 OS DEPÓSITOS DO COMPLEXO NAVAL DO ABASTECIMENTO

Nesta etapa do estudo, foram realizadas visitas aos OD do Complexo Naval do Abastecimento a fim de observar as principais características que influenciam na escolha das empilhadeiras e realizar entrevistas semi-estruturadas com os responsáveis pelo parque de empilhadeiras desses depósitos. O roteiro inicial das entrevistas (Apêndice A) foi estruturado com base nos fatores apontados por Ferreira (2009), no que se refere às características e limitações das empilhadeiras, e no modelo de quantificação citado por Graeml e Peinado (2007).

**4.3.1 Depósito de Sobressalentes da Marinha no Rio de Janeiro (DepSMRJ)**

Foi identificado na entrevista, que atualmente o OD possui 2 empilhadeiras movidas a GLP inoperantes e 1 operando com restrições; 2 empilhadeiras movidas a gasolina operando normalmente; 1 empilhadeira a diesel operando com restrição e 1 operando normalmente, e, por fim, 1 empilhadeira elétrica operando normalmente e 2 inoperantes, todas utilizando rodas pneumáticas.

Quanto às características dos armazéns, o piso é liso, ambiente coberto com ventilação considerável, não possuindo restrição quanto ao ruído e possuindo rampas e inclinações. Com uma necessidade de elevação de até 5,8 metros, com corredores de 3 metros de largura. São movimentados itens de sobressalentes mecânicos e eletrônicos de até 4 toneladas.

 Considerando que os armazéns possui corredores com 3 metros, não possui restrições quanto ao ruído e possui ventilação considerável, sendo possível a utilização de empilhadeiras a combustão, uma vez que se fazem necessárias devido à existência de rampas e inclinações, que é um fator limitante para empilhadeiras elétricas.

Por conta do peso dos itens de até 4 toneladas, a empilhadeira a diesel é a mais indicada. Porém, uma vez que o armazém não é um ambiente aberto, apesar de ter uma ventilação considerável, é preferível que se use empilhadeiras movidas a GLP para cargas com até 3 toneladas, por serem menos poluentes, e, quando houver necessidade de movimentação de uma carga acima de 3 toneladas, utiliza-se a empilhadeira a diesel, com menor frequência.

**4.3.2 Depósito de Fardamento da Marinha no Rio de Janeiro (DepFMRJ)**

Na entrevista realizada no DepFMRJ foi observada a existência de 7 empilhadeiras elétricas com rodas maciças, das quais 1 está operando normalmente, 2 com restrições, pois acabaram de voltar da manutenção, e 4 inoperantes.

 O armazém possui piso liso, com pequenos desníveis nas entradas, sem rampas ou inclinações, possui uma ventilação considerável e sem restrições quanto ao ruído, apesar de fechado. Há uma necessidade de elevação de 7 metros e corredores de 3,5 metros. Realizam movimentações de cargas de até 800 kg com itens de fardamento em geral.

 Por se tratar de um ambiente com piso liso, sem rampas e fechado, a empilhadeira elétrica é a mais recomendada, além de satisfazer as necessidades de peso de carga e altura. Deve-se levar em consideração a alta demanda de movimentações diárias, necessitando de equipamentos ágeis e estáveis, por isso, empilhadeiras elétricas, principalmente utilizando rodas maciças, são as mais recomendadas.

**4.3.3 Depósito de Suprimentos de Intendência da Marinha no Rio de Janeiro (DepSIMRJ)**

Foi identificado na entrevista a existência de 6 empilhadeiras elétricas, sendo 2 inoperantes, todas com rodas maciças. Além de 1 empilhadeira a GLP e 1 a diesel operando normalmente, as duas com rodas pneumáticas.

Possuem dois armazéns com grande desgaste e fissuras no piso, com rampas e uma ventilação considerável, não apresentando restrições quanto ao ruído, além disso, possui também um armazém frigorificado. Realizam movimentações de cargas de material comum e gêneros alimentícios, de até 1,5 toneladas, necessitando que sejam elevados em até 8 metros em corredores de até 2,9 metros.

 Nos depósitos ventilados, por possuírem rampas e inclinações, o mais indicado é a empilhadeira movida a GLP, uma vez que não se tem restrições quanto ao ruído. Para compensar os pisos irregulares, recomenda-se o uso de rodas pneumáticas, porém deve-se tomar cuidado com elevações com mais de 6,5 metros, pois tendem a apresentar instabilidade. Uma outra opção seria utilizar empilhadeiras elétricas com rodas maciças, pois são mais estáveis em elevações com mais de 6,5 metros, porém, deve-se considerar a reforma do piso e evitar rampas. O mais recomendado seria utilizar empilhadeiras elétricas com rodas maciças para elevações e abaixamentos de carga e empilhadeiras a GLP para circulação dentro do armazém. No depósito frigorificado, o mais indicado é a utilização de empilhadeiras elétricas com rodas maciças, por se tratar de um ambiente hermético.

**4.3.4 Depósito de Material de Saúde da Marinha no Rio de Janeiro (DepMSMRJ)**

Após realizada a entrevista, foi possível identificar que este depósito utiliza empilhadeiras apenas para elevação e abaixamento de paletes, deixando a movimentação pelo depósito a cargo das paleteiras manuais. Atualmente, estão em funcionamento 6 ~~seis~~ empilhadeiras elétricas com rodas maciças de polietileno emborrachadas, além de duas inoperantes.

Eles possuem seis armazéns que operam com empilhadeiras, sendo dois de grande porte e quatro de pequeno porte, todos com pisos lisos e regulares, fechados, com ventilação restrita, possuem restrição quanto ao ruído, e sem rampas ou inclinações. Possuem corredores de 2,5 metros com a estante mais alta possuindo 5,4 metros. Operam com cargas de até 750 Kg, compostas de materiais de saúde (medicamentos, odontológicos e médico-cirúrgicos).

Dessa forma, levando em consideração o fato de que os armazéns possuem ventilação restrita, pisos lisos e regulares e sem rampas e inclinações, parte-se da ideia de que a empilhadeira elétrica é a mais indicada, uma vez que possui espaço nos corredores e não operam com cargas com mais de 2 toneladas.

**4.3.5 Centro de Distribuição e Operações Aduaneiras da Marinha (CDAM)**

Após a entrevista foi observado que o CDAM possui 4 empilhadeiras a diesel, com rodas pneumáticas, que realizam movimentações dentro dos dois armazéns, sendo que estão inoperantes; 1 elétrica com rodas maciças para realizar movimentações dentro de contêineres e uma a diesel de grande porte para movimentação de contêineres.

No armazém alfandegado o piso é liso e possui ventilação considerável, sem rampas ou inclinações, com corredores de 3 metros e sem restrições quanto ao ruído. Já no armazém nacional, o piso apresenta irregularidades e possui rampas. Há uma necessidade de elevação de 6 metros dentro dos armazéns, porém há a necessidade de se locomover dentro dos contêineres. Nos dois depósitos, as empilhadeiras circulam na área externa para movimentar a carga até o contêiner. Os itens transportados variam de gêneros, fardamentos e munições a sobressalentes de até 7 toneladas, podendo movimentar até contêineres de 16 toneladas, porém a movimentação dessas cargas acima de 7 toneladas ocorre com menos frequência, em até 10 vezes no mês.

Para as operações dentro dos armazéns, considerando que possuem ventilação e movimentam cargas de até 7 toneladas, recomenda-se a utilização de empilhadeiras movidas a GLP, para serem usadas com maior frequência, na movimentação de itens de até 3 toneladas, além de uma empilhadeira a diesel, com menor frequência, devido à sua emissão de gases poluentes, na movimentação de itens de 3 a 7 toneladas.

Para movimentar materiais dentro dos contêineres, recomenda-se a utilização de empilhadeiras elétricas, por serem mais compactas, podendo ser utilizadas também na movimentação de munições. Como ocorrem movimentações nas áreas externas recomenda-se o uso de rodas pneumáticas, de forma a reduzir trepidações nas empilhadeiras. Em relação a materiais com mais de 7 toneladas, como a demanda é baixa, considera-se avaliar o aluguel de uma empilhadeira a diesel de grande porte, quando surgir a demanda.

**4.3.6 Resumo dos depósitos do complexo Naval do abastecimento**

Para fácil visualização, pode-se comparar as informações supracitadas de acordo com o Quadro 9.

**Quadro 9 - Quadro de características**

****

Fonte: Elaborado pelo Autor

4.4 A DOTAÇÃO IDEAL PARA CADA DEPÓSITO

**4.4.1 A quantidade necessária**

Com base nas visitas realizadas aos depósitos e utilizando a Fórmula (1) apresentada por Graeml e Peinado (2007), chega-se à uma estimativa:

$m=\frac{t x N}{CD}$ (1)

Onde:

*m* = número de equipamentos necessários ;

*t* = tempo de para realização de uma operação (em minutos);

*N* = Número de operações por período; e

*CD* = capacidade disponível por período (em minutos). (GRAEML; PEINADO, 2007).

No DepSMRJ, foi recomendado a utilização de empilhadeiras a GLP e a Diesel. As empilhadeiras operam por 8 horas por dia, realizando de 10 a 20 movimentações, levando de 5 a 10 minutos para cada movimentação:

t = 10min

N = 20

CD = 8h = 480min

m = 10min x 20 : 480 = 0,42

Dessa forma, recomenda-se a utilização de 1 empilhadeira a GLP e 1 a diesel, para cada armazém, com um total de 4 empilhadeiras.

No DepFMRJ, o mais indicado foi empilhadeiras elétricas. As operações desse depósito ocorrem durante 8 horas por dia, realizando até 150 movimentações diárias, levando até 2,5 minutos em cada movimentação:

t = 10min

N = 150

CD = 8h = 480min

m = 10min x 150 : 480 = 3,125

Sendo assim, recomenda-se a utilização de 4 empilhadeiras elétricas para operação, sendo recomendado ter mais 1 ou 2 considerando eventuais inoperâncias das empilhadeiras principais, possuindo um total de 6 empilhadeiras elétricas.

No DepSIMRJ, foi recomendada a utilização de empilhadeiras a GLP e elétricas. Esses equipamentos demoram até 13,54 minutos para realizar uma movimentação da área de expedição até os caminhões, realizando até 100 movimentações diárias, durante 8 horas por dia:

t = 13,54min

N = 100

CD = 8h = 480min

m = 13,54min x 100 : 480 = 2,82

Dessa forma, recomenda-se a utilização de 2 empilhadeiras a GLP e 2 elétricas para cada armazém ventilado, além de 3 empilhadeiras elétricas para o armazém frigorificado, com um total de 11 empilhadeiras.

No DepMSMRJ foi indicado o uso de empilhadeiras elétricas em seus 6 armazéns. Em relação à operação, as empilhadeiras operam até 6h por dia, sendo o tempo máximo de operação de 5min, realizando 80 movimentações por dia.

t = 5min

N = 80

CD = 6h = 360min

m = 5min x 80 : 360 = 1,11

Sendo assim, é indicado a utilização de 1 empilhadeira elétrica para cada armazém de menor porte, e 2 para cada armazém de maior porte, com um total de 8 empilhadeiras.

No CDAM recomendou-se empilhadeiras a GLP, diesel e elétricas. As operações nos depósitos ocorrem durante 8 horas diárias, podendo ocorrer até 5 movimentações por dia, durando até 10 minutos por movimentação, para levar a carga à área de expedição, além da empilhadeira elétrica para movimentação de carga dentro do contêiner, as quais demoram até 10 minutos para realizar uma operação:

t = 10min

N = 5

CD = 8h = 480min

m = 10min x 5 : 480 = 0,11

 Dessa forma, recomenda-se 1 empilhadeira a GLP, 1 a diesel e 1 elétrica para cada depósito. Em relação à empilhadeira de grande porte, recomenda-se a dotação de 1 unidade, uma vez que a demanda é muito baixa.

**4.4.2 Quadro de dotação**

Após realizada o levantamento de dados na literatura e a pesquisa de campo, é apresentado abaixo, no Quadro 10 uma matriz com a dotação sugerida neste estudo:

**Quadro 10 - Quadro de dotação**

****

Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Ferreira (2009)

**5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em um cenário de busca por processos mais eficientes e de menor custo por parte da administração pública, a fim de se manter no nível do mercado sem aumentar o consumo de recursos financeiros, tem-se buscado soluções estratégicas, principalmente na área logística. A atividade de movimentação de materiais apresenta uma importância para a eficiência de um almoxarifado, uma vez que ter equipamentos adequados e na quantidade ideal, otimiza a atividade de abastecimento, melhorando significativamente sua eficiência.

Dessa forma, o objetivo principal deste estudo era definir qual é a dotação adequada de empilhadeiras nos OD subordinados ao CCIM, sediados no Complexo Naval de Abastecimento, considerando as características de cada modelo de empilhadeira, os locais em que serão utilizadas e a redução de custos desnecessários.

Para tanto foi realizada pesquisa bibliográfica e documental em busca das características dos principais modelos de empilhadeiras e de modelos de quantificação de equipamentos industriais e uma categorização desses conceitos. E realizada visitas aos OD do Complexo Naval do Abastecimento e entrevistas semiestruturadas com os responsáveis pelo parque de empilhadeiras de modo a coletar informações sobre as características mais relevantes em cada depósito, tanto de estrutura, quanto operacional. Por fim, foram elaboradas matrizes para exibição, análise e comparação desses dados.

Como resultado, foi elaborado um Quadro de Dotação apresentando a sugestão de dotação ideal de cada modelo de empilhadeira para cada OD do Complexo Naval do Abastecimento, baseado em todo estudo apresentado, buscando utilizar os equipamentos mais adequados, na quantidade correta, de forma que evitasse danos nos equipamentos por não se apresentarem como adequados, melhores condições de trabalho, otimizar o tempo de operação e evitar acúmulo de equipamentos excedentes.

Diante disso, para o desenvolvimento de pesquisas futuras, sugere-se um estudo da viabilidade de centralizar a gerência de todo parque de empilhadeiras do CCIM, de modo a realizar uma redistribuição entre os OD, além de trocas oportunas para equipamentos mais adequados.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVES, D. **Processo de movimentação de mercadorias**. São Paulo: Blucher. 2021.

BRANDALISE, L.**Administração de Materiais e Logística**. Simplíssimo Livros Ltda. 2017.

BRASIL. Ministério de minas e energia. **Preços de GLP ao consumidor consolidados**. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrencia/precos/precos-ao-consumidor-consolidados-glp. Acessado 03 out. 2022.

BRASIL. Ministério do trabalho e previdência. **Norma Regulamentadora No. 11** (NR-11). 2022. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-11-nr-11 . Acessado 17 out. 2022.

BRASIL. Ministério do trabalho e previdência. **Norma Regulamentadora NR-15** - Atividades e operações insalubres. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-15-anexo-01.pdf. Acessado em 23 set. 2022.

CARNEIRO, R. J. **Movimentação e Armazenagem**. Curitiba: E-tec Brasil. 2012.

CASTRO, J.P.M. **Princípios da boa administração, eficiência e economicidade**. Dissertação (Mestrado em Direito Administrativo) - Universidade do Minho, Escola de Direito. Braga, 2015. Disponível em: https://hdl.handle.net/1822/41167. Acessado em 13 set. 2022.

CLARK. **Empilhadeira a combustão**: benefícios e aplicações. 2018. Disponível em: <https://clarkempilhadeiras.com.br/empilhadeira-a-combustao-beneficios/>. Acessado em 14 out. 2022.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DIRECT INDUSTRY. **As empilhadeiras a gás** . 2013. Disponível em: https://guide.directindustry.com/pt/que-empilhador-escolher/. Acessado em: 05 set. 2022.

FARIAS, M. C.; OLIVEIRA, E. F. S. **Estudo da utilização de empilhadeiras em centro de distribuição e sua contribuição para a intralogística.** 2020. Disponível em: http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/6841/1/1S2020\_Marcos%20Acelino%20de%20Farias\_OD0951.pdf. Acessado em: 29 ago. 2022.

FERREIRA, P.C.P. **Relatório Final do Projeto de avaliação de empilhadeiras e adequação às atividades dos Depósitos da Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro. 2009.

FLEXITYRE COMERCIO E SERVICOS - EIRELI. **Você sabe a diferença de Pneu Maciço e Pneumático?** 2018. Disponível em: <https://flexityre.com.br/blog/voce-sabe-a-diferenca-de-pneu-macico-e-pneumatico->. Acessado em: 08 set. 2022.

FOOD SAFETY BRAZIL**. Empilhadeiras a combustão podem ser usadas na indústria alimentícia?** 2017. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/empilhadeiras-combustao-podem-na-industria-alimenticia/>. Acessado em 06 out. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas. 5 ed. 2017.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**: projetos de pesquisa, pesquisa bibliográfica, teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso. 8. ed. – São Paulo: Atlas, 2017.

LOOS, M.J. Logística Interna Lean: **Método para Avaliação de Práticas Lean na Logística Interna de Empresas Industriais**. Editora Appris. 2018.

MARQUINI, G. **Rodas maciças de borracha: entenda como funciona**. Grupo RPF, 2019. Disponível em: https://gruporpf.com.br/blog/rodas-macicas-de-borracha-entenda-como-funciona/. Acessado em: 05 set. 2022.

MEDEIROS, Cristina; *et al*. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais: um enfoque no arranjo de layout de estoque aplicado a uma montadora de computadores**. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_135_857_18311.pdf>. Acessado em: 10 out. 2022.

MIGUEL, P. A. C. (organizador). M**etodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração**. Catalão: Universidade Federal de Goiás, 2011.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 7 ed. Pétro, Rio de Janeiro: Vozes, 2018.

SENAI. **Operações Logísticas**. Material didático utilizado nos cursos do SENAI-SP. São Paulo.

SINDIGÁS. **Gás LP NO BRASIL**. Perguntas frequentes. 2007.

ZOGHBI, J. **Eficiência na gestão pública**. Rio de Janeiro: Brasport, 2016.