

**PLATAFORMA DE LOGISTICA MULTIFUNCIONAL (PLM):
desenvolvimento de um prototipo para auxiliar o transporte de
materiais dentro da indústria.**

FabioRodriguesMontalvão
GraduandoemAutomaçãoIndustrialpelaFatec Bauru
fabio.montalvao@fatec.sp.gov.br
LucasHenriquecruz
GraduandoemAutomaçãoIndustrialpelaFatec Bauru
lucas_cruz41@fatec.sp.gov.br
Orientador: RalfFelipeDworak
EspecialistadeEngenhariadeManutençãoedocentenaFatecBauru
ralf.dworak@fatec.sp.gov.br

RESUMO

A paleteira manual é uma ferramenta de uso cotidiano dentro de vários seguimentos tais como: indústria, fábrica, comércio, agricultura e todos os processos que necessitam de transporte interno de materiais e produtos, porém seu manuseio é manual exigindo que o colaborador aplique força para executar as atividades. No entanto no final da jornada diária, e dependendo das atividades o mesmo poderá apresentar cansaço excessivo e fadiga, se colocado em um tempo prolongado de trabalho. Visto que tudo isto já citado depende de vários fatores como: tipo de materiais a serem transportados e volume do mesmo. O objetivo deste trabalho é coletar o máximo de dados possíveis e trazer um resultado satisfatório para atenuar os esforços repetitivos, e a fadiga no processo de transporte manual através de paleteiras. A metodologia aplicada são pesquisas que forneçam um conjunto de dados relevantes, e com esses dados trazer uma solução tecnológica para a indústria em seu todo, usando as tecnologias já existentes que podem maximizar as tarefas de maneira sustentável, e contribuir para uma melhor qualidade de vida dos colaboradores. O projeto substitui a paleteira manual por uma base móvel com uma estrutura resistente, motores elétricos a bateria, controles programáveis e com tamanho e altura considerável de forma que a ergonomia seja adequada ao colaborador.

Palavras-chave: paleteira manual; transporte; solução tecnológica; qualidade de vida.

1 INTRODUÇÃO

A produção industrial brasileira apresentou um crescimento significativo em 2024, com um avanço de 3,1% em comparação ao ano anterior, conforme dados da Pesquisa Industrial Mensal(PIM). Este crescimento foi observado em 17 dos 18 locais pesquisados, refletindo uma tendência positiva no desempenho do setor. A PIM Regional, em vigor desde 1970, é responsável por produzir indicadores de curto prazo que retratam o comportamento do produto real das indústrias brasileiras. Os dados, disponíveis no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), são amplamente utilizados por investidores e formuladores de políticas públicas para orientar decisões e traçar estratégias de desenvolvimento econômico.

Contudo, apesar desse cenário de expansão industrial, é fundamental considerar os impactos sobre a saúde e segurança dos trabalhadores. Segundo o Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (SmartLab), o número de acidentes de trabalho no Brasil cresceu 37% entre 2020 e 2021, passando de 446.881 para 612.920 ocorrências. No mesmo período, o número de mortes relacionadas ao trabalho aumentou de 1.866 para 2.538. Importa ressaltar que esses números dizem respeito apenas aos trabalhadores com carteira assinada, o que indica que a realidade pode ser ainda mais alarmante.

Diante dessa conjuntura, o Conselho Superior da Justiça do Trabalho (CSJT) instituiu, por meio da Resolução nº96 de 24 de março de 2012, o Programa Trabalho Seguro, como objetivo de reduzir os índices de acidentes e doenças ocupacionais no país. Como destaca o ministro Alberto Balazeiro, coordenador nacional do programa, a proposta é “contribuir de forma concreta para a redução de acidentes e de adoecimento” (BALAZEIRO, 2023 apud Plataforma SmartLab, 2023).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo propor uma solução tecnológica inovadora que acompanhe o crescimento do mercado de trabalho sem negligenciar a qualidade de vida dos trabalhadores. Mais do que um dispositivo motorizado ou um simples carrinho autônomo, a proposta visa à criação de um ambiente de trabalho mais eficiente e saudável, com redução do estresse, do cansaço físico e dos riscos ocupacionais. A implementação da solução proposta pode contribuir não apenas para a melhoria das condições laborais, mas também para o aumento da produtividade e a redução de custos operacionais, dependendo do contexto em que for aplicada.

2 PADRÕES DE PALETEIRA MANUAL

Segundo Brasil (2016), NR11- Transporte, Movimento, Armazenagem e Manuseio de Materiais. Portaria Mtb nº3.214, de 08 de junho de 1978. Teve sua última atualização através da portaria MTPS nº505, de 29 de abril de 2016. (Portal gov.br 2025).

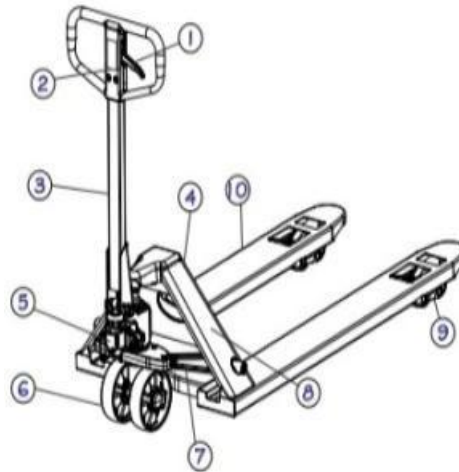
Em todo o equipamento será indicado, em lugar visível, a carga máxima de trabalho permitida.

Os carros manuais para transporte devem possuir protetores das mãos.

As normas de regulamentação atendem de maneira abrangedora todos os seguimentos de transporte e movimentação de carga, essa acima citada abrange a

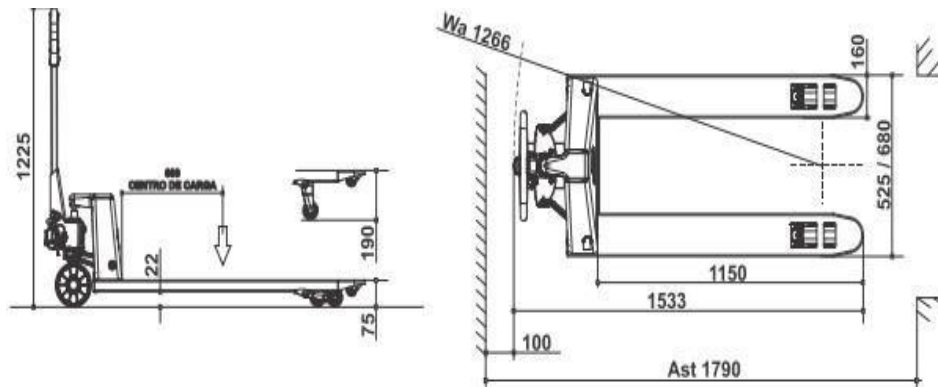
paleteira manual. O fabricante da mesma precisa atender esses critérios estabelecidos, para que não haja uma não conformidade em seu processo de fabricação e venda, a figura 1 mostra o desenho de uma paleteira.

Figura 1 – desenho mecânico



Fonte: www.paletrans.com>storage>produtos

Figura 2 - Dimensões



Fonte: www.paletrans.com>storage>produtos

A paleteira é uma ferramenta básica de transporte, e tem suas limitações por ter suas rodas de nylon ou poliuretano, precisa de um chão todo nivelado e reto para que possa funcionar adequadamente, é autorizado pelo fabricante o uso da mesma somente com auxílio de paletes, não é recomendável usar a paleteira sem paletes, pois o risco de acidente aumenta.

3 TIPOSPALLETS

Palletsde madeira

Segundo o guiado site da mundial log de quatro de julho de 2024, os pallets de madeira são os mais utilizados no mercado. Eles têm uma capacidade de carga de 500 kg ou mais dependendo do material, são feitos com 2 ou 4 entradas, além de serem relativamente baratos,e podendo ser reparados se sofrerem alguma avaria.

Medidas tradicionais de *pallets*: O *Euro pallet* possui medidas de 1200×800 mm, o que permite uma fácil adaptação ao ssistemas de transporte e armazenamento europeus. O *pallet* Americano tem medidas de 1200×1000 mm, o que proporciona uma maior área de superfície para suportar cargas volumosas e pesadas.

Os principais tipos de *pallet* de madeira incluem:

a) *Pallets* de pinus: feitos de madeira de pinus são leves e fáceis de manusear. São utilizados em setores como alimentos, bebidas e produtos de consumo rápido.

b) *Palletsde* eucalipto: fabricados com madeira de eucalipto, são mais resistentes que os de pinus, ideais para cargas mais pesadas e setores industriais.

c) *Pallets* tratados: passam por tratamentos químicos ou térmicos para prevenir infestações e prolongar a vida útil, sendo necessários para exportação e armazenamento de produtos alimentícios conforme a figura 3.

Figura 3 – Pallet de Pinus



Fonte:<https://mundiallog.com.br/tipos-de-pallet/>

A ISO definiu uma série dedimensões padronizadas parapallets como objetivo de otimizar o comércio internacional. A adoção desses padrões visa assegurar a compatibilidade dos pallets com distintos sistemas de armazenamento e transporte utilizados globalmente, promovendo, assim, maior eficiência e uniformidade nas operações logísticas em âmbito internacional. Dentre as dimensões estabelecidas pela ISO, destacam-se as medidas de 1016×1219mm, 1067×1067mm e 1100×1100 mm, entre outras, possibilitando a seleção do tamanho mais adequado conforme as

exigências específicas de transporte e armazenagem (MUNDIALLOG, 2024).segue a figura 6 com o quadro de pallets conforme a ISO.

Figura6-Quadro detipos de pallets

Tipo de Pallet	Material	Capacidade de Carga	Vantagens	Desvantagens	Indicado Para
Madeira	Pinus Eucalipto	Média a Alta (500 – 2.500 kg)	Baixo custo, fácil reposição e reparo	Absorve umidade, risco de pragas	Indústrias em geral, armazenagem e transporte interno
Plástico	Poliétileno Polipropileno	Média a Alta (até 2.000 kg)	Alta durabilidade, resistente à umidade, higienizável	Custo mais alto, não pode ser reparado facilmente	Setor alimentício, farmacêutico e exportação
Metal	Aço Alumínio	Muito Alta (+5.000 kg)	Resistência extrema, longa vida útil	Alto custo, pesado	Indústria automotiva, metalúrgica e cargas pesadas
Descartável	Madeira leve, Papelão reforçado	Baixa (até 500 kg)	Baixo custo, ideal para exportação	Pouca durabilidade, uso único	Transporte de curta duração e exportação
Combinado	Madeira + Metal ou Plástico	Alta (2.000 – 4.000 kg)	Versátil, resistente e leve	Custo elevado, pouca padronização	Logística internacional e setores que exigem resistência + leveza

Fonte:<https://mundiallog.com.br/tipos-de-pallet>

4 METODOLOGIA DE TRANSPORTE

A paleteira manual TM 2500 da paletrans pesa 67 kg, conforme o modelo na figura 4.

Figura 4 - paleteira



Fonte:www.paletrans.com>storage>produtos

Um pallet de eucalipto pesa cerca de 30 kg, segue o modelo de exemplo na figura 5.

Figura 5 - pallet



Fonte: <https://mundiallog.com.br/tipos-de-pallet>

Carga de caixas pesando o total de 500kg, junto com apaleteira e o pallet conforme mostra a figura 6.

Figura 6 – paleteira carregada



Fonte: osautores

Matemáticas de apoio

Caixa de papelão(carga)=500kg

Paleteira Paletrans = 67 kg

Pallet de madeira Eucalipto=28kg

Total = 595 kg

Para calcular a força empregada nessa carga a fim de deslocá-la usam-se as seguintes informações:

μ =coeficiente de atrito

M = massa

G=gravidade

N=Newton

F=força

As rodas da paleteira são comumente feitas de nylon e poliuretano, a mesma tem alta resistência ao desgaste e custo acessível. Sabendo da composição das rodas se entende o tipo de piso que é necessário para o uso diário, faz-se necessário um piso liso que proporcione o mínimo de atrito para o deslocamento, e desgaste das rodas gerando maior durabilidade.

Exemplos:

a) Um piso liso pintado.

b) Um piso de concreto batido.

Para o exemplo (a) tem-se o coeficiente $\mu = 0,1$ e,

Para o exemplo (b) tem-se o coeficiente $\mu = 0,2$.

Fórmulas usadas: $N = m.g$
 $F = \mu.N$ $1\text{kgf.} = 9,80\text{N}$

Exemplo (a):

$m = \text{Paleteira} + \text{pallet} + \text{carga} = 595\text{kg}$

$G = 9,81\text{m/s}$

$N = 9,80.$

$\mu = 0,1$

$N = m.g = 9,81.595 = 5836,9\text{N}$

$F = \mu.N = 0,1.5836,9 = 536,7\text{N}$

Convertendo 536,7N por kgf. = 54,7kgf.

Exemplo(b):

$m = \text{Paleteira} + \text{pallet} + \text{carga} = 595\text{kg}$

$G = 9,81\text{m/s}$

$N = 9,80.$

$\mu = 0,2$

$N = m.g = 9,81.595 = 5836,9\text{N}$

$F = \mu.N = 0,2.5836,9 = 1167,3\text{N}$

Convertendo 1167,3N por kgf. = 119,2kgf.

Conforme demonstrado nos exemplos apresentados, no primeiro caso foi necessário aplicar uma força motriz humana superior a 54kg para iniciar o movimento da carga, enquanto no segundo caso essa força chegou a 119 kg. Esses dados evidenciam que a principal variável responsável pela resistência ao movimento é a interação entre o tipo de piso e as características das rodas utilizadas.

Retomando as pesquisas mencionadas anteriormente, observa-se que um colaborador exposto continuamente à atividade de transporte manual de cargas, independentemente do peso específico da carga, tende a apresentar desgaste físico significativo ao longo do tempo. Nesse contexto, o projeto da Plataforma de Logística Multifuncional (PLM) tem como objetivo demonstrar a viabilidade do uso da tecnologia como aliada na mitigação de dois fatores críticos: o esforço físico excessivo exigido nas operações e os custos associados à utilização de pallets.

Importa ressaltar que o escopo do projeto não contempla o empilhamento de materiais, mas sim o transporte dos mesmos de forma eficiente e segura. Para melhor compreensão da proposta, apresenta-se o modelo do projeto na Figura 7.

5 PLATAFORMA DE LOGISTICA MULTIFUNCIONAL

Descrições de materiais estrutural do projeto

- a) O projeto conta com uma estrutura de metal retangular, com dimensões de 50x30mm e 2,5 mm de parede.
- b) Chapa de base com espessura de 2,5mm.
- c) Barra chata para acabamento em todo o contorno com dimensões de 50mm de largura e 2,5mm de espessura.
- d) Barra de aço maciço com medida de $\frac{1}{2}P$ para o eixo das rodas.

Partes mecânicas do projeto

- a) Engrenagens simples para virar as rodas em 90° graus.
- b) 4 rodas de 360mmx80mm com borracha maciça.
- c) Eixo de rodas.
- d) Parafusos de fixação 8x35x1,25mm.

Partes elétricas e eletrônicas do projeto

- a) 2 motores elétricos de 24v e 350w de potência com caixa de redução.
- b) 2 servos motores com engrenagens de aço, alto torque (35kg) 7,0v.
- c) 3 baterias de 12v em série somando 36v.
- d) 1 placa (CI) L298N ponte H.
- e) 1 buzzer sinal sonoro e luminoso 12v.
- f) 1 arduino mega 2560 R3.
- g) 2 reguladores de tensão (Step Down Buck) Lm25963a.

Medidas do projeto

A plataforma conta com:

- a) 130cm de comprimento.
100cm de largura.
- b) 65cm de altura.
- c) 930cm entre eixos.
- d) 470cm do chão até as laterais inferiores.
- e) 180cm de laterais inferiores em todo o contorno.

Figura 7 - PLM



Fonte:os autores

6 DESCRIÇÕES DE FUNCIONAMENTO DO PROJETO

A plataforma é projetada para percorrer um trajeto programado, ao chegar ao destino programado, ela fica estacionada por um tempo determinado para que operador possa executar a operação. Logo em seguida ao terminar o tempo programado a mesma retorna para o ponto de partida, por ser um programa de execução pode-se gravar vários percursos para várias tarefas. Com um sinal luminoso indicando que a plataforma está ligada e pronta para operação, enquanto um sinal sonoro indica que ela está em funcionamento.

Durante o deslocamento, da plataforma o funcionário acompanha a mesma, caso tenha algum imprevisto o funcionário pode acionar o botão de emergência até que seja solucionado e a plataforma pode continuar a tarefa programada.

O retorno da plataforma é feito através de uma placa ponte HI298n que inverte o sentido de rotação do motor enquanto o servo motor direciona as rodas dianteiras em quase 90° graus, para direita e esquerda.

Esse projetoda PLM pode ser ampliado em outras funcionalidades que integra o modo autônomo de seguimento. Sendo um modo de controle via Bluetooth, onde todas as operações passam a ser gerenciadas manualmente através de um dispositivo móvel (smartfone). Outro sistema pode ser instalado, baseada em sensores, giroscópios e acelerômetros conectados via sinal Wi-Fi, assim o colaborador ficaria com um receptorem seu podere a plataformao seguiria em todo o trajeto, conforme a figura 8.

Figura 8 - plataforma



Fonte:os autores

7 DESENVOLVIMENTO DO PROTOTIPO DE LOGISTICA MULTIFUNCIONAL

Descrições de materiais usados na confecção do prototipo

- a) O prototipo conta com uma chapa de acrilico retangular, com dimensões de 225x320mm e 9 mm de parede.
- b) 2 chapa de acrilico laterais com 50mm de largura e 225mm de comprimento espessura de 9mm .
- c) 2 chapa de 50mm de largura e 320mm de comprimento e espessura de 9mm.
- d) Barra chata de acrilico com 10mm para acabamento em todo o contorno
- e) Barra de aço maciço tipo arame para distercar as rodas com 2 mm de diametro.
- f) 4 rodas de plastico de 65mm de diametro.

Partes elétricas e eletrônicas do prototipo

- a) 2 motores elétricos de 3,6v com caixa de redução.
- b) 1 micro servo motor com engrenagens 3,6v.
- c) 4 baterias de 1,5v em serie somando 6v.
- d) 1 placa (CI)L298N ponteH.
- e) 1 buzzer sinal sonoro e luminoso .
- f) 1 arduino mega 2560 R3.
- g) 1 regulador de tensão(StepDownBuck)Lm25963a.

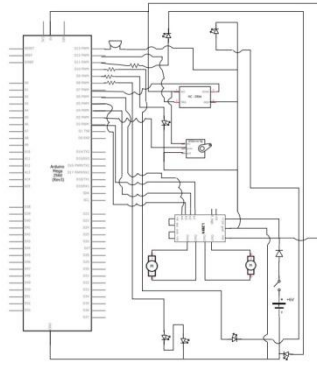
Medidas do prototipo

- O prototipo conta com as seguintes medidas,
- a) 320mm de comprimento 225mm de largura.
 - b) 90mm de altura.
 - c) 185mm entre eixos.
 - d) 25mm do chão até as laterais inferiores.
 - e) 180cm de laterais inferiores em todo o contorno.

8 ESQUEMA ELETRONICO DO PROTOTIPO

A figura 9 mostra o esquema eletronico do protitipo .

Figura 9



Fonte: os autores

Codigos de programação:

Sensor Ultrassônico

O sensor mede a distância até um obstáculo usando sinais de ultrassom:

```
Float medirDistancia () {  
  Digital Write (trigPin, LOW);  
  Delay Microseconds (2);  
  Digital Write (trigPin, HIGH);  
  Delay Microseconds (10);  
  Digital Write (trigPin, LOW);  
  Long duracao = pulse In(echo Pin, HIGH);  
  return duracao * 0.0343 / 2; }
```

Este código envia um pulso pelo pino 'trig' e mede o tempo até o sinal ecoar de volta no pino 'echo', calculando a distância em centímetros. Se a distância for menor que 20 cm, o robô para.

Motores DC e Ponte H (L298N)

Os motores são controlados com sinais digitais e PWM via ponte H (L298N).

Classe DC Motor:

- Pinout(in1, in2): define os pinos conectados à ponte H.
- Speed(valor): define a velocidade com PWM.
- Forward(): gira motor para frente.
- Backward(): gira motor para trás.
- Stop(): para o motor

Exemplos de uso:

```
Motor1.Pinout (3, 4);  
Motor1.Speed (170);  
Motor1.Forward ()
```

Funcionamento da ponte H:

- Analog Write (pin1 sped) + digital Write (pin2, LOW) -> frente
- Digital Write (pin1, LOW) + analog Write (pin2, sped) -> ré
- Ambos LOW -> motor parado

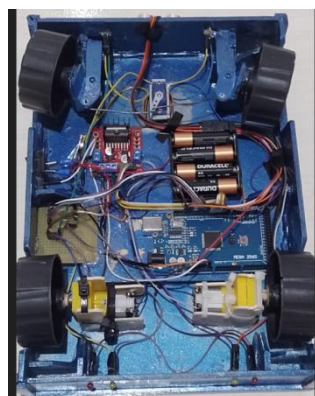
Obs. Não foi possível trazer um calculo de centro de gravidade deste protótipo, a figura a seguir mostra um pouco deste protótipo elaborado. A figura 9 apresenta a parte superior da plataforma, figura 10 mostra a parte inferior do protótipo com as peças eletrônicas.

Figura 10



Fonte: os autores

Figura 11



Fonte: os autores

9 DESCRIÇÕES DE LIGAÇÃO DE COMPONENTES, E FUNCIONAMENTO DO PROTOTIPO.

A plataforma acima conforme a figura 11 foi conectada aos componentes através de uma protoboard e um arduino mega, para fazer funcionar os 2 motores de 3,6v e o micro servo motor de 3,6v e necessário 6v, e 1.2mh.

A uma solução prática adotada foi 4 pilhas duracell alcalinas ligadas em série somando 6v, e permanece 2.5mah da pilha assim tem energia para manter todo circuito.

No arduino foi programado o trajeto a ser executado com o auxílio do protoboard e o CI ponte H o protótipo conta com o sensor de aproximação na frente que reconhece um obstáculo a 20 cm desliga os motores de tração, e só volta no percurso após ser solucionado o problema. Enquanto os motores estiverem em atividade um buzzer efetuará sinais sonoros compassados de alerta.

Mas se o sensor foi acionado o buzzer também será acionado com sinal sonoro com mais amplitude e dois pulsos compassados alertando o problema no percurso. Ao ligar o botão de emergência (liga/desliga), 4 leds na cor vermelha serão ligados nos 4 cantos da plataforma indicando que ela está ligada após um pequeno tempo, 4 leds verdes serão ligados evidenciando seu movimento.

Se o buzzer for acionado os 8 leds começarão a piscar ao mesmo tempo.

No trajeto programado se a plataforma for fazer uma conversão à direita, os leds verdes acionará e permanecerá enquanto o micro servo motor estiver acionado o mesmo para o lado esquerdo. O botão de emergência ficará à disposição se algum imprevisto aparecer.

Nos testes executados os resultados foram promissores tivemos que fazer várias correções até alcançar o objetivo descrito anteriormente.

O protótipo atendeu todas as expectativas, Porém não foi possível trazer no momento, o tamanho real do projeto descrito no item 5.

10 PROPOSTAS PARA O PROJETO

Obs: as propostas podem variar de acordo com cada empresa.

Com a futura implantação do projeto proposto, pode-se esperar uma série de melhorias significativas nos processos operacionais, logísticos e organizacionais da empresa. Entre os principais benefícios projetados, destaca-se, em primeiro lugar, a redução dos custos operacionais, uma vez que não haveria mais a necessidade de aquisição constante de pallets para transporte. Essa economia representaria um ganho direto nos recursos financeiros da organização.

Além disso, a eliminação da necessidade de estocagem de grandes volumes de pallets resultaria em um melhor aproveitamento do espaço físico disponível, promovendo maior organização e fluidez nas áreas de trabalho. A substituição dos pallets convencionais também contribuiria para a melhoria do ambiente físico, reduzindo a presença de unidades danificadas e promovendo um local mais limpo, seguro e visualmente organizado.

Outro aspecto relevante seria a significativa diminuição da emissão de ruídos no ambiente fabril, visto que a nova solução eliminaria os sons provocados pelo atrito das rodas das paletes convencionais com o piso. Tal característica contribuiria para um ambiente mais agradável e ergonômico.

No que se refere às condições de trabalho dos colaboradores, estimam-se melhorias substanciais na ergonomia e na segurança. A nova plataforma dispensaria o esforço físico anteriormente exigido nas operações com pallets, o que reduziria a fadiga, o risco de lesões e promoveria melhores condições de saúde ocupacional.

A versatilidade da solução também seria um fator de destaque, permitindo sua utilização em áreas externas, mesmo na presença de irregularidades no solo, sem prejuízo ao desempenho. Adicionalmente, sua base lisa ofereceria flexibilidade para o transporte de diferentes tipos de objetos, adaptando-se facilmente às mais diversas demandas operacionais.

Importante ressaltar que, mesmo com todas essas melhorias, a capacidade de carga se manteria equivalente à dos pallets de madeira tradicionais, respeitando o limite de 500 kg, sem comprometer a estabilidade ou a segurança da operação.

Dessa forma, os resultados esperados com a implementação do projeto indicam que este contribuiria de maneira eficaz para a otimização dos processos logísticos e operacionais, além de promover avanços em termos de sustentabilidade econômica, organização do espaço e qualidade de vida no ambiente de trabalho.

11 SUGESTÕES DE AMPLIAÇÃO DO PROJETO

A proposta desenvolvida no projeto da Plataforma de Logística Móvel (PLM) apresenta um potencial significativo de expansão para o setor agrícola, especialmente no contexto da agricultura de pequeno porte. Essa ampliação se mostra viável e vantajosa em diversas aplicações práticas, proporcionando ganhos operacionais, econômicos e logísticos.

Um exemplo claro dessa aplicabilidade pode ser observado em estufas de cultivo, como aquelas utilizadas para o plantio de tomates, pimentões, entre outras hortaliças. Nestes ambientes, o espaço físico é geralmente limitado, o que inviabiliza o uso de paleteiras convencionais, devido à sua estrutura rígida e à necessidade de manobras em corredores estreitos. Da mesma forma, a utilização de tratores com carretas é impraticável, tanto pelas dimensões do maquinário quanto pela sua baixa eficiência em áreas confinadas.

Além disso, em áreas abertas de cultivo, como plantações de uva ou outros frutos, o uso do trator também apresenta limitações. Embora o serviço a ser realizado muitas vezes seja simples, o custo operacional do trator torna-se elevado, especialmente devido ao consumo de combustível e à necessidade de operadores devidamente treinados. Isso acaba tornando a mecanização convencional pouco atrativa para pequenos produtores, que buscam soluções acessíveis e de fácil manejo.

Nesse sentido, a Plataforma de Logística Móvel se destaca como uma alternativa funcional e de baixo custo. Utilizando rodas adaptadas, iguais ou de maior diâmetro, o equipamento pode se locomover com eficiência em terrenos agrícolas irregulares. Ademais, sua alimentação por baterias recarregáveis contribui para a redução dos custos operacionais, eliminando o consumo de combustíveis fósseis e promovendo maior sustentabilidade no processo produtivo.

Dessa forma, a ampliação do uso da PLM para o setor agrícola representa uma solução inovadora e economicamente viável, com potencial de otimizar atividades logísticas em propriedades de pequeno porte, ao mesmo tempo em que contribui para a redução do impacto ambiental e a melhoria das condições de trabalho no campo.

As figuras 12 e 13 mostram a ampliação do projeto e duas possíveis variações para vários tipos de terrenos:

Figura 12 - plataforma com esteira



Fonte:osautores

Figura 13 – plataforma com esteira triangular



Fonte:os autores

CONCLUSÃO

A sugestão apresentada neste trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento e análise de viabilidade da Plataforma de Logística Móvel (PLM), como alternativa eficiente e de baixo custo aos meios tradicionais de transporte de carga interna, como pallets de madeira e paleteiras. Através de pesquisa aplicada, levantamento de requisitos técnicos, e a análise funcional do protótipo foi possível verificar que o projeto da PLM, poderá atender às demandas operacionais, com ajustes e cálculos poderemos avançar e alcançar resultados satisfatórios em ambientes industriais que possui elevado potencial de aplicação no setor agrícola, especialmente em propriedades de pequeno porte.

A metodologia adotada baseou-se em revisão bibliográfica, pesquisas e observações de campo e avaliação técnica dos materiais e componentes utilizados no protótipo. Esse processo permitiu projetar uma solução acessível, com estrutura adaptável a diferentes tipos de terreno e operação, que oferece vantagens como a redução de custos com aquisição e manutenção de pallets, ganho de espaço físico, melhora da ergonomia no ambiente de trabalho, eliminação do esforço físico por parte do colaborador, e operação silenciosa e sustentável com uso de baterias recarregáveis.

Durante o desenvolvimento do protótipo, foram identificadas algumas limitações, que surgirão com o desenvolvimento do projeto, como a necessidade de testes práticos em campo e ajustes técnicos conforme o tipo de solo ou cultura agrícola a ser atendida. No entanto, tais desafios abrem oportunidades para melhorias futuras e estudos mais aprofundados, especialmente no que diz respeito à automação da movimentação e à resistência dos materiais sob diferentes condições climáticas.

Diante dos resultados mencionados, conclui-se que o projeto da PLM representa uma solução inovadora, de fácil aplicação e economicamente viável, tanto no setor industrial quanto na agricultura familiar. Sua implementação pode promover ganhos significativos em eficiência operacional, sustentabilidade e segurança do

trabalho. Para estudos futuros, recomenda-se a realização de protótipos em escalareal, testes em diferentes ambientes produtivos e a integração com tecnologias de monitoramento e automação, ampliando ainda mais o alcance e a aplicabilidade desta proposta.

12 REFERENCIAS

BRASIL.CONSELHOSUPERIORDAJUSTIÇADOTRABALHO.**Ministro Alberto BalazeiroéonovocoordenadornacionaldoProgramaTrabalhoSeguroda Justiça do Trabalho.** 2022. Disponível em: <https://www.csjt.jus.br/web/csjt/-/ministro-alberto-balazeiro-%C3%A9-o-novo-coordenador-nacional-do-programa-trabalho-seguro-da-justi%C3%A7a-do-trabalho>. Acesso em: 18 maio 2025.

BRASIL.MINISTERIODOTRABALHO..**NR11:portariamtbnº3.214.PortariaMTb nº 3.214.** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-11-nr-11>. Acesso em: 18 maio 2025.

CNJ. **Dados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho preocupam:** Segundo dados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (SmartLab),. 2023.Disponívelem:<https://www.cnj.jus.br/dados-do-observatorio-de-seguranca-e-saude-no-trabalho-preocupam/>. Acesso em: 18 maio 2025.

IBGE. **Produção industrial:** produção industrial fecha 2023 com crescimento em dezdos18locaispesquisados|agênciadenotícias. Produçãoindustrialfecha2023 Disponívelem:<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/43063-producao-industrial-recua-em-sete-dos-15-locais-pesquisados-em-fevereiro>. Acesso em: 18 maio 2025.

MUNDIALLOG. **Tipos de pallet: guia completo para escolher o ideal.** 2024. Disponívelem:<https://mundiallog.com.br/tipos-de-pallet/>.Acessoem:18maio2025

PALETRANS.**Transpaletesmanuais.**2025.Disponívelem:<https://www.paletrans.com.br/produtos/transpaletes-manuais>. Acesso em: 18 maio 2025.