
DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA RETRÁTIL INCLINADA PARA O TRANSPORTE DE CARGA

Felipe Arantes Brandão de Andrade
Centro Universitário Una
lipearantes@yahoo.com.br

Daniela Cristina Rocha
Centro Universitário Una
daniela.cristina@prof.una.br

Wemerson Charles da Silva
Centro Universitário Una
charleswemerson@gmail.com

Resumo: Este artigo apresenta um estudo técnico sobre problemas relacionados ao deslocamento de materiais em galpões e almoxarifados. Em ambientes destinados ao armazenamento, o transporte de objetos para andares superiores é muitas vezes realizado de forma manual, exigindo esforço físico dos funcionários e comprometendo saúde e produtividade. Isso ocorre quando não há infraestrutura adequada para a implantação de dispositivos de levantamento de carga e os gastos com alterações físicas da planta são muito elevados. Uma alternativa é a utilização de plataformas reservadas a superfícies íngremes, concebidas para a acessibilidade de pessoas e cargas a um custo mais acessível. Assim sendo, foi desenvolvido o projeto de uma plataforma retrátil inclinada para atender necessidades de ergonomia, design e custos.

Palavras-chave: *Design do Produto, Ergonomia, Sustentabilidade, Transporte de Carga, Plataformas Móveis, Stairlift.*

Abstract: *This article introduces a technical study about problems related to the materials displacement in warehouses and stockrooms. In storage environments, transport objects to upper floors is often done manually, requiring physical effort of staff and damaging health and productivity. This happens when there is no proper infrastructure for the implementation of load lifting devices and spending on physical changes of the plant are very high. An alternative is to use platforms reserved for steep surfaces, designed for accessibility of people and load at a more affordable cost. Therefore, we developed the design of a retractable inclined platform to attend ergonomic requirements, design and costs.*

Keywords: *Product Design, Ergonomy, Sustainability, Load Transport, Mobile Platforms, Stairlift.*

1. INTRODUÇÃO

A indústria de dispositivos de elevação no Brasil é resultado de fusões entre multinacionais que se consolidaram em meados dos anos 90. Mais de 95% do fornecimento nacional é suprido por empresas que atuam no desenvolvimento de elevadores, escadas e esteiras rolantes, sendo os principais clientes indústrias, hospitais, shoppings e aeroportos. As principais limitações do setor decorrem da demanda por tecnologias avançadas, como peças metálicas e painéis eletrônicos, levando a custos de fabricação elevados [1].

Apesar da larga utilização de elevadores nas cidades, a presença de vários componentes (cerca de 2000 subitens) e a falta de produtos substitutos, favorece o poder de barganha dos fabricantes [1]. A implantação desses equipamentos em galpões e almoxarifados requer altos investimentos, o que torna comum o transporte de peças para andares superiores utilizando apenas a força humana. Em muitas situações, o excesso de carga prejudica a ergonomia, levando a problemas de saúde e queda de produtividade [2].

A tarefa de transportar elementos pesados pode se tornar menos cansativa por meio da instalação de sistemas compostos por trilhos e correntes conectadas a uma base móvel, conduzindo a carga para o andar superior em superfícies inclinadas. Essa tecnologia, conhecida como *Stairlift*, foi inicialmente elaborada para o transporte de deficientes físicos, garantindo inserção social e desenvolvimento urbano por meio da engenharia de reabilitação [3]. Mesmo com a capacidade de aplicação industrial, sua disponibilidade para o carregamento de materiais pesados é uma ideia ainda pouco explorada [4].

Os principais desafios da criação de sistemas de transporte a curta distância estão relacionados à busca de materiais mais leves, resistentes e acessíveis, de modo a garantir um projeto de baixo custo e que interaja com o usuário de forma prática e intuitiva. Essas etapas são alcançadas por meio das inovações de design, que aprimoram os processos produtivos com maior funcionalidade e capacidade de atender necessidades dos consumidores [5].

Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver o projeto de uma plataforma retrátil inclinada para auxiliar o transporte de carga, considerando o estudo da ergonomia em operações de carregamento e a concepção de soluções de design para o armazenamento de produtos robustos quando transportados.

Com base no referencial teórico, foi desenvolvido e analisado o projeto de uma plataforma retrátil inclinada que contempla requisitos de design e engenharia, visando a simplificação da tarefa de transporte em ambientes corporativos com dois pavimentos.

2. DESENVOLVIMENTO

O processo de desenvolvimento do projeto seguiu as seguintes etapas, respectivamente:

- Pesquisa bibliográfica referente ao transporte de carga em almoxarifados, ergonomia no trabalho, plataformas móveis, materiais e processos de produção e análise de custos;

- Desenvolvimento de um protótipo em escala 1:10;
- Experimento de variação de massa;
- Método numérico de interpolação;
- Modelagem virtual.

2.1 Referencial Teórico

2.1.1 Transporte de carga em almoxarifados

Espaços destinados ao armazenamento, como galpões e almoxarifados, são muitas vezes adaptações de áreas já existentes e podem apresentar várias irregularidades. Dificuldades de empilhamento, pouca visibilidade e fluxo de ar, escadas íngremes com degraus muito próximos, falta de guarda-corpo e má distribuição de produtos são apenas parcelas de um problema maior. Na Figura 1, pode-se observar um almoxarifado em que o carregamento de materiais é realizado através de uma escada de difícil acesso. Nesse local, a exposição do trabalhador ao esforço contínuo pode levar a queda de produtividade e a problemas posturais relacionados a lombalgias [2].



Figura 1 – Escada no interior de almoxarifado.

Fonte: Aiex *et al*, 2014, pág. 101.

A análise ergonômica é um estudo utilizado para a identificação desse tipo de falha de acesso, bem como a melhoria dos parâmetros de segurança através da criação de dispositivos de auxílio ao levantamento de carga e do redimensionamento do layout da fábrica [2].

2.1.2 Análise ergonômica do trabalho

Devido aos esforços necessários para a execução de tarefas, foi criado na Finlândia o método OWAS (Ovako Working Posture Analysis System), ou Sistema Ovako de Análise da Postura de Trabalho. O estudo busca avaliar as reações físicas a diferentes condições de trabalho, tomando como exemplo inicial os funcionários de uma indústria de aço, a Ovako. Os quadros dispostos na Figura 2 demonstram as

principais posturas adotadas no cotidiano, servindo como guia para a identificação da fonte de problemas de saúde [6].

DOBSO	1 Reto	2 Inclinado	3 Reto e torcido	4 Inclinado e torcido	
BRACOS	1 Dois braços para baixo	2 Um braço para cima	3 Dois braços para cima	ex: 2151 RF	2
PERNAS	1 Duas pernas retas	2 Uma perna reta	3 Duas pernas flexionadas		DORSO inclinado 2 BRACOS Dois para baixo 1 PERNAS Uma perna ajoelhada 5 PESO >= 10 kg 1 LOCAL Remoção de objetos RF
	4 Uma perna flexionada	5 Uma perna ajoelhada	6 Deslocamento com pernas	7 Duas pernas suspensas	
CARGA	1 Carga ou força até 10 kg	2 Carga ou força entre 10 kg e 20 kg	3 Carga ou força acima de 20 kg	xy	Código do local ou seção onde foi observado

Figura 2 – Sistema OWAS para avaliação postural.

Fonte: Corrêa *et al*, 2015, pág. 4.

Tarefas como o transporte de caixas e ferramentas são comuns para pessoas que trabalham com estoque em lojas e fábricas, nas quais as condições dadas à realização dos serviços são muitas vezes precárias. Dependendo da quantidade, a carga elevada requerer maior esforço ósseo, muscular e das articulações do operador. Através do sistema OWAS, podem-se desenvolver modelos para a correção postural, como manter o dorso alinhado, flexionar levemente os joelhos e carregar pesos mais leves. Essa reeducação é utilizada junto à inserção de dispositivos de auxílio ao carregamento na prevenção de lesões [6].

2.1.3 Plataforma móvel inclinada

Uma alternativa acessível para a transposição de obstáculos é o *Stairlift*, ou elevador de escadas. Desenvolvido como uma plataforma móvel inclinada, o aparelho é conectado a um motor elétrico e possui rampas de acesso lateral e frontal, braços de segurança e uma corrente de transmissão apoiada em corrimões. A ideia inicial buscou atender necessidades de mobilidade de portadores de deficiências, com aplicações residenciais. Na Figura 3, pode-se observar a plataforma de elevação inclinada em perspectiva, que foi o ponto de partida para a criação de novas técnicas de engenharia de transporte e reabilitação [4].

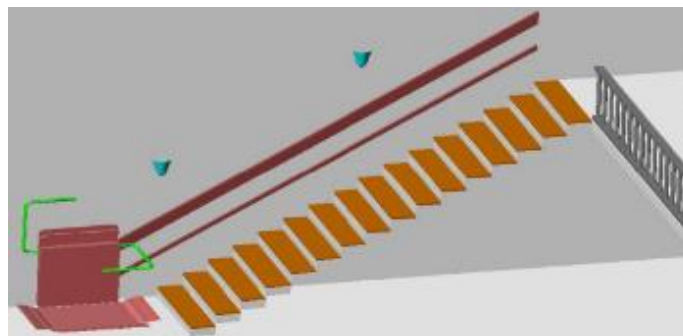


Figura 3 – Plataforma de elevação em perspectiva.

Fonte: Rosado, 2004, pág. 6.

Além da condução de portadores de necessidades especiais, este dispositivo é utilizado para o transporte de passageiros em residências de difícil acesso. Em imóveis construídos em superfícies elevadas, a aplicação de elevadores inclinados elimina a necessidade de escadas e comporta até quatro pessoas (Fig. 4) [3].



Figura 4 – Elevador inclinado.

Fonte: P.R. KING & SONS LTD, 2015.

Assim como um meio de inserção social, a concepção deste equipamento torna viável sua adaptação para outras utilidades práticas. Quando se busca reduzir riscos de queda com materiais pesados e doenças relacionadas ao esforço repetitivo, pode-se optar pelo transporte em espaços inclinados. Como ainda não são comercializados *Stairlifts* para aplicações industriais, suas especificações técnicas são baseadas nos modelos elaborados para o deslocamento de pessoas e cadeiras de rodas. A base elevatória deve suportar uma carga máxima de até 230 kg e funcionar com velocidade de 0,1 metros por segundo. O acionamento é realizado pelo usuário através de controle remoto, permitindo inverter o sentido de rotação das engrenagens e retornar o dispositivo à posição inicial no piso inferior e superior. A condução ocorre ao longo de trilhos acoplados na parede, e a base móvel deve ser rebatível para auxiliar o acesso à carga. O motor elétrico pode variar de 1 cv (0,75 kW) a 1,5 cv (1,12 kW) e, caso não existam pontos de apoio para o corrimão, podem-se instalar torres de sustentação [4].

No Brasil, de acordo com a norma NBR 9050/2004 (Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos), essa plataforma pode ser utilizada em imóveis desde que haja inclinação máxima de 70° com o solo e apresente equipamentos de proteção lateral, sinalização e dimensões de referência ao transporte [7].

2.1.4 Materiais e processos de fabricação

Na produção de equipamentos como o *Stairlift*, o aço é um dos principais constituintes estruturais, devido principalmente a suas propriedades de elevada resistência mecânica, absorção de impactos e ductilidade, ou capacidade de se deformar antes do rompimento. Essa liga é composta basicamente por Ferro e contém de 0,008% a 2,11% de Carbono, que é responsável pelo aumento da dureza.

Na indústria de chapas para plataformas móveis, os aços-carbono se encontram no grupo de materiais que exercem importância fundamental para os processos construtivos. Por meio do processo de laminação a quente, chapas de aço ASTM A242 com baixo teor de carbono (0,15%p C) atingem uma tensão limite de escoamento de 345 MPa e limite de resistência de 480 MPa, sendo posteriormente utilizadas na fabricação de bases metálicas [8].

Por outro lado, os corrimões utilizados no *Stairlift* são fabricados a partir de tubos extrudados a frio. A matéria prima é o aço ASTM A500 Grau B, com médio teor de carbono (0,3%p C). Após o processo da extrusão, atingem uma tensão limite de escoamento de 290 MPa e limite de resistência de 400 MPa. Devido ao aumento expressivo da resistência durante a conformação a frio, devem passar por tratamentos térmicos para a remoção de tensões residuais internas [9].

Mesmo sendo o aço um material de alto desempenho, o advento de novas tecnologias tem minimizado os impactos causados pela extração de matérias-primas de fontes não renováveis. Por isso, a substituição por insumos renováveis tem sido o assunto de vários estudos e pesquisas, levando cientistas ao desenvolvimento de compósitos feitos a partir de fibras naturais [10]. Utilizados como agentes de reforço, os compósitos termoplásticos associados a fibras de bambu e curauá apresentam baixo custo em relação aos materiais sintéticos, são biodegradáveis e suas propriedades se assemelham a fibra de vidro (Fig. 5). O processo de fabricação passa pelo aquecimento do polipropileno a 25°C acima da temperatura de fusão, a uma pressão de 1,5 MPa. Após atingir o estado líquido, acrescenta-se anidrido maleico e fibras de bambu secas com densidade de 1,44 gramas/cm³. Desse modo, são fabricados moldes para revestimento, que atingem até 800 MPa de resistência a tração e 200 MPa de resistência a flexão [11].

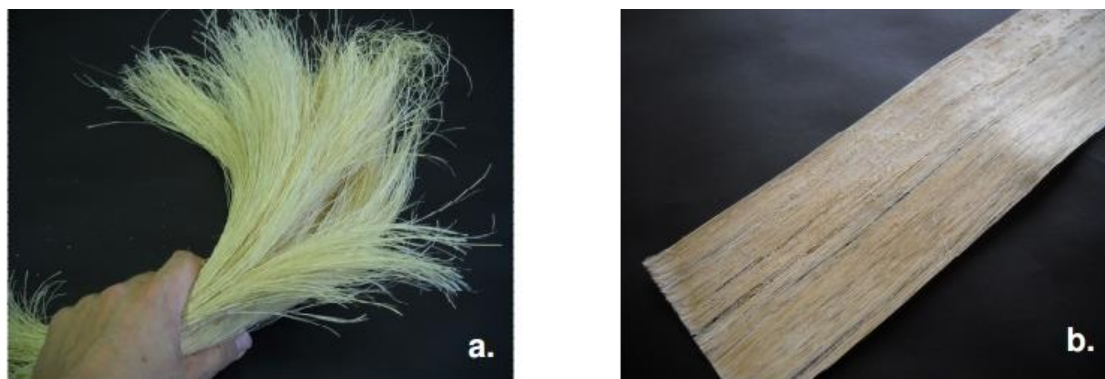


Figura 5 – a) Fibras de bambu após extração mecânica e b) compósito termoplástico reforçado com fibras de bambu.

Fonte: Fuentes *et al*, 2010, pág. 2.

2.1.5 Custo médio do *Stairlift* e elevadores verticais

A adesão de plataformas elevatórias inclinadas em almoxarifados é uma opção viável para o transporte de pequenas e médias cargas. Devido à facilidade de adaptação em escadas já existentes e a utilização de mecanismos de funcionamento simples, é possível reduzir gastos relacionados à construção e instalação destes aparelhos. Apesar de ser um produto importado, o *Stairlift* destinado ao transporte de pessoas apresenta um custo médio entre 22 e 26 mil reais [12]. Como os modelos para o carregamento de materiais ainda não são comercializados, em muitos casos se opta pela aquisição de elevadores verticais, quem podem ultrapassar 100 mil reais. Esses equipamentos ainda necessitam de alterações no espaço físico da indústria, como a construção de um fosso para armazenamento [13].

2.2 Desenvolvimento do protótipo

De acordo com os dados fornecidos no referencial teórico, foi possível construir um protótipo da plataforma em escala 1:10. Adaptações foram feitas com o intuito de viabilizar a fabricação do protótipo, mas sem interferir no seu funcionamento.

Todas as partes metálicas foram fabricadas em aço 1020, devido à facilidade de corte e soldagem. Para o processo de elevação, foram utilizadas duas polias, um cabo de aço e um motor elétrico de 0,5 cv (0,37 kW), operando em 127 V. A Figura 6 demonstra a vista frontal do protótipo desenvolvido.



Figura 6 – Protótipo de plataforma.

Fonte: Próprio Autor

2.3 Experimento de variação de massa

Devido à utilização de um motor elétrico no *Stairlift*, é fundamental conhecer a relação existente entre a energia consumida no intervalo de tempo testado e a potência gerada, como disponível na Função (1). Nesse aparelho, a energia elétrica é transformada em cinética através de fenômenos eletromagnéticos, nos quais a força proveniente de partículas carregadas promove o movimento de um rotor [14].

$$E = Pt \quad (1)$$

Onde E é a energia consumida em Watts-segundos, P é a potência em Watts e t é o tempo gasto para realizar o deslocamento, em segundos [14].

De acordo com a Função (2), pode-se observar que a potência é diretamente proporcional à tensão e a corrente elétrica que operam no motor [15].

$$P = VI \quad (2)$$

Onde P é a potência em Watts, V é a tensão em Volts e I é a corrente em Ampères [15].

Por meio das Funções (1) e (2), foi possível calcular o consumo do protótipo. Foram utilizadas massas de 0 a 5,6 kg, adicionando 400 gramas em 15 etapas de medição. Por meio de um multímetro, foi possível encontrar valores de tensão e corrente elétrica. Um cronômetro permitiu verificar o tempo gasto em cada elevação da plataforma com carga, desde a base até o topo da escada. Na Tabela 1, estão dispostos os valores calculados por meio do software Excel 2015.

Tabela 1 – Valores obtidos em teste de consumo.

n	Massa (Kg)	Corrente (A)	Tensão (V)	Potência (W)	Tempo (s)	Consumo (kWh)
1	0,00	2,40	126,00	302,40	2,05	0,00017178
2	0,40	2,50	123,00	307,50	2,12	0,000181083
3	0,80	2,40	123,00	295,20	2,23	0,00018286
4	1,20	2,30	125,00	287,50	2,30	0,000183681
5	1,60	2,40	125,00	300,00	2,50	0,000208333
6	2,00	2,40	126,00	302,40	2,54	0,000213444
7	2,40	2,50	123,00	307,50	2,56	0,000218667
8	2,80	2,40	123,00	295,20	2,72	0,00022304
9	3,20	2,40	125,00	300,00	2,94	0,000245
10	3,60	2,30	126,00	289,80	3,15	0,000253575
11	4,00	2,20	126,00	277,20	3,50	0,0002695
12	4,40	2,30	126,00	289,80	3,59	0,000288995
13	4,80	2,30	125,00	287,50	4,08	0,000325833
14	5,20	2,30	123,00	282,90	4,30	0,000337908
15	5,60	2,40	123,00	295,20	4,60	0,0003772

Fonte: Próprio autor.

2.4 Método numérico de interpolação

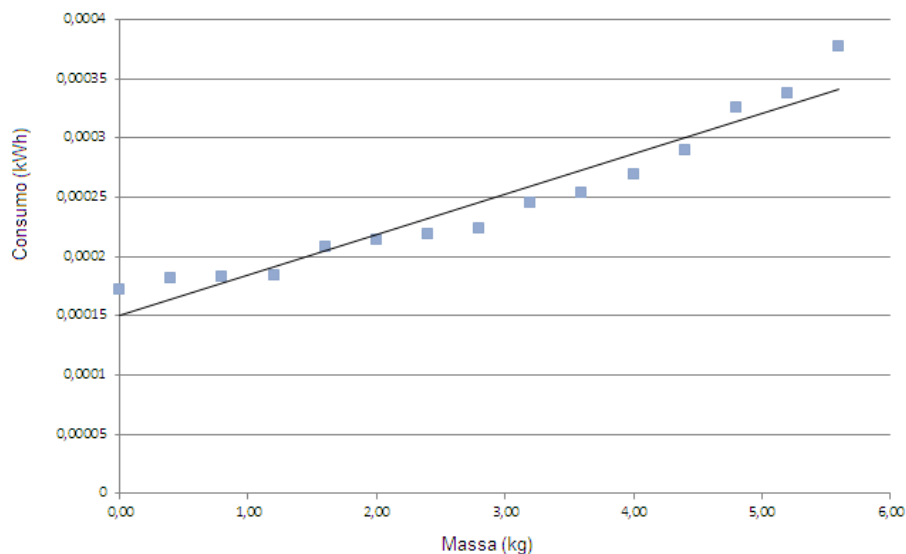
Quando se calcula o consumo de motores em um intervalo de tempo, podem-se construir funções que vinculem os dados utilizados no ensaio, por exemplo, comparando energia e tempo para se chegar a valores de potência. Essa técnica é realizada através do método numérico da interpolação, que aproxima variáveis desconhecidas em um intervalo de uma função. Como exemplo, na Função (3) pode-se chegar ao resultado de uma variável dependente $f(x)$ analisando sua relação com uma variável independente x , mediante um polinômio de primeiro grau de aproximação [16].

$$f(x) = y_0 + \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)} (x - x_0) \quad (3)$$

Onde $f(x)$ é a variável a ser descoberta para um dado valor x , y_0 é o valor inferior de um intervalo de dados conhecidos no eixo das ordenadas, y_1 é o valor superior desse intervalo, x_0 é o valor inferior no eixo das abscissas e x_1 o valor superior.

O produto dos valores de corrente pela tensão elétrica permite encontrar a potência do motor (2), que multiplicada pelo tempo gasto na elevação fornece o consumo, convertido para quilowatts-hora (1). Por meio de uma linearização dos dados da Tabela 1 no software Excel 2015, foi possível desenvolver o Gráfico 1, que estabelece a relação entre o consumo da plataforma e a massa aplicada.

Gráfico 1 – Consumo X Massa



Fonte: Próprio autor.

Junto ao Gráfico 1, observa-se que o incremento de massa provocou um maior consumo do dispositivo. De fato, a potência elétrica é responsável pelo fornecimento de energia em determinado instante para o motor. Como esta permaneceu praticamente estável e está associada à capacidade de realização de trabalho, o tempo gasto foi maior. As variações encontradas para os valores de tensão e corrente na Tabela 1 se devem a erros advindos das condições de operação, em que não se levou em consideração o fator de potência elétrico e as quedas da rede. Apesar disso, foi possível aproximar uma função linear [16].

De forma a encontrar valores de consumo estipulando massas não testadas, mas situadas no intervalo de análise, utilizou-se o método numérico da interpolação através da Função (3). Como exemplo, foi possível estimar o consumo $f(x)$ da plataforma transportando uma massa x de 5,4 kg. Por meio da Tabela 1, foi adotado o valor da massa superior x_1 de 5,6 kg e da massa inferior x_0 , de 5,2 kg. Para o eixo das ordenadas y_1 foi o consumo mais elevado, de 0,0003772 kWh e y_0 o consumo mais baixo do intervalo proposto, de 0,000337908 kWh. Assim, pôde-se calcular:

$$f(x) = 0,000337908 \text{ kWh} + \frac{(0,0003772 \text{ kWh} - 0,000337908 \text{ kWh})}{(5,6 \text{ kg} - 5,2 \text{ kg})} (5,4 \text{ kg} - 5,2 \text{ kg})$$

$$f(x) = 0,000357554 \text{ kWh}$$

O resultado evidencia um consumo de 0,000357554 kWh para a massa de 5,4 kg, ou seja, um valor intermediário entre os obtidos para as massas de 5,2 kg e 5,6 kg. Isso se deve ao polinômio interpolador aproximar a variável desconhecida da função, baseando-se nos dados disponibilizados para cálculo.

2.5 Modelagem virtual

Com o intuito de aprimorar o protótipo inicial, foi realizado um modelo virtual por meio do software Solidworks 2015 para simular a utilização do mesmo. Os resultados são mostrados na Figura 7.



Figura 7 – Modelagem virtual da plataforma.

Fonte: Próprio autor

Como se pode perceber, a plataforma apresenta altura compatível à de uma pessoa de estatura média, ou seja, o usuário não exercerá qualquer tipo de esforço além do necessário para armazenar o material na caixa coletora.

O equipamento também apresenta o recolhimento das paredes da caixa por meio de partes móveis, deixando a escada livre para o trânsito de pessoas quando o dispositivo não for utilizado, como mostrado na Figura 8.

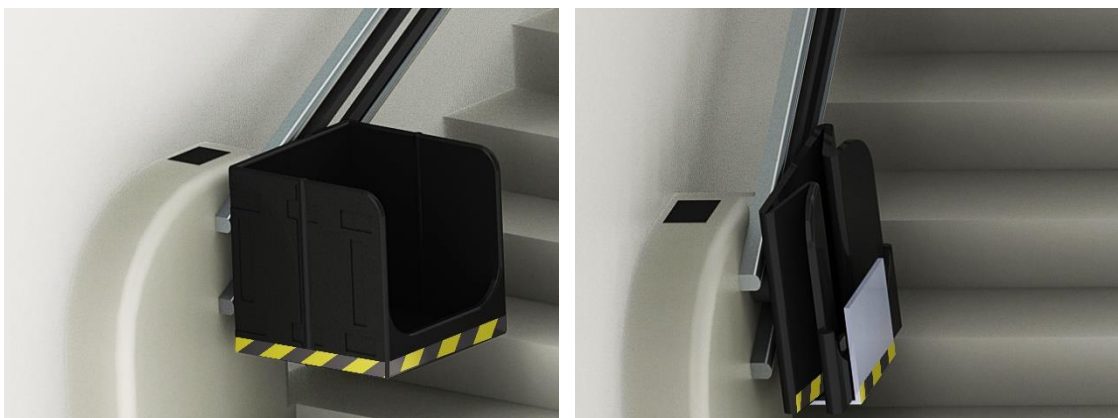


Figura 8 – Sistema retrátil da caixa coletora.

Fonte: Próprio autor

Um sistema de engrenagem e corrente acoplado ao motor foi inserido no projeto para facilitar a construção da plataforma e garantir seu funcionamento e manutenção a um baixo custo. A Figura 9 apresenta em detalhe este sistema.



Figura 9 – Sistema de movimentação da plataforma.

Fonte: Próprio autor

3. CONCLUSÃO

A análise das condições de operação em lojas e fábricas permitiu identificar os principais problemas relacionados à queda de eficiência e produtividade em ambientes destinados ao estoque. Como em muitos lugares ainda se faz uso da força humana para o carregamento de materiais pesados, uma verificação detalhada do trabalho favorece práticas ergonômicas e a abertura de novas ideias para o auxílio ao transporte.

Em relação aos materiais utilizados na plataforma, foram especificados aqueles que, de acordo com a bibliografia consultada, apresentam melhor desempenho e durabilidade. Toda a parte mecânica foi revestida por um compósito termoplástico associado à fibra de bambu para garantir segurança na utilização da mesma. O mesmo material foi aplicado na caixa coletora, o que assegurou ao projeto sustentabilidade e inovação.

Com base na pesquisa realizada sobre o *Stairlift*, pôde-se concluir que este sistema é uma boa opção para aplicações industriais. Com preço mais acessível do que elevadores convencionais e mecanismos de funcionamento simples, esse equipamento pode ser utilizado para garantir qualidade aos processos de produção e minimizar riscos decorrentes do esforço repetitivo.

A construção do protótipo e do desenho em 3D revelou um domínio adequado para a aplicação futura do *Stairlift* no levantamento de carga. Sua experimentação também possibilitou verificar que o consumo da plataforma é diretamente proporcional ao incremento de carga e, por meio do método numérico da interpolação, pôde-se estimar o gasto energético do motor com massas desconhecidas em um intervalo determinado. Em trabalhos futuros, esse cálculo pode ser realizado para prever o consumo do equipamento no levantamento de grandes cargas.

REFERÊNCIAS

- [1] AZAMBUJA, M. M. B. FORMOSO, C. T. **Diretrizes para a melhoria dos processos de projeto, aquisição e instalação de elevadores utilizando conceitos de gestão da cadeia de suprimentos.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p 77-94, jul./set. 2003.

- [2] AIEX, V. M. CAVALIERI, N. ZARANTONELLO, L. **Análise ergonômica do setor de almoxarifado de hospital público de Londrina - PR.** Projética, Londrina, V.5 N.1 Especial - Ensino de Design, p. 95-106, jul./2014.
- [3] P.R. KING & SONS LTD. **Single rail inclinador.** 2015. Available from World Wide Web. Disponível em <<http://prking.com.au/inclinador/single-rail/#tab-1>> Acesso em: 28 dez. 2015.
- [4] ROSADO, V. O. G. **Concepção e dimensionamento de equipamentos assistivos para pessoas portadoras de deficiência no ensino do curso de engenharia mecânica.** Departamento de Mecânica UNESP. Guaratinguetá, 2004.
- [5] MORRIS, Richard. **Fundamentos de design de produto.** Porto Alegre. Bookman, 2011.
- [6] CORRÊA, A. P. S. T. CARVALHO, L. M. MOTA, M. B. C. P. CASTILHO, M. R. **Avaliação ergonômica: Aplicação do método OWAS em uma loja de calçados.** In: ENEGEP, 2015, FORTALEZA. Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção, 2015.
- [7] ABNT NBR 9050 - **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** 2004. Disponível em <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_24.pdf> Acesso em: 01 jan. 2016.
- [8] MITTAL, ARCELLOR. **Chapas, tiras, blanks e rolos.** 2010. Disponível em <http://longos.arcelormittal.com.br/produtos/planos_e_derivados/chapas_tiras_blanks_rolos/pdf/chapas_tiras_blanks_rolos.pdf> Acesso em: 05 dez. 2015.
- [9] TUPER. **Tabela técnica de produtos.** 2014. Disponível em <www.tuper.com.br/wp-content/uploads/2014/05/tuper_tabela_tecnica.pdf> Acesso em: 05 dez. 2015.
- [10] ARAUJO, C. R. MOTHÉ, C. G. **Caracterização térmica e mecânica de compósitos de poliuretano com fibras de curauá.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 14, nº 4, p. 274-278, 2004.
- [11] FUENTES, C. OSORIO, L. TRUJILLO, E. VAN VUURE, A. W. VERPOEST, I. **Bamboo fibre thermoplastic composites for transport applications.** Department of Metallurgy and Materials Engineering (MTM). Composite Materials Group. Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, 2010.
- [12] RICA. **How much will a Stairlift cost?** 2015. Disponível em <<http://www.rica.org.uk/content/how-much-will-stairlift-cost>> Acesso em: 02 jan. 2016.
- [13] SILVER CROSS. **Home elevator cost.** 2015. Disponível em <<https://www.silvercross.com/homeelevator-cost.html>> Acesso em: 02 jan. 2016.
- [14] BOLES, M. A. ÇENGEL, Y. A. **Termodinâmica.** 7º ed. McGraw-Hill Interamericana, 2013.
- [15] FREEDMAN, R. A. YOUNG, H. D. SEARS & ZEMANSKY - **Física III, Eletromagnetismo.** 12º ed. Pearson, 2009.
- [16] CAMPOS, F. F. F. **Algoritmos Numéricos.** 2ª ed. LTC, p. 125-127, 2007.