

## PROJETO CONCEITUAL APLICADO NO DESENVOLVIMENTO DE UM CARRINHO DE MÃO ERGONÔMICO

**Franco da Silveira:** franco.da.silveira@hotmail.com; UFRGS

**Filipe Molinar Machado:** fmacmec@gmail.com; URI

**Jonathan Cadernal dos Anjos Steinhaus:** jonathan\_ca08@hotmail.com; URI

**Fernando Gonçalves Amaral:** amaral@producao.ufrgs.br; UFRGS

**Leonardo Nabaes Romano:** romano@mecanica.ufsm.br; UFSM

### RESUMO

No setor da construção civil, um equipamento de importância é o carrinho de mão. As atividades exercidas pelos operadores da construção civil são facilitadas em cenários que exigem o transporte de materiais mediante o uso do carrinho de mão. Porém, existe uma lacuna de informações que buscam alternativas de carrinho de mão que considerem o escopo da ergonomia e que facilitem a operação. Nesse contexto, o artigo consiste em apresentar um conceito de carrinho de mão ergonômico. Na metodologia, aplicou-se um questionário semiestruturado em 20 trabalhadores de uma empresa de construção civil. Como resultados, o estudo apresentou um projeto conceitual de um carrinho de mão ergonômico, solucionando as necessidades observadas pelos operadores, visando propor um produto que reduza os esforços, por meio de uma operação segura e que diminua o tempo de execução das tarefas.

**PALAVRAS-CHAVE:** carrinho de mão; ergonomia; conceito de produto.

### ABSTRACT

In the civil construction sector, an important piece of equipment is the wheelbarrow. The activities carried out by the civil construction operators are facilitated in such scenarios that require materials transportation using the wheelbarrow. However, there is an information gap that seeks alternatives for types of wheelbarrow considering ergonomics scope and operations facilities. In this context, the article consists of presenting a concept of ergonomic wheelbarrow. In the methodology, a semi-structured questionnaire was applied to 20 workers from a construction company. As a result, the study presented a conceptual design of an

ergonomic wheelbarrow, solving the needs observed by operators, aiming to propose a product that reduces efforts, through a safe operation and reducing the time to perform tasks.

**KEYWORDS:** wheelbarrow; ergonomics; product concept

## 1. INTRODUÇÃO

Os produtos estão em constante mudança e, cada vez mais, adaptando-se às necessidades de seus consumidores. Assim, muitas empresas buscam desenvolver novos produtos, porém nem sempre o resultado é satisfatório e acabam não tendo sucesso nas vendas (LEE et al., 2018). Para a empresa ter um resultado satisfatório no mercado competitivo em que atuam, é importante levantar as necessidades dos consumidores, definindo uma sistemática de requisitos técnicos e expressar quais são os pontos críticos que a solução empresarial pretende resolver.

Nesse contexto, é uma tarefa complexa desenvolver produtos que exigem alta qualidade e maior eficiência em seus processos produtivos (SILVEIRA et al., 2018). Por exemplo, no setor da construção civil, um equipamento de vital importância é o carrinho de mão. As atividades exercidas pelos trabalhadores mediante o uso do carrinho de mão são facilitadas em cenários que exigem o transporte de materiais (transportar cargas de tijolos, cimentos, terras, concretos). A exemplo da padronização das sacas de cimento de 50 quilogramas por questões logísticas dos fabricantes e intermediários, é desafiador investigar e propor alternativas de carrinho de mão que considerem o escopo da ergonomia e que facilitem o trabalho do operador (PEREIRA et al., 2015).

Na construção civil, as atividades exigem esforço e desgaste físico do operador, em que este corre riscos de acidentes. Um exemplo de risco é na subida de rampas com o carrinho de mão cheio de terra ou concreto, no qual os operadores não se preocupam em usar proteções laterais para evitar a queda, e ao mesclar esse descuido com o desgaste físico gerado pelo esforço de fazer essas atividades repetidamente, aumenta a possibilidade de acidentes. Embora os fabricantes desse equipamento busquem produzi-lo com qualidade e segurança, ainda existem fatores e componentes que podem ser aperfeiçoados no desenvolvimento de produto ergonômico (SILVA et al., 2015).

## **2. OBJETIVO**

O artigo objetiva propor um conceito de carrinho de mão ergonômico para operadores da construção civil. Verificam-se os produtos disponíveis no mercado, levantando as especificações técnicas a fim de encontrar uma solução para os problemas ergonômicos, melhorando a usabilidade para o operador. São debatidos fatores ergonômicos do conceito do carrinho de mão apresentado.

## **3. METODOLOGIA**

O estudo adotou a metodologia de Romano (2013) para definir as etapas a serem executadas. A aplicação iniciou pelo projeto informacional, no tocante ao levantamento de necessidades, entendimento do problema ergonômico, verificação de informações tecnológicas e de produtos concorrentes, tradução para requisitos técnicos e finalizando nas especificações-meta. Posteriormente, a fase do projeto conceitual é responsável pela descrição das tecnologias, princípios de funcionamento e formas de um produto, que é expressa por meio de um esquema ou modelo tridimensional e por uma explicação textual.

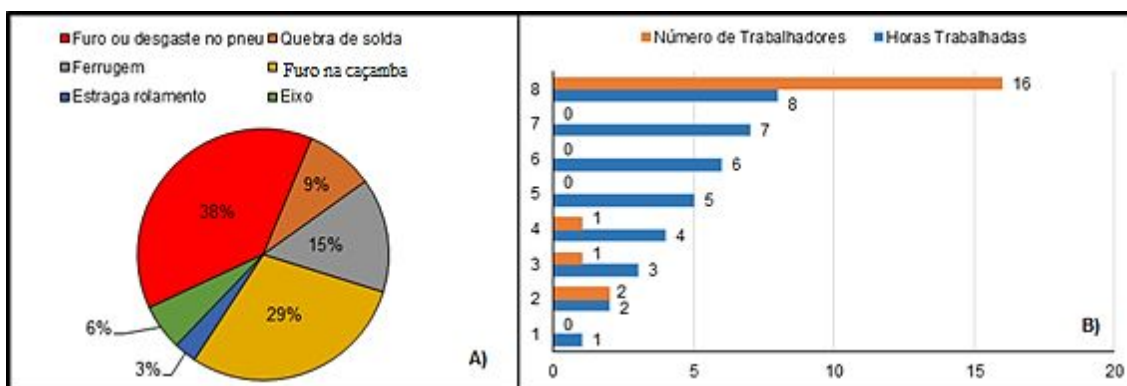
No estudo, as soluções foram encontradas, em parte, por meio da observação dos produtos de concorrentes e a partir de pesquisas em 18 catálogos, 9 revistas técnicas, 22 sites de empresas fabricantes de carrinhos de mão. A pesquisa envolveu um total de 20 pessoas entrevistadas que se dividiram entre 12 serventes e 8 pedreiros, responsáveis pelo transporte de cargas mediante o uso de carrinho de mão. Foi utilizado um questionário semiestruturado para as entrevistas, a fim de identificar fatores técnicos a serem considerados no carrinho de mão ergonômico.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Entrevistas e Levantamento de Atributos**

A Figura 1 (A) destaca que 38% dos defeitos com o carrinho de mão estão relacionados a furos, desgaste de pneus e ferrugem da estrutura.

Figura 1 – A) Defeitos na utilização do carrinho; B) Tempo de operação.



Estes fatores auxiliam na verificação de problemas que devem ser solucionados pelo conceito de um carrinho ergonômico. Pela Figura 1 (B), as respostas foram diversas, em que 5 expressaram que sentem dificuldades de esforço ao manusear o carrinho em rampas. Para 8 entrevistados, ao descarregar concreto é possível identificar dificuldades, pois o peso necessário para suspender o carrinho e o concreto e uso da pá para retirar o conteúdo (os cantos e parafusos presentes na caçamba não retiram todo o material). Para 7 entrevistados, a estabilidade do carrinho é ruim, pois se ele pender para algum lado, isso dificulta o equilíbrio e é possível que toda a carga venha a cair. Outra reclamação refere-se ao pneu que fura muito rápido e é encontrado muitos problemas na hora de trocá-lo. Os parafusos que prendem o pneu enchem de massa e é difícil de removê-los e, também, problemas no eixo. Os trabalhadores entrevistados afirmaram que é difícil conduzir e manobrar o carrinho de mão pelos braços do carrinho. São curtos ou retos e isso faz com que ao transportá-lo o operador venha a tropeçar.

Além disso, na Figura 1 (B), a maioria dos entrevistados utiliza o carrinho de mão 8 (oito) horas por dia, confirmando a utilidade do produto. Quando perguntado ao operador se a preferência da escolha de um carrinho de mão estava relacionada com baixo custo, agilidade, segurança ou durabilidade, constatou-se que 40% salientam que é por um carrinho que proporcione segurança ergonômica, deixando em segundo plano as demais opções, que representam 20% cada.

Ao analisar os atributos técnicos dos carrinhos, o Quadro 1 relaciona os requisitos de projeto que são considerados importantes para os operadores e para as empresas fabricantes (conforme informações disponibilizadas nos catálogos e sites de internet).

Quadro 1 - Atributos técnicos do carrinho de mão.

Atributos básicos	Operação	Facilidade de uso
		Fácil descarga de material
		Proteção contra ferrugem
		Sistema seguro para o operador
	Ergonomia	Peso do equipamento e manobrabilidade
		Necessidade de pouco esforço físico para deslocamento
		Permitir boa postura do operador
		Evitar lesões lombares e de articulações
	Econômicos	Vida útil do equipamento e de componentes
		Custo de produção
	Segurança	Sistema de segurança
		Componentes resistentes
	Materiais	Materiais resistentes e leves
		Materiais padronizados e acessíveis no comércio
Atributos do ciclo de vida	Usabilidade	Fácil de manobrar
		Fácil montagem ou desmontagem
		Permitir agilidade de substituição de componentes
	Mantenabilidade	Fácil manutenção e de acesso aos pontos de troca
	Impacto ambiental	Facilitar limpeza e descarte de componentes usados

#### 4.2 Aspectos Técnicos Ergonômicos

A ergonomia é um aspecto peculiar atribuído ao produto em sua fase de desenvolvimento assim que definidas as soluções para funções do produto, após os parâmetros de funcionamento. Os principais objetivos da ergonomia são aumentar a eficiência organizacional e aumentar a segurança, a saúde e o conforto do operador. Para que isso seja

possível, é necessário um estudo quanto a posturas adotadas pelos trabalhadores, movimentos corporais efetuados, fatores físicos ambientais que enquadram o trabalho e equipamentos utilizados, com o objetivo de diminuir os perigos e prevenir erros e acidentes.

**Cabos:** o cabo do carrinho de mão convencional é fixo, e não há como mudá-lo de posição, deixando mais baixo ou mais alto, assim como mais comprido ou mais curto. Os operadores não possuem a mesma estatura física, portanto, um carrinho fica ergonomicamente bom para um operador, mas para outro, não. A solução encontrada foi criar um sistema de regulagem nos braços do carrinho que permita aumentá-lo ou diminuí-lo, para isso foi escolhido um sistema com furação e pino. Dessa forma, o operador poderá regular o braço do carrinho de acordo com a altura de sua vontade, permitindo a ele um maior conforto.

**Equilíbrio em apenas uma roda:** além do esforço por ter que empurrar o carrinho, o operador deve mantê-lo equilibrado na roda da frente, o qual exige esforço, e traz muitas reclamações dos trabalhadores. A solução foi um carrinho com três rodas, sendo a da frente da mesma forma que o convencional, e na parte de trás, no lugar dos pés, foi colocado duas rodas, com o diâmetro menor que a dianteira, sendo estas com base giratória para que seja possível conduzir o carrinho com mais facilidade. Desta forma foram diminuídos os esforços exigidos no uso do carrinho, pois o operador terá apenas que empurrar. Além de aumentar a segurança, pois não é mais preciso equilibrá-lo e dessa forma melhorará a estabilidade na hora de conduzir o carrinho.

**Modo de descarga de material:** tem-se a dificuldade de como fazer a descarga do material sem precisar erguer o carrinho. Foi decidido, então, por mudar a sua geometria e o dividir em duas partes, para facilitar a operação. Para fazer a descarga, basta movimentar a caçamba, e não todo o carrinho, dessa forma busca-se diminuir os esforços e o tempo de trabalho. Para a descarga basta o operador acionar o freio traseiro para evitar que o mesmo se movimente (será explicado sobre o freio mais adiante). Após o acionamento do freio o trabalhador deve se posicionar na lateral do carrinho, e movimentar a caçamba. Dessa forma o esforço do trabalhador será menor, pois o mesmo não precisará impulsionar todo o carrinho, diminuindo dessa forma a força necessária, pois apenas será preciso movimentar a caçamba.

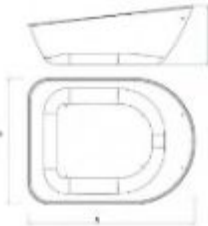



**Subida de rampas:** outro fator analisado é da necessidade de subir algum tipo de rampa. Com um sistema de três rodas, não será possível fazer o equilíbrio da carga como com um carrinho de mão convencional, onde o operador levantava e baixava a carga quando

necessário, para isso utilizou-se um sistema de manivela, que fornece uma leve inclinação na caçamba quando for necessário.

### 4.3 Detalhamento dos Componentes do Carrinho de Mão Ergonômico

No Quadro 2 estão todas as mudanças técnicas propostas, as quais representam o resultado que o presente trabalho busca. Esta é a conclusão da fase de projeto conceitual, contendo todos os conceitos desejados, formas, possíveis dimensões, materiais e funcionalidade técnica.

Quadro 2 – Detalhamento dos componentes do carrinho de mão ergonômico

Componente	Ilustração	Descrição técnica	Funcionalidade
Caçamba		Caçamba metálica funda. Volume de 70 L. Chapa de aço galvanizado. Espessura de 0,9 mm. Acabamento com pintura eletrostática a pó. Dimensões aproximadas: A x B x C (660 x 915 x 222) mm.	Caçamba mais resistente em razão da espessura. Resistente à oxidação (aço galvanizado e ser revestida por pintura especial contra corrosão).
Chassi (parte superior)		Chassi metálico tubular. Aço galvanizado. Diâmetro do tubo (31,75mm). Espessura de 1,5 mm. Acabamento com pintura eletrostática a pó.	Permite que o mesmo possua 3 rodas, e regulagem do cabo, tal como permite o encaixe do chassi parte 2.
Chassi (parte inferior)		Chassi metálico tubular. Aço galvanizado. Diâmetro do tubo (31,75mm). Espessura de 1,5 mm. Acabamento com pintura eletrostática a pó.	Permite a melhor descarga do conteúdo da caçamba, pois o mesmo é móvel, dessa forma é possível descarregar sem que seja preciso levantar o carrinho.
Tampa protetora de parafusos		Material de Polipropileno. Orifício sextavado 13 mm.	Protege os parafusos e porcas evitando que fique armazenados resíduos que dificultem a remoção dos mesmos.

Sistema de regulagem nos braços		Braço tubular galvanizado. Diâmetro do tubo 28,75mm. Espessura de 1,5 mm. 6 furações, com diâmetro de 8 mm. Dimensões 300 x 250 mm.	Permite a regulagem da altura do cabo de acordo com o porte físico e necessidade do operador.
Trava de segurança		Polipropileno e pino de aço. Diâmetro interno da parte de Polipropileno 31,75 mm. Pino de aço de 8 mm de diâmetro.	Sua função é fazer o travamento do braço do carrinho.
Travar rápido do chassi		Fecho rápido pressão zincado. Dimensões CxLxA (15 x 10 x 5) mm.	Permite a rápida fixação do chassi parte 1 na parte 2, dando uma maior segurança na hora do transporte da carga.
Manivela para regulagem da caçamba		Manivela metálica. Parafuso de aço com rosca 10 mm.	A manivela possibilita a regulagem da caçamba quando necessário.
Roda dianteira		Rodinha Giratória com Pneu. Altura total com base e roda 22cm. Diâmetro do pneu 15cm. Largura 4,5 cm. Suporta Carga de 150 kg.	As rodinhas permitirão que o carrinho seja apoiado nelas, diminuindo o esforço físico.
Roda traseira		Roda metálica. Pneu com câmara 3.25/8". Diâmetro de 360 mm. Largura 75 mm.	O pneu com câmara proporciona um melhor amortecimento na hora de exercer as tarefas.
Sistema de freio dianteiro		Freio V-Brake. Material alumínio. Geometria encontrada no mercado.	O freio dianteiro permitirá a frenagem nas horas necessárias.
Sistema de freio traseiro		Freio rápido. Material Polipropileno. 4,5 cm de largura (superfície que entrará em contato com o pneu).	O freio permitirá que seja possível deixar o carrinho travado durante o tempo necessário.

A Figura 2 ilustra o carrinho de mão ergonômico após a montagem com os itens descritos no Quadro 2.



Figura 2 –Proposta de conceito de carrinho de mão ergonômico.



Após todas as alterações apresentadas, encerra-se a fase do projeto conceitual. Se a proposta de construir o carrinho de mão ergonômico for adotada, deve-se dar continuidade com a realização do projeto detalhado, que deverá conter todos os cálculos de resistência, as especificações dos materiais e todas as dimensões.

## 5. CONCLUSÕES

O estudo apresentou soluções viáveis e adequadas dentro da proposta de projeto, com a finalidade de resolver os problemas observados, com soluções práticas. Acredita-se que mediante o uso das soluções apresentadas é possível aumentar consideravelmente a segurança dos trabalhadores, visto que as três rodas elevam a estabilidade e diminuem o esforço físico. Outro fator importante relaciona-se as alterações apresentadas na estrutura, que devem proporcionar melhorias ergonômicas no produto, pois não será preciso suspender o carrinho, assim como é possível regular os braços. Sugere-se realizar a construção de um protótipo do carrinho de mão ergonômico, que teria a função de validar os resultados apresentados no projeto conceitual.

## REFERÊNCIAS

LEE, D. et al. Product flow and price change in an agricultural distribution network. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 490, n. 15, p. 70-76, 2018.

PEREIRA, C. C. et al. Análise do risco ergonômico lombar de trabalhadores da construção civil através do método NIOSH. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.15, n. 3, p. 914-924, 2015.

ROMANO, L. N. **Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas: planejamento, projeto e produção**. São Paulo: Blucher acadêmico. 2013.

SILVA, F. C. et al. Ações para o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos gerados na construção de edificações. **RESMA**, v. 1, n. 1, 2015.

SILVEIRA, F. et al. Systematic analysis of reference models in product development: case studies in the agricultural machinery and implementation sector. **IJM&P**, v. 9, n. 2, 2018.