

## **DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO MODELO DE CARRO TRANSPORTADOR DE CAIXAS MOLDE EM LINHA DE VAZAMENTO EM UMA FUNDIÇÃO DE FERRO E AÇO**

**João Pedro Possamai Mondardo**

**Clauber Roberto Melo Marques**

**Resumo:** Neste artigo será descrito o desenvolvimento de um novo modelo de carro transportador para uma linha de vazamento em fundição de ferro e aço, efetivando a alteração de medidas estruturais, aumentando sua área útil e alguns componentes mecânicos em relação ao projeto anterior, tais como: 08 rolamentos 6002ZZ fixados diretamente na roda, por 04 rolamentos da linha UC utilizados em mancais bipartidos. Construído a fim de aumentar a capacidade no transporte de moldes bem como viabilizar a inserção de moldes maiores na linha de produção da empresa, o desenvolvimento de um novo modelo de carro transportador de caixas molde atingiu muitos pontos positivos no setor assim podendo ter maior eficiência no processo devido a teoria e prática obtidas no decorrer dos estudos de forma abrangente e pensando nos pontos de interesse para que o desenvolvimento traga maior rapidez, agilidade e eficiência em todo processo.

**Palavras-chave:** Carro transportador; rolamento; linha de vazamento, eficiência.

---

<sup>1</sup>Graduando em Tecnologia em Manutenção Industrial. Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina - SATC. E mail: joaomondardo@hotmail.com.com

<sup>2</sup>Prof. do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial. Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina– SATC. E-mail: clauber.marques@satc.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de fundição, deu-se origem a cerca de 6.000 anos com metais de baixo ponto de fusão em fornos de pedras rudimentares, em que se fundia minérios para produção de armas e adornos. Com o passar dos tempos, os processos de fundição foram se aperfeiçoando para a fusão de peças em série, a fim de atender demandas industriais (HISTÓRIA, 2021).

Os carros transportadores da linha de vazamento em uma fundição, independente do material a ser fundido, sofrem rigorosamente com as condições de trabalho desse setor, entre elas podemos citar: a alta temperatura, provocando o desgaste prematuro da lubrificação dos rolamentos, resíduos de areia com resina depositados na região de contato entre o eixo, rolamento e roldana, ocasionando o desgaste prematuro dos componentes, entre outros.

Atualmente, o projeto usado na empresa NOBRE INDÚSTRIA DE PEÇAS LTDA, é composto por uma estrutura retangular feita em viga “U” 3” com chapa de aço SAE 1020 na superfície fixada por soldagem, eixos com extremidades usinadas para alojamento dos rolamentos e roldanas de ferro fundidos usinadas para acoplamento ao eixo e rolamento. As dificuldades encontradas no uso desse sistema são: tempo elevado de manutenção, curta periodicidade em relação a troca de rolamentos, trincas nos moldes devido a trepidações pelo contato roldana/trilho, entre outros.

Desenvolvendo um novo projeto de carro transportador, utilizando mancais bipartidos para fazer a junção e fixação do eixo através de rolamentos, fixados em local mais direcionado ao centro da estrutura, considera-se diminuir as chances de manutenções corretivas por desgastes nos rolamentos e/ou roldanas a fim de diminuir a perda de produção por equipamento parado sendo que esse novo sistema, tem em vista, ser mais eficiente em relação ao tempo de manutenção do mesmo. Vale citar a expansão de área útil superior ao modelo anterior possibilitando transportes de moldes maiores, abrindo mercado para peças de geometrias variadas com tamanho superior ao suportado anteriormente.

Considera-se usar na construção desse carro transportador, uma superfície de ferro fundido fresada a fim de contribuir com a estabilidade dos modelos transportados, na intenção de diminuir os riscos de trincas e falhas nos mesmos por

trepidações do carro transportador bem como a facilidade de reparos relacionados a base superior do carro transportador em relação a uma única chapa de aço na qual não permite manutenção, apenas substituição.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 FUNDIÇÃO DE FERRO E AÇO**

O processo de fundição de ferro e aço constitui-se na fabricação de peças metálicas, com metal líquido sendo depositado em um molde feito sob medida cuja cavidade seja similar às dimensões desejadas da peça que será produzida, conforme ilustra figura 1 abaixo.

Figura 1: Vazando metal líquido



Fonte: Revista ferramental (2021).

Dados históricos indicam que a primeira peça fundida de ferro, apesar do minério ser abundante na natureza, deu-se em 600 A.C. com a produção de um tripé de 275Kg produzido na China, já a fundição do aço é datada de 1740 por Benjamin Huntsman na Inglaterra na construção de relógios (LOPER, 2003).

As primeiras peças fundidas de ferro possuíam baixa resistência, problema corrigido com a inserção do carvão na fusão do material algum tempo depois.

Segundo Bethell (2002), a primeira indústria de fundição no Brasil iniciou as atividades por volta de 1580 em São Paulo e era designada à fundição de ouro na qual era extraído nas minas de Jaraguá e proximidades. A necessidade por ferrovias e portos estimulou o desenvolvimento de mais casas de fundição de maneira que as

oficinas metalúrgicas mais desenvolvidas do país originaram-se em pátios de reparos das companhias ferroviárias.

Com a chegada da indústria automotiva e a construção de Brasília, fomentou ainda mais o setor de fundição, efetivando um papel de extrema importância para a indústria nacional.

## 2.2 MOLDES E MODELOS

Conforme mencionado acima, modelo é a figura em positivo onde se obtém um molde, com o formato negativo da peça a ser desenvolvida. Um modelo pode ser obtido a partir de algo já existente e de uso no dia a dia como, por exemplo: as formas geométricas de um celular, um notebook ou até mesmo uma parte do nosso corpo.

De acordo com Giuliano (2008), o modelo pode ser, como na maioria das vezes, elaborado sob medida a partir de uma ideia de desenvolvimento para um determinado projeto, com a finalidade de atender as necessidades estabelecidas. Para esses casos é necessário determinar, tendo um projeto e desenho como base, o material específico para tal aplicação com a finalidade de facilitar sua usabilidade.

Inicialmente a modelagem era feita de forma manual, a partir de materiais que possuíam características de deformidade plástica quanto ao manuseio como, por exemplo: a massa plástica e argila. Nos dias atuais, com o auxílio da tecnologia, a criação de um modelo pode ser feita virtualmente através de programas de computador específicos em sólidos de revolução que projetam as formas geométricas desejadas e, em seguida, as consolidam em matéria, por meio de equipamentos de prototipagem que fazem a solidificação da resina por projeção a laser. Não podemos deixar de citar, a usabilidade de impressoras 3D na execução de modelos em ABS (GIULIANO, 2008).

Abaixo figura 2 e figura 3 para ilustrar um exemplo de modelo e um exemplo de molde:

Figura 2: modelo.



Fonte: Isoares solução em usinagem e corte a frio (2022).

Figura 3: molde.



Fonte: Istock by getty images (2020).

### 2.3 LINHA DE VAZAMENTO

A linha de vazamento é constituída por moldes alocados na parte superior de carros transportadores, na qual os mesmos estarão enfileirados e sobrepostos á trilhos que percorrerão um determinado percurso pré-estabelecido, passando à frente das painelas de vazamento que despejará o metal líquido na cavidade interna dos moldes conforme mostra figura 4 abaixo:

Figura 4: Linha de vazamento.



Fonte: Adaptado de Origetec automação industrial (2022).

O método de vazamento com utilização de painela é o mais usado e sua utilização se dá em grandes lotes de peças, pois a painela se desloca através de monovias, ou até mesmo manualmente, posicionando-se à frente da linha de moldes para iniciar o vazamento, possibilitando assim uma maior agilidade no vazamento e preenchimento dos moldes, podendo também ser usado mais de uma painela para executar esse serviço (Limberger 1993).

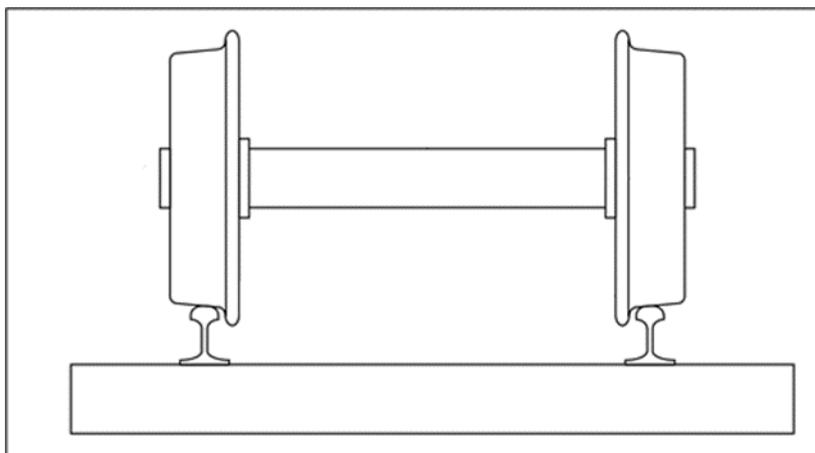
## 2.4 CARRO TRANSPORTADOR

Conforme citado anteriormente, os carros transportadores utilizados na linha de vazamento na fundição de ferro e aço, em específico os da empresa NOBRE INDUSTRIA DE PEÇAS LTDA, são utilizados para transporte de moldes através dos trilhos rodoviários fixados ao solo, entre os setores de moldagem, na qual é feita a confecção dos moldes, são direcionados ao setor de fusão, onde é feito o vazamento do metal líquido conforme citado acima, após esse processo o carro transportador é direcionado ao setor de desmoldagem onde será feito o tamboreamento dos moldes, encerrando o ciclo do carro transportador

### 2.4.1 Sistema de rodas com rolamentos

Segundo FONSECA (2017), equipamentos mecânicos que utilizam rolamentos geram altas tensões de contato devido a geometria circular do mesmo. Situações de fadiga, originadas pelo desgaste ou falha produzidas por cargas repetitivas são comuns na indústria em componentes como rolamentos, roda e trilho ferroviário. Atualmente, o sistema de deslocamento utilizado no carro transportador citado acima, é composto por um eixo fixo, com as extremidades usinadas para alojamento dos rolamentos e acoplamento das rodas ferroviárias, fixado através de soldagem na parte inferior da estrutura, formando assim um modelo de carro transportador fixo. A figura 5 abaixo retrata o sistema utilizado em ferrovias, semelhante ao carro transportador utilizado atualmente, onde as rodas são acopladas ao eixo através de alojamentos usinados para inserção de rolamentos sem uso de outro equipamento.

Figura 5: eixo ferroviário.



Fonte: Adaptado de Barbosa (2000).

#### **2.4.2 Sistema de rodas com mancais bipartidos**

De acordo com GENEROSO (2009), mancais bipartidos com rolamentos instalados em eixos, utilizados para facilitar o movimento rotativo, otimizar o atrito e fricção entre as partes fixas e rotativas suportando cargas elevadas ofertando alta precisão concedendo altas velocidades de rotação, em contrapartida reduzindo o ruído, desgaste, calor e consumo de energia. O conceito do mancal em uma máquina ou equipamento é semelhante à de uma junta no corpo humano, pois ele é uma parte móvel importante concedendo o movimento rotacional ao componente, visto que a falha no mancal pode resultar na parada do sistema na qual está acoplado.

Abaixo figura 6 para ilustrar um mancal bipartido e seu método de montagem:

Figura 6: Mancal bipartido.



Fonte: Adaptado abecom (2022).

## 2.5 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Segundo Viana (2002), os tipos de manutenções são maneiras diferentes de ocasionar interferências em equipamentos de produção. Diante disso, quando considera-se como critério formas de intervenções em equipamentos, nota-se a existência de um consenso, com exceção de alguns casos em específico, quando aos tipos de manutenção. Os principais tipos de manutenção são:

### 2.5.1 Manutenção corretiva

Conforme Pinto e Xavier (1999), o evento que sucede a falha, quebra ou redução no desempenho da máquina ou equipamento, sem que ocorra a preparação para realização de tal serviço. Este tipo de manutenção, apesar das adversidades,

ainda é uma prática muito comum no dia a dia. O principal encargo deste tipo de manutenção é corrigir ou restabelecer os padrões de funcionamento do equipamento.

Em geral, o custo da manutenção corretiva se torna elevado tendo em vista a perda de produção, perda na qualidade do produto final e valor superior de custos indiretos na manutenção. Levando em consideração, as quebras inesperadas podem acarretar em consequências graves para o equipamento como, por exemplo, a extensão de danos, elevando ainda mais o custo da manutenção.

A manutenção corretiva pode ser executada também de forma planejada, visto que a atividade de forma planejada se torna mais barata, mais eficiente e é efetivado com mais segurança. A principal característica para o planejamento de uma manutenção corretiva é informação dada pelo acompanhamento do equipamento.

Ainda que, a decisão do setor de manutenção, ou gerencial, seja de continuar o funcionamento da máquina até a quebra, algumas medidas podem ser tomadas para o planejamento da manutenção corretiva quando essa falha surgir. Pode-se nomear, por exemplo, a substituição de um equipamento por outro de mesma função, ou algum componente de reparo ágil como forma de manutenção corretiva planejada (PINTO e XAVIER, 2007).

### **2.5.2 Manutenção preventiva**

Para Marcorin e Lima (2003), ao contrário da manutenção corretiva, a manutenção preventiva se dá na antecedência da falha, quebra ou redução no desempenho da máquina ou equipamento baseada em um plano pré-estabelecido fundamentada em intervalos de tempo, geralmente informada pelos fabricantes.

Desse modo, Marcorin e Lima (2003) defendiam que, a manutenção preventiva procura insistentemente bloquear a ocorrência de falhas e/ou quebras, buscando sempre a prevenção do equipamento, levando em consideração a importância da manutenção preventiva como, por exemplo, no setor de aviação na qual o fator segurança impõe os demais fatores.

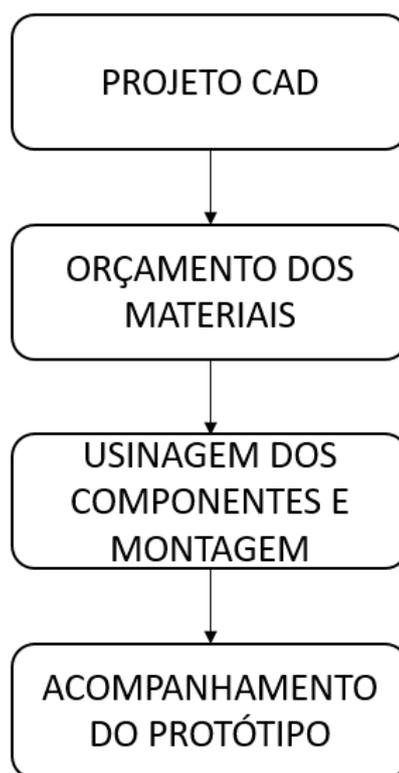
Essa política, eleva os custos de manutenção, sendo que a condição real do equipamento não é levada em consideração no momento da troca ou recuperação do mesmo. Segundo Marcorin e Lima (2003), é importante evidenciar, que esse

modelo de manutenção possui alguns sinais a serem analisados, tais como a aleatoriedade no ritmo de desgaste de equipamentos por estar sujeitos a variáveis bem como as preventivas serem executadas por tempo apenas em itens considerados de desgaste.

### 3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Neste tópico, será detalhado os procedimentos adotados para execução do projeto do carro transportador em desenvolvimento, bem como os materiais e métodos utilizados conforme figura 7 abaixo:

Figura 7: Etapas do procedimento experimental



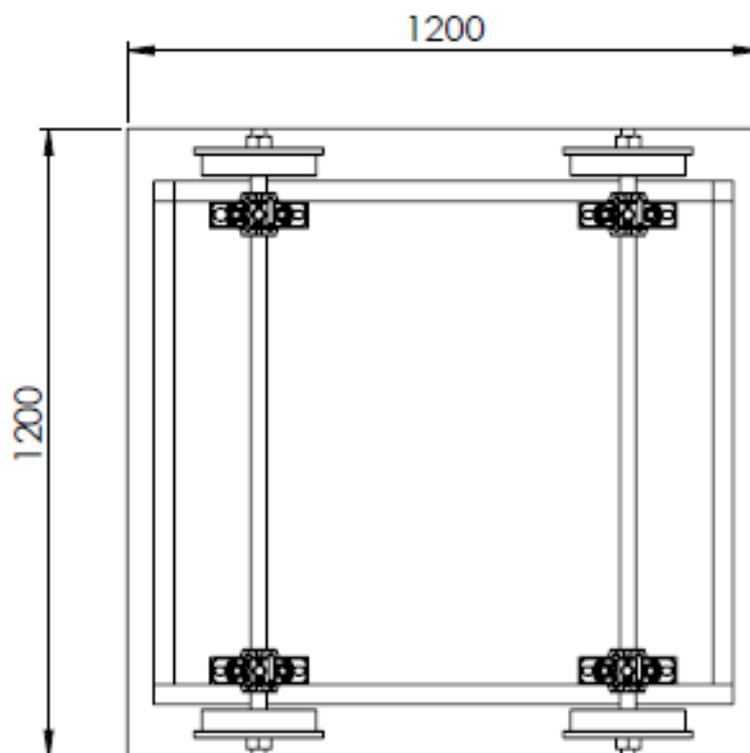
Fonte: do Autor (2021)

### 3.1 PROJETO CAD

Foi desenvolvido, através do programa CAD 3D SolidWorks, o desenho do projeto a ser executado com base nos interesses da empresa NOBRE INDÚSTRIA DE PEÇAS LTDA, a fim de aumentar a capacidade de transporte de moldes em sua linha de vazamento, bem como a redução de custos de manutenção diretamente e indiretamente ligados ao carro transportador, o setor de vazamento e a fundição de suas peças em geral.

Foi analisado, na projeção de um novo modelo de carro transportador, as medidas de interesse, tais como: a largura de 1200 mm a fim de não haver a necessidade de realocação dos trilhos, evitando assim, a perda de espaço para locomoção dos mesmos. As medidas externas das rodas ferroviárias, levando em consideração a peça fundida internamente, em modelo próprio, com a finalidade de evitar custos adicionais e desnecessários com alterações em modelos de fundição, possibilitando ainda, alterações nas medidas internas a serem usinadas para alojamento do eixo. Abaixo figura 8 para ilustrar informações citadas acima:

Figura 8: Desenho do carro transportador.



Fonte: Adaptado de Nobre (2021).

### 3.2 ORÇAMENTO DOS MATERIAIS

Foi solicitado, às empresas de interesse, orçamento dos materiais necessários para desenvolvimento do projeto, a fim de executar o mesmo com o menor custo possível mantendo as especificações e informações contidas no desenho estrutural.

Os itens orçados, bem como seus respectivos valores, estão descritos na tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Descrição dos materiais e valores

Descrição do item	Valor unitário R\$	Quantidade	Valor total R\$
Eixo aço SAE 1045 1.1/4"x1200 mm	R\$6,45	02 unidades	R\$12,90
Chapa lisa aço SAE 1020 5/16" x 1200 x 1200 mm	R\$1.050,00	01 unidade	R\$1.050,00
Viga "U" 3" x 200mm	R\$14,86	04 unidades	R\$59,44
Viga "U" 3" x 1000mm	R\$74,32	02 unidades	R\$148,64
Viga "U" 3" x 1100mm	R\$81,75	02 unidades	R\$163,50
Mancal bipartido SNH 507-606N	R\$74,11	04 unidades	R\$296,44
Bucha cônica H 307	R\$23,06	04 unidades	R\$92,24
Rolamento GE 35N3-B	R\$48,13	04 unidades	R\$192,52
Roda ferroviária	Produção própria	04 unidades	-
Porca sextavada M22	R\$4,41	04 unidades	R\$17,64
Arruela lisa M22	R\$0,49	04 unidades	R\$1,96
Arruela lisa M12	R\$0,38	08 unidades	R\$3,04
Porca sextavada M12	R\$0,62	08 unidades	R\$4,96
Parafuso Sextavado M12 x 1,75 x 35mm rosca total classe 5.8 zincado branco	R\$1,39	08 unidades	R\$11,12
<b>Total</b>			<b>R\$2.134,40</b>

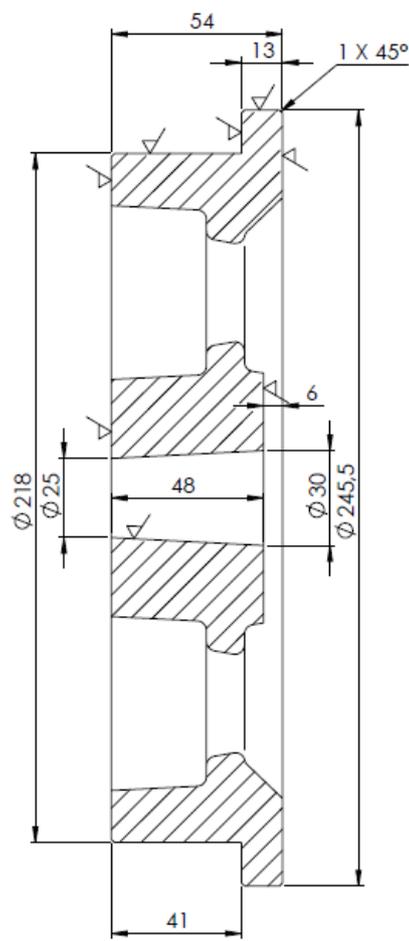
Fonte: do Autor (2021).

### 3.3 USINAGEM DOS COMPONENTES E MONTAGEM

Foi executado, em torno CNC marca ROMI, modelo GL280, a usinagem dos eixos, a fim de obter o diâmetro externo para acento da bucha cônica, juntamente com a conicidade das extremidades dos eixos para fixação das rodas ferroviária

Foi usinado, o diâmetro externo das rodas ferroviárias, bem como as medidas internas das mesmas para acento dos eixos conforme figura 9 abaixo:

Figura 9: Desenho da roda ferroviária.



Fonte: Do autor (2021).

As usinagens foram feitas com as ferramentas de torneamento externo e interno da marca BIG TOOLS, usando pastilhas WNMG 080408 e TPMH 110304 da

marca MITSUBISHI com os parâmetros de corte 110m/min conforme informado na tabela do fornecedor.

Foi executado a montagem da estrutura com as vigas “U” de 3”, através de fixação por soldagem com máquina de solda tipo MIG/MAG da marca SUMIG modelo HAWK 255, com auxílio de esquadro magnético da marca VONDER, posteriormente executado a fixação, também por soldagem, da chapa de AÇO SAE 1020 5/16” x 1200 x 1200mm.

Foi furado, com furadeira da marca DEWALT modelo DWD502-B2, os furos na viga “U” 3” para fixação dos mancais bipartidos SNH 507-606N através de parafusos sextavados M12 x 1,75 x 35mm rosca total classe 5.8 enegrecidos e porcas sextavadas M12, com aperto feito através de chave combinada 17 mm da marca GEDORE.

Foram instalados, os rolamentos GE 35N3-B para ligação do eixo e mancal bipartido, através das buchas cônicas H 307.

Foi acoplado as rodas ferroviárias nos eixos, através dos encaixes cônicos anteriormente usinados, com fixação por porca M 22 com aperto realizado em chave combinada 32 mm da marca GEDORE.

### 3.4 ACOMPANHAMENTO DO PROTÓTIPO

Foi realizado, através de vistorias visuais, o acompanhamento de manutenções diretas e indiretamente ligadas ao protótipo bem como o acompanhamento do mesmo com o objetivo de coletar dados para análise de eficiência com relação ao projeto antigo.

Os pontos de interesse analisados foram: periodicidade de troca dos rolamentos, condições estruturais, tempo de equipamento parado entre outros fatores de interesse da empresa.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico será apresentado os resultados que foram analisados pela empresa NOBRE INDUSTRIA DE PEÇAS LTDA com relação ao desenvolvimento de um novo modelo de carro transportador de moldes, conforme figura 10, tendo como base os dados obtidos através dos tópicos anteriores, com relação a eficiência do protótipo a fim de decidir o futuro do projeto, podendo sofrer ou não ajustes para assim então ser dado sequência no desenvolvimento.

Figura 10: Novo modelo de carro transportador.



Fonte: Do autor (2022).

No geral o equipamento se mostrou mais eficiente em relação ao projeto anterior tendo em vista que no período de 06 meses não foi necessário troca de nenhum componente mecânico bem como não foi necessário manutenções estruturais. Já o modelo utilizado anteriormente, no montante de 05 carros transportadores, 03 unidades do mesmo foi necessário troca dos conjuntos de rolamentos de pelo menos 01 roda, já 01 deles foi necessário troca de roda ferroviária devido metal líquido ter fundido rolamento na mesma.

Após desenvolvimento do projeto, foi possível aceitar pedidos comerciais para peças de maiores geometrias, conforme mostra figura 11, devido o mesmo possuir uma maior área para alojamento dos moldes bem como sua estrutura suportar uma carga maior em relação ao projeto anterior. A expansão de área útil do carro transportador, passando de 0,65m<sup>2</sup> para 1,44m<sup>2</sup>, representa um aumento de 121,53%, gerando ganhos de tempo devido agilidade de transporte não só na linha de vazamento mas também nos processos seguintes.

Figura 11: Novo modelo de carro transportador.



Fonte: Do autor (2022).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao término do projeto, foi possível observar avanços positivos, tais como o aprendizado acadêmico adquirido em sala de aula, os objetivos propostos anteriormente foram alcançados e a abertura para futuras atualizações do projeto.

A partir deste trabalho, abriu-se novas portas comerciais para peças de maior área para empresa NOBRE INDÚSTRIA DE PEÇAS, aumento de capacidade de transporte dos moldes em 121,53%, periodicidade elevada em relação a manutenção do projeto, facilidade de reparos e manuseio do equipamento, diminuição significativa dos casos de perca e/ou atraso de produção por conta de quebra e/ou mau funcionamento do carro transportador, bem como redução dos custos de manutenção no setor ligados diretamente ao funcionamento do equipamento.

Estima-se uma economia mensal de 40 horas de serviços de 01 mecânico ligados diretamente e indiretamente ao modelo antigo de carro transportador, tendo em vista que essas horas de 01 colaborar nesse setor de manutenção é de grande valia para empresa podendo assim ser destinado a outros serviços.

Considera-se, a proposta de desenvolvimento de um novo modelo de carro transportador para moldes em uma fundição de ferro e aço, em sua totalidade foi alcançada com êxito.

## REFERÊNCIAS

Barbosa, R. S. **Interação de contato do par roda/Trilho**. Congresso Nacional de Engenharia Mecânica – CONEM, Natal-RN, 2000.

GENEROSO, Daniel João. **Elementos de Máquinas**. Araranguá, 2009. 74 p. Apostila.

GIULIANO, J. **Os processos de fundição, como ferramenta na obtenção de esculturas em metal**, Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Escola de engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, p. 150. 2008.

**HISTÓRIA DO PROCESSO DE FUNDIÇÃO**. Bema fundição 2021. Disponível em: <<https://www.bemafundicao.com.br/informacoes/historia-da-fundicao#:~:text=O%20processo%20de%20fundi%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9,e%20posteriormente%20com%20o%20ferro.&text=A%20fundi%C3%A7%C3%A3o%20foi%20se%20desenvolvendo,import%C3%A2ncia%2C%20especialmente.%20para%20fins%20militares>>. Acesso em: 05 de Abril de 2021)

LIMBERGER, I. **Estudo comparativo dos métodos de vazamento convencional e contra gravidade para o processo de fundição de precisão, usando a liga de alumínio**. 356, Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Escola de engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, p. 207. 1993.

MARCORIN, W. R.; Lima, C. R. C. "**Análise dos Custos de Manutenção e de não-manutenção de equipamentos produtivos**." Revista Ciência & Tecnologia jul./dez. 2003, v.11 n.22, p. 35-42. Disponível na Word Wide Web: <http://www.unimep.br/phpg/editora/revistaspdf/rct22art03.pdf>. ISSN: 0103-8575. Acesso em: 20 de abril de 2021.

Norton, R.L.: **Projeto de Máquinas: uma abordagem integrada**. 4a edição. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PERDONÁ et al. **Associação entre Ferramentas da Qualidade e Tipos de Manutenção: Análise e Aplicabilidade em uma Unidade Militar.** Revista Espacios, Panamá, v.37, n.14,p. 14, abril 2016,

Pinto, A. K. e Xavier, J. N. (1999), **Manutenção: função estratégica**, Qualitymark, Rio de Janeiro.

Pinto, A. K. e Xavier, J. N. (2007), **Manutenção: função estratégica**, Qualitymark, Rio de Janeiro.

SOUZA, R. D. (2008); **Análise da gestão da manutenção focando a manutenção centrada na confiabilidade: estudo de caso mrs logística;** (Monografia Graduação em Engenharia de Produção); Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, 54 p. Disponível em: [http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008\\_1\\_Rafael.pdf](http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_1_Rafael.pdf). Acesso em: 08 de maio de 2021.

**FUNDIÇÃO: O QUE É E COMO FUNCIONA?.** Revista ferramental. Disponível em: < <https://www.revistaferramental.com.br/artigo/fundicao-o-que-e-e-como-funciona/>>. Acesso em: 06 de Maio de 2022.

**MOLDES PARA FUNDIÇÃO.** Isoares solução em usinagem e corte a frio. Produtos. Disponível em: < <http://www.isoares.com.br/usinagem/produto.php?id=5>>. Acesso em: 06 de Maio de 2022.

ISTOCK. Istock by getty images, c2020. **Vista do molde de areia para fundição de aço.** Disponível em: <<https://www.istockphoto.com/br/foto/vista-do-molde-de-areia-para-fundi%C3%A7%C3%A3o-de-a%C3%A7o-fundi%C3%A7%C3%A3o-de-areia-tamb%C3%A9m-conhecida-como-gm1273353763-375255374>>. Acesso em: 06 de Maio de 2022.

**LINHA DE VAZAMENTO DE MOLDES (COLD BOX / CURA FRIO).** Origetec automação industrial. Disponível em: <<https://www.cubicomunica.com.br/arquivos/origetec/solucoes/linha-de-vazamento-cold-box>>. Acesso em: 16 de Junho de 2022.

FONSECA, Vinicius. **Revisão bibliográfica sobre defeitos em rodas ferroviárias.** Orientador: Prof. Dr. Antônio Cesar Bozz. 2017. 66 f. TCC (Graduação) – Departamento de Engenharia Mecânica, universidade federal do espírito santo, Vitória. 2017. Disponível em: <[https://mecanica.ufes.br/sites/engenhariamecanica.ufes.br/files/field/anexo/26.\\_pg\\_vinicius\\_gallina\\_fonseca\\_07-08-2017.pdf](https://mecanica.ufes.br/sites/engenhariamecanica.ufes.br/files/field/anexo/26._pg_vinicius_gallina_fonseca_07-08-2017.pdf)>. Acesso em: 16 de Junho de 2022.

O QUE É MANCAL BIPARTIDO E QUAIS AS SUAS VANTAGENS. abecom **rolamentos e produtos de Borracha.** Mancal-bipartido-tipos. Disponível em: < <https://www.abecom.com.br/mancal-bipartido-tipos/>>. Acesso em: 16 de Junho de 2022.

