

DIMENSIONAMENTO DE RAMPA METÁLICA PARA HIGIENIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS CAMINHÕES DE LIXO

Winer Marcos Benevides^{1*}

Laísa Cristina Carvalho

RESUMO

Este trabalho descreve o dimensionamento de uma rampa metálica para melhorar a higienização e a manutenção dos caminhões de lixo de uma empresa situada na cidade de Poços de Caldas no estado de Minas Gerais. Esse dimensionamento se faz necessário para corrigir uma deficiência que a empresa apresentou no setor de higienização e manutenção dos caminhões coletores, evitando a contaminação dos coletores e dos profissionais que realizam a lavagem dos mesmos. A rampa metálica possibilitará para os interessados uma facilidade maior para realizar as rotinas diárias a fim de se ter melhores resultados no processo em geral. O objetivo deste estudo é realizar um projeto que corrigirá essa deficiência que a empresa apresentou trazendo uma maior agilidade e praticidade para a realização de suas rotinas que seus colaboradores realizam. Este intento será conseguido mediante revisão das normas e leis vigentes no Brasil, trabalhos acadêmicos relacionados ao projeto que será elaborado, coleta dos dados na empresa e cálculos foram realizados nos softwares CypeCad e AutoCAD. O estudo esclareceu que a rampa metálica conseguirá corrigir a deficiência que a empresa apresentou em suas rotinas diárias.

Palavras-chave: Projeto. Dimensionamento. Rampa metálica.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho descreve um estudo técnico de dimensionamento de uma rampa metálica para melhorar a eficácia da higienização e manutenção dos caminhões de lixo. Dentro da empresa de coleta de resíduos sólidos em Poços de Caldas- MG, há uma falha na limpeza dos

^{1*}Tecnólogo em Gestão Ambiental pela Instituição Uninter e graduando Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS). winermarcos35@gmail.com.

caminhões, mediante esse problema enfrentado na empresa foi proposta a execução de uma rampa para melhorar a acessibilidade do trabalhador responsável pela limpeza dos veículos. Porém esta rampa deve ser de fácil construção e de fácil retirada. Com esse estudo será realizado o projeto de uma rampa de estrutura metálica removível onde será possível fazer a sua montagem em módulos.

Para que não haja contaminação dos colaboradores todos os caminhões devem ser higienizados após cada troca de turno, devendo lavar todas as suas partes, como: cabine e carroceria, para que seja realizada essa lavagem é necessário um sistema que possibilite o acesso debaixo do caminhão, pensando neste problema foi elaborado um método que facilite a higienização e a manutenção na qual necessita do mecânico ter acesso para a lubrificação das articulações inferiores e realizar a manutenção preventiva e corretiva.

Hoje essa empresa não possui um equipamento que ajude nesse processo e a mesma opta por não fazer as valas com cortina de concreto no solo. Este tipo de obra tem um custo de benfeitoria que ficaria para o proprietário Locador onde a Locatária é a empresa supracitada que por sua vez já possui em seu espaço locado uma estrutura hidráulica, de escoação e separação da água e óleo, visando aproveitar toda essa estrutura para não ter mais custos a melhor opção é a construção da rampa removível pois também facilitará a remoção para o aproveitamento em outras obras que a empresa for executar. Por isso o projeto de uma rampa metálica foi elaborado para que assim resolva essa deficiência na execução dos procedimentos, visando a praticidade ao ser fabricada, onde possibilitará para a empresa interessada uma facilidade maior para realizar as rotinas diárias a fim de se ter melhores resultados.

Este intento será conseguido mediante revisão das normas e leis vigentes no Brasil, trabalhos acadêmicos relacionados ao projeto que será elaborado, coleta dos dados na empresa situada na cidade de Poços de Caldas- MG e os cálculos foram realizados nos softwares CypeCad e AutoCAD.

2 ESTRUTURAS METÁLICAS PARA RAMPAS

As estruturas metálicas são mais adaptáveis do que as de concreto, pois o aço pode ser facilmente ajustado, reutilizado e reparado. Podemos acrescentar também a facilidade de







ligações entre aço com o aço e aço com o concreto, possibilitando uma ampla gama de utilização desse material (NARDIN, 2008). Também podemos ressaltar que essas estruturas são menos agressiva ao meio ambiente, pois o material (aço) uma grande porcentagem dele produzido no mundo é proveniente de reciclagem. Parafusos, conexões dentre outros podem ser desmontados e reutilizados. Ao invés de demolir a estrutura pode ser facilmente reformada (NARDIN, 2008).

Uma das maiores vantagens é a competitividade econômica frente ao concreto, principalmente quando empregadas em projeto adequado como por exemplo em uma rampa removível onde conseguimos dimensionar com precisão as medidas, economizar significativamente com mão de obra, dar uma vida útil maior para a edificação, minimizar e reduzir custos de conservação com a estrutura e manutenção.

2.1 Modelos de perfis de estruturas

Existem alguns modelos de perfis de estruturas atualmente no mercado para a realização de um bom dimensionamento. Entre eles estão as vigas “I” alma cheia, vigas “I” alma vazada, treliças seção fixa, treliças seção variável, vigas vierendeel e vigas mistas (NARDIN, 2008), como é possível observar na tabela 1 abaixo:

Tabela 1- Modelo de perfis

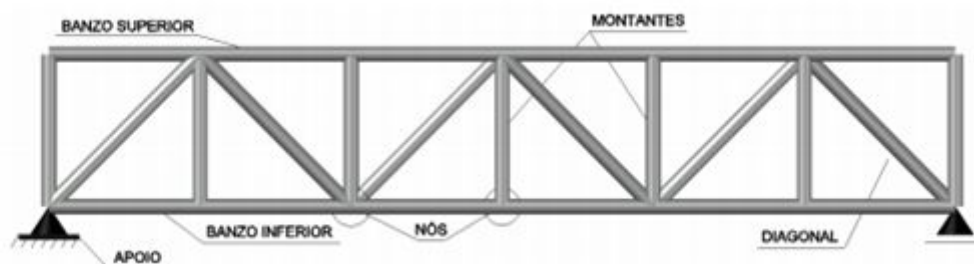
Tipo	Representação Gráfica	Altura (a) x Vão (v)
Vigas "I" - Alma Cheia		$a = v/20$
Vigas "I" - Alma vazada (Alveolares/Castelares)		$a = v/20$
Treliças seção fixa		$a = v/20$ $a = v/30$
Treliça seção variável		$a_m = v/20$ $a = v/30$
Vigas Vierendel		$a = v/15$ $a = v/25$
Vigas Mistas		$a = v/25$

Fonte: Construindo em Aço (Sistema Usiminas), 2008

No projeto que será apresentado para um melhor dimensionamento, o perfil escolhido será treliças seção fixa, os tipos usados será treliça do tipo Shed e treliça Pratt. As estruturas do formato treliça mostram ser resistentes aos esforços axiais nos elementos reticulados

(RIGHI, 2018). Segundo Pfeil e Pfeil (2008) são formadas por barras unidos em pontos que denominamos nós. Elas são compostas por seções de barras lineares, utilizados em diferentes inclinações e posições, os termos técnicos de uma viga treliçada são: banzo superior e inferior, diagonais e montantes (Figura 1).

Figura 1: Nomenclatura das barras constituintes das treliças



Fonte: Miguel Rigo Righi, 2018

3 CARACTERÍSTICAS DA RAMPA

Para podermos definir o modelo de um elemento de construção, devemos utilizar normas que nos respaldam tecnicamente. Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizado a ABNT NBR 9050 (Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos).

A norma NBR 9050 estabelece requisitos e parâmetros técnicos a serem observados na construção, instalação e adaptação de projetos em meio urbano e rural de edificações às condições de acessibilidade (NBR 9050, 3ª Ed. - 2015).

3.1 Inclinação da rampa

Rampas, escadas, ladeiras são complicadas, pois causam diversos acidentes. Para que possa diminuir este problema deve-se compreender as forças que agem sobre o corpos que estão sobre a rampa (pessoa ou veículo) e compor a rampa de componentes de segurança como piso não escorregadio, corrimões e etc.

Para compreendermos o que acontece em uma rampa, podemos utilizar a fórmula da força de atrito (Fórmula-01), onde levamos em consideração a massa e a gravidade de um corpo conforme figura 2.

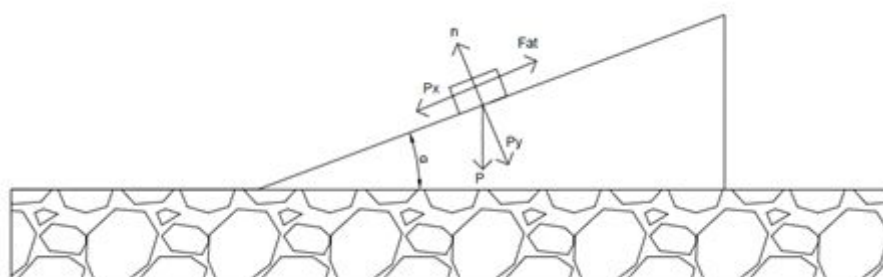
$$\text{Fórmula 01: } Fat = \mu * n$$

$$\text{Fórmula 02: } Px = P. \text{sen}(a)$$

$$\text{Fórmula 03: } Py = P. \text{cos}(a)$$

$$n = Py$$

Figura 2 – Discriminação das variáveis



Fonte: O autor 2020

Para que o veículo possa subir sem ter problemas com falta de aderência, a força de atrito deve ser superior ao seu peso.

3.2 Cálculo de inclinação

Para o cálculo de inclinação, será utilizada a tabela de um fabricante de caminhões (Damaeq) de coleta de lixo, onde podemos obtê-la com as especificações de peso dos caminhões de acordo com a sua capacidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Características técnicas DAMAEQ

Características Técnicas

Taxa de compactação	05:01		
Volume de lixo solto	75 m ³	95 m ³	105 m ³
Volume de lixo compactado	15 m ³	19 m ³	21 m ³
Adicional de carga no depósito traseiro	2,20 m ³		
Peso total do equip. de carga	6000 kg	6400 kg	7000 kg
Força de compactação	29448 kgf		
Força de Compactação da placa transportadora	31769 kgf		
Força de descarga do escudo Ejetor	17554 kgf	27590 kgf	
Volume do reservatório hidráulico	180 L		
Largura da boca de carga	2160 mm		
Altura do estribo referente ao solo	500 mm		
Caixa de chorume	180 L		

Fonte: DAMAEQ - 2020

O caminhão escolhido para cálculo foi o caminhão da marca Mercedes - Atego 1719 4x2 Coletor de Lixo (Figura 3), que já é fabricado para coleta de lixo.

Figura 3 – Caminhão Atego



Fonte: Mercedes-Benz, 2020

De acordo com o fabricante os caminhões possuem diversas medidas que variam de acordo com seu modelo, para o projeto proposto foi verificado o modelo utilizado na empresa de Poços Caldas-MG e foi analisado a suas características no site do fabricante conforme tabela 3 e 4 abaixo:

Tabela 3 – Dimensões

Dimensões (mm) ¹	
Entre Eixos (ee)	36
[a] Distância entre eixos	3.571
[b] Comprimento total (c/ lanterna traseira)	6.254
[c] Largura	2.486
[d] Altura [C,E] (descarregado)	2.774
[e] Bitola (eixo dianteiro/eixo traseiro)	1.965/1.880
[f] Balanço (dianteiro/traseiro)	1.440/1.181
[g] Ângulo de entrada [com spoiler/sem spoiler] (carregado)	15°/19°
[h] Ângulo de saída (carregado)	34°
[i] Altura: teto da cabine ao chassi [C]/[E]	1.800
[j] Dist. mín. centro do eixo à carroceria [C]/[E]	420/490
Círculo de viragem (parede a parede)	15.000

Fonte: Mercedes-Benz, 2020

Tabela 4 – Pesos do caminhão

Pesos (kg) ¹	
Entre Eixos (ee)	36
Eixo Dianteiro	3.120
Eixo Traseiro	1.730
Total - Cab. versão [C]	4.880
4.880	
Cab. Versão [E]	60
Tanques (litros)	300 +90

Fonte: Mercedes-Benz, 2020

Conforme tabelas acima podemos observar que o fabricante nos forneceu todos os dados necessários para podermos dar seguimento ao desenvolvimento do projeto.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar o projeto foram revisadas e estudadas as normas e leis vigentes no Brasil tais como: NBR 5419: “Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas”, NBR 5884: “Perfil estrutural de aço soldado por arco elétrico”, NBR 6120: “Cargas para o cálculo de estruturas e edificações”, NBR 6123: “Forças devidas ao vento em edificações”, NBR 6355: “Perfis estruturais de aços formados a frio”, NBR 8681: “Ações e segurança nas estruturas”, NBR 8800: “Projeto de estruturas de aço e mistas de aço e concreto”, NBR 14323: “Projeto

de estruturas de aço e mistas em incêndios”, NBR 14432: “Resistência ao fogo em edificações”, NBR 14762: “Dimensionamento de estruturas de aço”, NBR 15980: “Perfis laminados de aço para uso estrutural”, NBR 9050: “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos” e Lei nº 12.305/10. Além das leis e normas foram revisados trabalhos acadêmicos relacionadas ao projeto que será elaborado, para se obter um referencial e embasamento teórico de qualidade.

Na coleta de dados foram tiradas as medidas do galpão que são 38X20m com pé direito de 5,5 metros onde foi implantada a rampa metálica para realizar manutenção e higienização dos caminhões de coleta seletiva. Foi verificada a distância entre eixos dos caminhões coletores de 3571 mm para que não haja engaste da parte inferior do caminhão com o ponto de junção entre a área inclinada e plana da rampa no término da subida da rampa.

Utilizamos como parâmetros para elaboração do projeto, as normas referentes a acessibilidade, estruturas, cargas utilizadas em uma estrutura, solda e demais bibliografias com o conceito de dimensionamento de estruturas metálicas.

Posteriormente foi realizada a elaboração do projeto da rampa metálica, garantindo que seja feita de acordo com as normas vigentes e atendendo a necessidade da empresa. Nessa etapa serão realizados os cálculos no software CypeCad, por se tratar de um software usado em dimensionamento foi o escolhido para auxiliar na elaboração dos cálculos, também será feita a escolha dos perfis que serão utilizados.

Com os cálculos feitos, perfis escolhidos realizamos a elaboração do desenho técnico através do software AutoCAD, que é um software de excelência para realizar os desenhos, cujo sua função é elaborar desenhos 2D e 3D.

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

A altura mínima da rampa para higienização dos caminhões para esse projeto é de 1,2 metros para termos maior acessibilidade. Com isso foram adotados alguns critérios para definir a inclinação da rampa, como fator de atrito, material a ser utilizado na rampa, peso e comprimento do caminhão.

Para verificar se o ângulo proposto está dentro dos requisitos desejados foi realizado um cálculo de força de atrito onde o coeficiente conforme tabela 05. Neste cálculo foi levado em consideração a massa do veículo e mediante verificação a força no eixo x. Se essa força x

for menor que a força de atrito o ângulo de 10° atenderá o projeto. Isso pode ser observado nos cálculos abaixo.

Tabela 5 – Coeficiente de atrito

Coeficientes de atrito			
Materiais em contacto	Condição	Coeficiente de atrito estático	Coeficiente de atrito cinético
Borracha / Aço	Seco	0,6 – 0,9	0,3 – 0,6
Borracha / Asfalto	Seco	0,7 – 0,9	0,5–0,8
Borracha / Asfalto	Molhado	–	0,25–0,75
Borracha / Borracha	Seco	–	1,16
Borracha / Cartão	Seco	0,5 – 0,8	–
Borracha / Cimento	Seco	1,0	0,6–0,85 – 1,02

Fonte: Ctborracha, 2020

Cálculo de massa:

Massa: 4880+6000= 10800 Kg – Caminhão vazio

Cálculo de peso:

Peso: 10800*9,81= 105948N

Cálculo de Força de atrito:

Coeficiente de atrito estático Borracha / Metal Seco 1,0

$$P_x = 105948 \cdot \sin(10) = -57637,94N$$

$$P_y = 105948 \cdot \cos(10) = -88897,95N$$

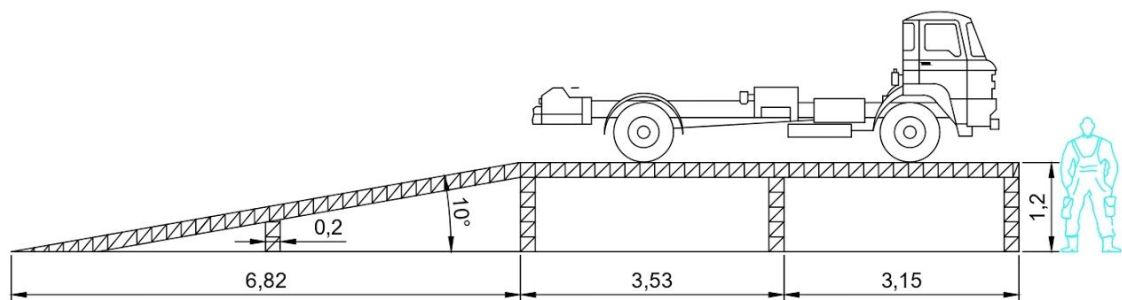
$$F_{at} = 1 \cdot 88897,95 = 88897,95N$$

$F_{at} > P_x$ O ângulo de inclinação está dentro do recomendado.

Conforme o cálculo acima foi possível verificar que a força de atrito foi superior à força x , isso demonstra que quando o veículo estiver subindo a rampa a aderência de seus pneus motrizes serão maiores que a força do eixo x , com ângulo de inclinação de 10° .

Primeiramente para o cálculo estrutural da rampa foi feito um layout de como ficaria a estrutura finalizada, através deste modelo foi possível verificar se o caminhão iria acomodar-se em cima da rampa e se haveria algum atrito entre a parte inferior do caminhão com a superfície da rampa. Conforme desenho (figura 4), a altura determinada pela empresa de coleta seletiva eleva o caminhão em uma altura confortável para a realização da higienização e manutenção do veículo.

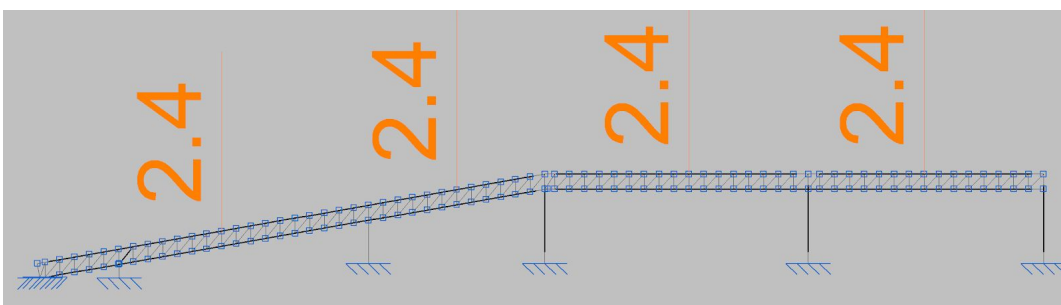
Figura 4- Layout da rampa



Fonte: O autor, 2020

Após a conclusão do layout inicial onde foi definido a inclinação, altura e estilo da estrutura. Foi feito o plano de carga que será aplicado na rampa quando o caminhão estiver sobre a estrutura.

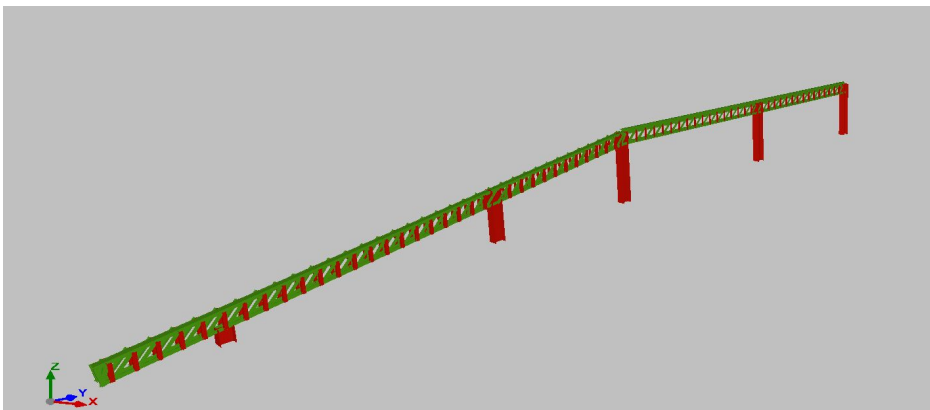
Figura 5- Plano de carga



Fonte: o autor, 2020

Como plano de carga concluído, foi elaborado o desenho em 3D no software CypeCad onde foi possível obter o cálculo estrutural.

Figura 6- Estrutura de sustentação



Fonte: o autor, 2020

Ao finalizar os cálculos foi possível obter os tipos de perfis que suportariam a carga aplicada na superfície da estrutura conforme tabela 6. Como descrito no desenvolvimento do artigo conseguimos utilizar as treliças seção fixa para a sustentação da superfície da rampa.

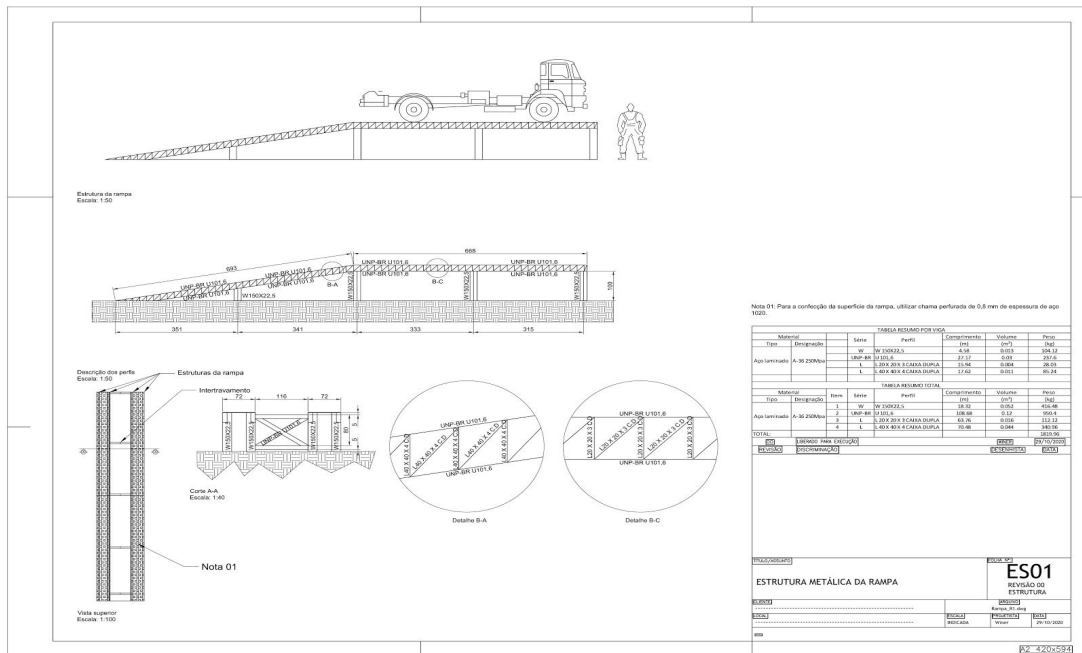
Tabela 6- Resumo de materiais

TABELA RESUMO POR VIGA						
Material		Série	Perfil	Comprimento (m)	Volume (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
Aço laminado	A-36 250Mpa	W	W 150X22,5	4,58	0,013	104,12
		UNP-BR	U 101,6	27,17	0,03	237,6
		L	L 20 X 20 X 3 CAIXA DUPLA	15,94	0,004	28,03
		L	L 40 X 40 X 4 CAIXA DUPLA	17,62	0,011	85,24
TABELA RESUMO TOTAL						
Material		Série	Perfil	Comprimento (m)	Volume (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
Aço laminado	A-36 250Mpa	W	W 150X22,5	18,32	0,052	416,48
		UNP-BR	U 101,6	108,68	0,12	950,4
		L	L 20 X 20 X 3 CAIXA DUPLA	63,76	0,016	112,12
		L	L 40 X 40 X 4 CAIXA DUPLA	70,48	0,044	340,96
TOTAL:						1819,96

Fonte: o autor, 2020

A partir dos resultados obtidos a rampa atenderá (figura 6) ao que foi solicitado pela empresa de coleta de resíduos sólidos da cidade de Poços de Caldas-MG, facilitando assim o trabalho dos colaboradores que realizam a higienização e a manutenção dos caminhões coletores.

Figura 6- Projeto da rampa metálica móvel



Fonte: o autor, 2020

6 CONCLUSÃO

Devido à necessidade apresentada em uma empresa de coleta de resíduos sólidos urbanos na cidade de Poços de Caldas-MG, este projeto aborda de forma exemplificada a solução de um problema que afeta a higienização e manutenção dos caminhões de coleta principalmente na parte inferior onde é difícil o acesso.

Hoje essa empresa apresenta um grande problema devido à falta de um equipamento que ajude na limpeza e manutenção de seus caminhões, pois para poder lavá-los e realizar a manutenção preventiva e corretiva na parte inferior dos caminhões tem que ser feito uma vala onde o profissional habilitado tem que ficar para realizar os procedimentos. Esse tipo de obra deixa de ser viável uma vez que já possui no local toda estrutura hidráulica de escoação e separação da água e óleo e também pelo espaço onde a empresa se encontra ser locado, por isso esse projeto foi elaborado para que assim resolva essa deficiência na execução dos procedimentos de rotina visando a praticidade e um tempo menor ao ser fabricada podendo ser removida e transportada para outra obra (cidade) que a empresa for executar.

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como o projeto de uma rampa metálica removível resolveria o problema apresentado pela empresa, facilitando a

elevação dos caminhões e como consequência, reduzindo o tempo de higienização e manutenção dos caminhões. Além disso também permitiu que haja uma praticidade, agilidade e menor perda de tempo no processo realizado.

Para trabalhos futuros podemos aprofundar mais no assunto discorrido dentro da disciplina de estrutura metálica e fundações para o recebimento das fixações e sustentação dos pilares da estrutura metálica e também para que os alunos consigam projetar e melhorar situações em que empresas buscam soluções para sanar as dificuldades encontradas nas suas rotinas de trabalho.

METAL RAMP SIZING FOR HYGIENIZATION AND MAINTENANCE OF GARBAGE TRUCKS

ABSTRACT

This work describes the design of a metal ramp to improve the hygiene and maintenance of the garbage trucks of a company located in the city of Poços de Caldas in the state of Minas Gerais. This dimensioning is necessary to correct a deficiency that the company presented in the sector of cleaning and maintenance of the collection trucks, avoiding contamination of the collectors and the professionals who perform their washing. The metal ramp will make it easier for those interested to perform daily routines in order to have better results in the process in general. The objective of this study is to carry out a project that will correct this deficiency that the company presented, bringing greater agility and practicality to the performance of its routines that its employees carry out. This aim will be achieved by reviewing the rules and laws in force in Brazil, academic work related to the project to be prepared, data collection in the company and calculations were performed in the CypeCad and AutoCAD software. The study clarified that the metal ramp will be able to correct the deficiency that the company presented in its daily routines.

Keywords: Project. Sizing. Metallic ramp.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P. B.** Curso básico de estruturas de aço, Belo Horizonte: IEA Editora, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**, NBR 8800 Projeto e execução de estruturas de aço e de estruturas mistas aço–concreto de edifícios – Projeto de revisão. 2003.
- CTBORRACHA**, Atrito e coeficiente de atrito. Disponível em: <<https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/propriedades-das-borrachas-vulcanizadas/propriedades-tribologicas/#:~:text=Tabela%2028%20%E2%80%93%20Coeficientes%20de%20atrito%20%20,%20%201%2C16%20%2034%20more%20rows%20>>. Acesso em: 01/11/2020.
- MACHADO, E. R., FREITAS, M. S. R., DINIZ, S. M. C.** Avaliação da confiabilidade de estruturas em concreto armado. In: CONGRESSO IBERO–LATINOAMERICANO DE MÉTODOS COMPUTACIONAIS EM ENGENHARIA, 21. Anais... Rio de Janeiro, CD–ROM, 2000.
- MACHADO, E. R., FREITAS, M. S. R., DINIZ, S. M. C.** Avaliação da segurança de vigas projetadas segundo a NBR6118. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 43. Anais... Foz do Iguaçu, 2001.
- NARDINI, A. F.** A Importância da Estrutura Metálica na Construção Civil. Itatiba, 2008.
- NBR 9050.** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2015.
- PFEIL, W.; PFEIL, M.** Estruturas de aço: Dimensionamento prático segundo a NBR 8800:2008. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- RIGHI, R. M.** Análise comparativa de pontes metálicas treliçadas. Santa Maria, 2018.