

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

CARINA BORGES DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE UM REBOQUE VEICULAR
DE LINHA LEVE**

**CASCADEL - PR
2019**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

CARINA BORGES DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE UM REBOQUE VEICULAR
DE LINHA LEVE**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

**Professor Orientador: Me. Eng. Mec. Sergio
Henrique Rodrigues Mota**

**CASCADEL - PR
2019**

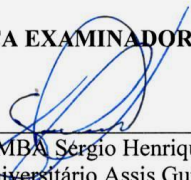
CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

CARINA BORGES DOS SANTOS

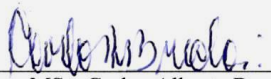
**DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE UM REBOQUE VEICULAR
DE LINHA LEVE**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor Eng, MSc, MBA Sergio Henrique Rodrigues Mota.

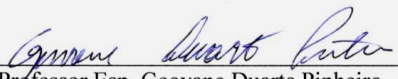
BANCA EXAMINADORA



Orientador Eng. MSc. MBA Sergio Henrique Rodrigues Mota
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico



Professor Eng. MSc. Carlos Alberto Breda
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Mecânico



Professor Esp. Geovane Duarte Pinheiro
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro de Controle e Automação

Cascavel, 26 de novembro de 2019.

DEDICATÓRIA

Este trabalho de pesquisa é inteiramente dedicado
aos meus pais, Alcir e Silvana,
os dois maiores incentivadores da minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ser meu amparo em todos os momentos ao longo da minha vida.

Ao professor e orientador, Sergio Henrique Rodrigues Mota, pelo incentivo e dedicação do seu escasso tempo ao meu projeto de pesquisa, o qual desde os primeiros semestres tenho grande apreço.

Aos docentes do Curso de Engenharia Mecânica por todos os ensinamentos, em especial aos professores Carlos Alberto Breda e Rosemar Cristiane Dal Ponte, os quais admiro muito.

Aos meus colegas pela oportunidade de convivência durante esses anos, em especial meus amigos Cleverson, Leonardo, Lucas, Maicon, Rafael, Vinicius e Tiago.

Ao meu amigo e Engenheiro Mecânico Willian Antônio Lemes Scapini, o qual não mediu esforços para me ajudar em todos os momentos que precisei.

À minha família, pelo apoio durante minha graduação, em especial, aos meus pais, Alcir e Silvana, e às minhas irmãs, Camila e Alice.

Ao meu noivo Vilmar, que jamais negou apoio e que sempre me incentivou, aguentando meu stress e ansiedade.

Agradeço ainda minha amiga Alessandra, a qual sempre esteve ao meu lado. Também minhas amigas Talita e Sthefany, presentes que a faculdade proporcionou.

Para finalizar, agradeço a todos os familiares que compreenderam a minha ausência para me dedicar aos estudos, todos fazem parte desta conquista.

RESUMO

SANTOS, Carina Borges dos. **Desenvolvimento de Projeto de um Reboque Veicular de Linha Leve**. 2019. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Curso de Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, PR, 2019.

Neste estudo, aborda-se o desenvolvimento estrutural de um reboque de linha leve, caracterizado como utilitário rodoviário de pouca complexidade mecânica, manutenção simples e tracionado por veículos de pequeno porte, aumentando, dessa forma, a capacidade de carga desses veículos. O objetivo geral é o de desenvolver o processo produtivo de um reboque veicular de linha leve, adequando o mesmo, conforme as normas de regulamentação vigentes no país, tendo como finalidade a fabricação em série para a empresa ABS Carrocerias a qual situa-se na cidade de Capitão Leônidas Marques, PR. A empresa atualmente não é homologada pelo DENATRAN, órgão máximo executivo do Sistema Nacional de Trânsito, responsável pela regulamentação em todo o território brasileiro. No presente estudo, são abordados fatores, como estudos bibliográficos relativos a reboques, definição de modelo estrutural, características estruturais, materiais a serem utilizados, legislação, normas e processo de fabricação. Pretende-se, por intermédio da pesquisa, facilitar a fabricação de um reboque, com processos e componentes padronizados segundo projeto. Por consequência, preços de mercado menores, posicionando a empresa a um nível equiparado à concorrência e dentro das normas para fabricação em série. Tendo em vista os diversos modelos existentes de reboques, almeja-se, assim, definir os primeiros passos para a fabricação e regulamentação dos demais modelos de reboques, tendo como base de conhecimento o aporte teórico que serve de subsídio à pesquisa.

Palavras-chave: Reboque veicular. Projetos. Processo de fabricação. DENATRAN.

ABSTRACT

SANTOS, Carina Borges dos. **Project Development of a Light Line Vehicle Trailer**. 2019. 47 f. Undergraduate thesis. (Mechanical Engineering Course) – Assis Gurgacz University Center, Cascavel, PR, 2019.

In this study, The structural development of a light line tow is discussed, characterized as a light truck with low mechanical complexity, simple maintenance and pulled by small vehicles, increasing the carrying capacity of these vehicles. The general objective is to develop the productive process of a light line tow vehicle, adapting it, according to the country regulations, having as purpose the mass production for the company ABS Carrocerias which is located in the city of Capitão Leônidas Marques, PR. The company is not currently approved by DENATRAN, the highest executive body of the National Traffic System, which is responsible for regulating the entire Brazilian territory. In the present study, factors like bibliographic studies concerning tows, definition of structural model, structural characteristics, materials to be used, legislation, standards and manufacturing process are addressed. The aim of the research is to facilitate the manufacture of a tow vehicle, with standardized processes and components according to design. As a result, lower market prices place the company at a level comparable to the competition and within the norms for serial manufacturing. In view of the various existing models of trailers, this research aims to define the first steps for the manufacture and regulation of the other models of tows, having as base of knowledge the theoretical support that serves as subsidy to the research.

Keywords: Tow vehicle. Projects. Fabrication Process. DENATRAN.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:	Trailer da empresa Brasinca.....	15
FIGURA 2:	Trailers tracionados por automóveis – anos 30.....	16
FIGURA 3:	Reboque acoplado à unidade tratora.....	17
FIGURA 4:	Semirreboque acoplado à unidade tratora.....	17
FIGURA 5:	Cabeçote de acoplamento.....	18
FIGURA 6:	Tomada de ligação do reboque ao veículo trator.....	19
FIGURA 7:	Roda aro 14 VW4 X100 modelo padrão com pneu.....	20
FIGURA 8:	Cubo de roda multifuros 4X100/M12.....	21
FIGURA 9:	Tipos e representação de tipos de feixe de molas.....	22
FIGURA 10:	Esquema feixe de molas semielípticas com olhal.....	22
FIGURA 11:	Amortecedor convencional.....	23
FIGURA 12:	Lanterna universal para reboque.....	24
FIGURA 13:	Exemplo de folhas de detalhamento em modo paisagem e retrato.....	30
FIGURA 14:	Reboque fabricado pela ABS Carrocerias.....	32
FIGURA 15:	Área de trabalho <i>SolidWorks</i>	33
FIGURA 16:	Reboque veicular projetado no <i>SolidWorks</i>	34
FIGURA 17:	Materiais separados para a montagem do reboque.....	36
FIGURA 18:	Estrutura-base do reboque montada.....	37
FIGURA 19:	Fixadores e estrutura superior parcialmente montada.....	37
FIGURA 20:	Protótipo do projeto final atualizado conforme as normas de regulamentação.....	38
FIGURA 21:	Itens de sinalização do reboque.....	38
FIGURA 22:	Reboque projetado X Protótipo.....	39

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Normas regulamentadoras de reboques.....	26
QUADRO 2: Dimensões máximas e equipamentos obrigatórios para veículos	26
QUADRO 3: Informações iniciais do reboque a ser projetado	32
QUADRO 4: Informações úteis do reboque fornecidas pelo programa.....	34
QUADRO 5: Check List conferência de requisitos conforme critérios do Inmetro.....	40

LISTA DE SIGLAS

ABNT –	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAD –	<i>Computed Aided Design</i>
CONTRAN –	Conselho Nacional de Trânsito
CTB –	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRAN –	Departamento Nacional de Trânsito
GMAW –	<i>Gás Metal Arc Welding</i>
INMETRO –	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
MIG –	<i>Metal Active Gás</i>
MAG –	<i>Metal Inert Gás</i>
NBR –	Normas Brasileiras
PBT –	Peso Bruto Total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	Objetivo Geral.....	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
1.2	JUSTIFICATIVA.....	13
1.3	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	14
1.4	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1	FUNDAMENTAÇÃO HISTÓRICA DOS REBOQUES.....	15
2.2	ASPECTOS BÁSICOS E SUA UTILIDADE.....	16
2.3	ELEMENTOS-PADRÃO DE MERCADO.....	18
2.3.1	Dispositivo de acoplamento mecânico.....	18
2.3.2	Instalação elétrica e de segurança.....	19
2.3.3	Rodas.....	19
2.3.4	Cubo de roda.....	20
2.3.5	Suspensão.....	21
2.3.6	Sistema de sinalização.....	23
2.4	ELEMENTOS FABRICADOS NA EMPRESA.....	24
2.4.1	Chassi.....	24
2.4.2	Carroceria.....	25
2.5	EXIGÊNCIAS LEGAIS.....	25
2.6	PESQUISA E PLANEJAMENTO.....	27
2.7	PROJETO.....	28
2.8	DESENHO TÉCNICO.....	29
3	METODOLOGIA.....	31
3.1	APRESENTAÇÃO DO MODELO ESTRUTURAL.....	31
3.2	COLETA DE INFORMAÇÕES.....	31
3.3	DESENVOLVIMENTO DO DESENHO TÉCNICO.....	33
3.4	PROCESSOS DE FABRICAÇÃO UTILIZADOS.....	34
3.4.1	Soldagem.....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36

4.1	Montagem do reboque segundo o projeto.....	36
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	43
	REFERÊNCIAS.....	44
	ANEXO A – PROJETO CARRETINHA REBOQUE.....	47
	ANEXO B – DETALHES A E B CARRETINHA REBOQUE.....	48
	ANEXO C – DETALHES C E D CARRETINHA REBOQUE.....	49

1 INTRODUÇÃO

Projetar um reboque, efetivamente, é algo favorável à aplicação prática dos conceitos adquiridos ao longo da formação acadêmica. A definição de reboque, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Brasileira (NBR) 9762, especificamente o reboque veicular, é considerado um combinado leve, caracterizado como “reboquinho” e tracionado por automóvel dotado de engate (ABNT, 2012).

Esse implemento é utilizado para os mais diversos fins, bem como para transporte de variados tipos de cargas, com custo de fabricação relativamente baixo, manutenção simples, tracionado por veículos de pequeno porte, aumentando, dessa forma, sua capacidade de carga.

Com a concorrência, principalmente em virtude da globalização, de acordo com Nascimento (2009), os preços passaram a ser estagnados pelo mercado, reduzindo o percentual de lucro dos fabricantes que, até então, não se preocupavam com uma metodologia de processo de fabricação de seus produtos, fatores estes de fundamental importância.

Nessa perspectiva, o objetivo geral desta pesquisa é o de desenvolver o processo produtivo de um reboque veicular de linha leve em conformidade com as normas de regulamentação vigentes no país. Associa-se a este, os objetivos específicos de avaliar, conforme os requisitos normativos, um reboque linha leve, com peso bruto total (PBT) de 500kg; desenvolver o projeto para o processo de produção, e também, avaliar a execução do processo produtivo e a documentação para a sua fabricação. Ademais, com este estudo, busca-se apontar fatores relevantes para fabricação de um reboque de linha leve, tendo em vista a eficiência em sua fabricação.

Nesse contexto, em decorrência do desenvolvimento do mercado do país, o transporte rodoviário merece muita atenção, haja vista o propósito de reduzir as falhas dos veículos que operam nas rodovias brasileiras e visando diminuir custos. Nesse sentido, fabricar um reboque, apoiado em um projeto de montagem, é extremamente válido no contexto socioeconômico brasileiro, pois, através dele, torna-se possível a fabricação do implemento com mais facilidade, reduzindo, assim, seu custo (HOUGAZ, 2005).

O presente estudo resulta de uma estratégia qualitativa de pesquisa, de caráter exploratório, por meio de um estudo de caso que, segundo Gil (2008, p. 58), caracteriza-se “pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado.”

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver o desenho técnico de um reboque veicular de linha leve, adequando o mesmo às normas de regulamentação vigentes no país.

1.1.2 Objetivos específicos

Desenvolver projeto para processo de produção.

Avaliar a execução do processo produtivo de um reboque veicular.

Avaliar, de acordo com os requisitos normativos, um reboque linha leve com peso bruto total (PBT) de 500kg.

1.2 JUSTIFICATIVA

O tema foi escolhido com o intuito de sanar a necessidade de desenvolvimento de um plano de montagem e fabricação de um reboque de linha leve, tendo em vista a eficiência e a redução de custos, além de facilidade na montagem e aperfeiçoamento na elaboração de projetos.

Segundo Ashby (2012, p. 14), o melhor ponto de partida no desenvolvimento de produto é “o bom projeto, selecionando materiais e processos para tal, tendo como ponto de partida uma necessidade de mercado ou uma ideia nova, onde o ponto final é a especificação completa de um produto, a qual atenda à necessidade e à realidade do fabricante e do consumidor final.” Sob tal premissa, buscou-se, de acordo com a legislação vigente, analisar e identificar as limitações existentes no processo de desenvolvimento do produto, já fabricado atualmente, no entanto, sem documentos/projetos para sua montagem.

A justificativa para que esta pesquisa fosse realizada se alicerça na necessidade do desenvolvimento de um plano de montagem para um reboque existente, projetando e documentando o mesmo, para atender aos requisitos legais de fabricação em série para uma empresa privada. Sendo assim, a fabricação levou em consideração os equipamentos e a realidade da empresa, solucionando problemas quanto à montagem e à padronização dos

implementos, diminuindo o tempo de fabricação e aumentando a quantidade de produção da empresa.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Como facilitar o processo de fabricação de um reboque veicular de linha leve?

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa buscou atender às exigências técnicas e legais da legislação vigente em relação a reboques veiculares, bem como à estrutura física na construção do mesmo.

Importante destacar que o reboque projetado não possui sistema de frenagem, uma vez que, em conformidade com a Portaria nº 30, de 22 de janeiro de 2004, do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), o sistema de freio em rebocados com PBT até 5.000 N (500 kg) não é obrigatório.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FUNDAMENTAÇÃO HISTÓRICA DOS REBOQUES

Não se tem ao certo a data do surgimento dos reboques veiculares. Todavia, à medida que as necessidades da humanidade foram aumentando, novas formas de locomoção tornaram-se necessárias. Consoante Oliveira (2010), essa locomoção que, no início, era somente por meio das pernas, logo, insuficiente, foi substituída por uma forma de se locomover, utilizando animais. Contudo, como as necessidades eram crescentes, fomentaram novas formas de locomoção, surgindo, assim, as carroças, as locomotivas a vapor, as canoas, os barcos, o automóvel e muitos outros meios de transporte conhecidos hoje e que se desenvolveram ao longo dos anos.

No Brasil, o surgimento dos reboques e o seu desenvolvimento se deu a partir da utilização das carroças. Segundo Soares (1985), a existência frequente e numerosa de carroças, principalmente na região sul do país se deve aos imigrantes, no século XIX, transferidas das planícies centro-europeias para o planalto meridional do Brasil. Sendo assim, as carroças se conservaram e, ao longo dos anos, com o desenvolvimento dos automóveis, foram sofrendo adaptações ao relevo do novo quadro geográfico e também devido à aculturação material.

Outro fator importante para o desenvolvimento dos reboques no Brasil foi o surgimento dos trailers. Na década de 1960, segundo Pivari (2015), em matéria publicada no site MACAMP, o fabricante Brasinca, também transformador de caminhonetes, passou a projetar e construir trailers, sendo a mais antiga empresa nesse ramo no Brasil, conforme Figura 1.



Figura 1: Trailer da empresa Brasinca

(Fonte: MACAMP, 2018)

Nessa mesma década, o veículo foi lançado no Brasil, contudo, o mesmo já era fabricado na Europa e nos Estados Unidos, sendo alavancado durante as guerras. Na segunda guerra mundial, muitas indústrias se dedicaram a adaptações dos veículos, tornando-os mais acessíveis e, ao mesmo tempo, mais numerosos. Na Figura 2, é possível observar o trailer sendo rebocado por um veículo automotor, semelhante aos reboques da atualidade.



Figura 2: Trailers tracionados por automóveis – anos 30

(Fonte: MACAMP, 2018)

2.2 ASPECTOS BÁSICOS E SUA UTILIDADE

Segundo o dicionário Houaiss, reboque é um veículo sem tração própria, isto é, “veículo que só tem movimento se puxado por outro” (HOUAISS, 2009, p. 1619). Já a definição do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), reboque é um veículo rebocado leve, tracionado por automóvel dotado de engate e, de acordo com o Projeto ABNT NBR 9762, ele é um combinado leve, caracterizado como “reboquinho” (ABNT, 2012).

Esses veículos rebocáveis são classificados em reboques e semirreboques. Segundo o CTB, a diferença entre eles consiste no acoplamento ao veículo trator. Ou seja, o reboque é engatado atrás de um veículo automotor, e o semirreboque se apoia na unidade tratora ou é ligado a ela. Um reboque é uma unidade totalmente independente em relação a seu peso, “puxado” pelo veículo trator, diferentemente do semirreboque que apoia parte do seu peso no engate de trator, conforme ilustram as Figuras 3 e 4, respectivamente.



Figura 3: Reboque acoplado à unidade tratora

(Fonte: AZEVEDO e FARAGE, 2011)

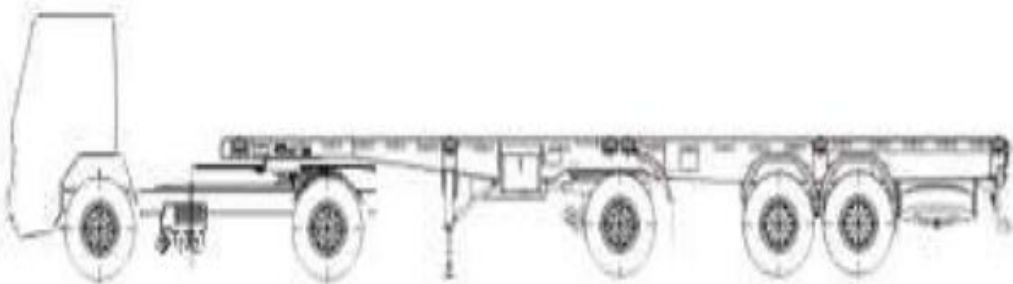


Figura 4: Semirreboque acoplado à unidade tratora

(Fonte: AZEVEDO e FARAGE, 2011)

Os reboques utilitários de linha leve são, cada vez mais, procurados pela população brasileira, conforme matéria divulgada pelo programa televisivo Auto Esporte, no ano de 2012, sendo uma boa opção para as viagens de fim de ano ou de férias. Esse aumento da procura é devido ao baixo custo em relação a outros veículos, bem como à sua funcionalidade de aumentar a capacidade de carga do veículo de tração, podendo, assim, realizar o transporte de mais carga. Por conseguinte, é uma excelente ajuda em se tratando de espaço e conforto para guardar e transportar grandes volumes de bagagem.

Existem muitos tipos de reboques fabricados no Brasil os quais atendem aos mais diversos fins, como o tipo baú (fechado) à popular fazendinha com madeira, para o transporte de barcos, jet skis, motos e também para transporte de animais (PIVARI, 2015).

2.3 ELEMENTOS-PADRÃO DE MERCADO

2.3.1 Dispositivo de acoplamento mecânico

Segundo Portaria n.º 30/2004, do INMETRO, o sistema de acoplamento ao veículo trator deve ser adequado para a esfera de acoplamento do veículo e, conforme a ABNT NBR 16122, a qual se refere à esfera de acoplamento para reboques de moradia (trailers) e reboques leves, deve obrigatoriamente existir um mecanismo de travamento do sistema, sendo o mesmo dimensionado para resistir a um esforço longitudinal de tração e compressão igual a 4 vezes o PBT do rebocado. Ademais, segundo a mesma norma, deve ser apresentado laudo de ensaio do engate por instituto reconhecido ou por engenheiro responsável pelo projeto (ABNT, 2012).

A Figura 5 representa um modelo de cabeçote de acoplamento.



Figura 5: Cabeçote de acoplamento

(Fonte: CLADAN, 2019)

Ainda conforme a referida norma, é necessário, além do cabeçote de acoplamento, a utilização de corrente de segurança. Esta deve ser fixada de forma que não possa ser removida, apesar das travas dos engates serem bastante seguras e eficientes.

2.3.2 Instalação elétrica e de segurança

A instalação das conexões elétricas para reboques deve ser feita seguindo a ABNT NBR 3732 a qual estabelece o tipo de conector, a sequência de ligação, as cores de fios e a bitola do fio. Igualmente, a conexão elétrica entre o reboque e o veículo de tração deve estar em conformidade com a mesma norma (ABNT, 2006).

Segundo a Portaria n.º 30/2004, do INMETRO, todas as conexões devem ser do tipo automotiva, com cabos protegidos e também isoladas contra curto-circuito, de acordo com a Figura 6.



Figura 6: Tomada de ligação do reboque ao veículo trator

(Fonte: ARMAZÉM NÁUTICO, 2019)

O componente representado na Figura 6 é de extrema importância, pois, através dele, os comandos do veículo trator são transmitidos ao reboque, sendo também um item obrigatório conforme menciona a respectiva norma.

2.3.3 Rodas

Segundo a ABNT NBR 13909, as rodas são componentes rotativos, de suporte de carga as quais ficam localizadas entre os pneus e os eixos. As mesmas precisam ser novas, sem trincas, nem mesmo corrosões e empenamentos. Do mesmo modo, não podem ter adaptadores de furação de rodas (por exemplo, 5 para 4 furos) e também não podem ser refuradas com readaptação de parafusos (ABNT, 2009).

A roda caracterizada como padrão de fabricação é a roda de aro 14 VW 4 X 100, que é um modelo padrão no mercado, ilustrada na Figura 7.



Figura 7: Roda aro 14 VW 4X100 modelo padrão com pneu

(Fonte: A autora, 2019)

Conforme a Resolução do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) nº 14, de 06 de fevereiro de 1998, relativa ao Código de Trânsito Brasileiro (CTB), o uso de estepe no reboque não é obrigatório, contudo, a sua utilização fica a critério do motorista caso o veículo possua rodas diferentes do reboque.

2.3.4 Cubo de roda

O conjunto de cubo de roda definido para a montagem do reboque é um produto padrão do mercado, produzido em ferro fundido nodular, multifuros 4X100, com furos M12 e é adquirido de acordo com a Figura 8. Segundo as informações do fabricante, é composto de rolamento, arruela galvanizada, porca autotravante, calota de proteção e parafusos para fixação do arco. O eixo é em aço SAE 1045.

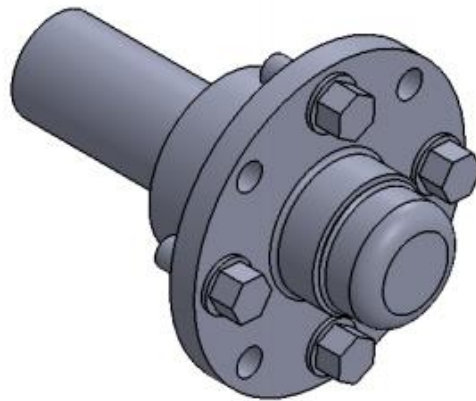


Figura 8: Cubo de roda multifuros 4X100/M12

(Fonte: PAZZETO, 2019)

2.3.5 Suspensão

A suspensão, segundo a ABNT NBR 11412, é composta pelos componentes elásticos que interligam a massa suspensa (carroceria, quadro do chassi, quadro de cargas, etc.) à massa não suspensa (pneus, rodas, eixo, etc.) do veículo, tendo por finalidade sustentar a massa suspensa, absorver ou atenuar as trepidações ou choques causados pelas irregularidades das superfícies de rolamento e proporcionar estabilidade ao veículo nas diversas condições de uso (frenagem, aceleração, mudança de direção, etc.) (ABNT, 2012).

A norma que regulamenta a inspeção, suspensão e os eixos dos veículos é a ABNT NBR 14040-8 e abrange os seguintes itens do reboque:

- a) Funcionamento da suspensão (aplicável somente para veículos leves);
- b) Eixos;
- c) Elementos elásticos (molas);
- d) Elementos absorvedores de energia (amortecedores);
- e) Elementos estruturais (braços, suportes e tensores) [...]
- i) Elementos de fixação (grampos, parafusos, rebites) (ABNT, 1998, p. 2).

Os elementos predeterminados desse projeto são os amortecedores e as molas os quais são materiais-padrão de fabricação do mercado. As molas utilizadas são em feixes, compostas de barras e utilizadas para movimentos de grande amplitude, trabalhando sob esforços de flexão e torção. Sua aplicação mais notável é em suspensão traseira de caminhões.

Na Figura 9, é possível observar os tipos de molas-padrão do mercado as quais são especificadas pela ABNT NBR 11145, no item “Representação de molas em desenho técnico” (ABNT, 1990).

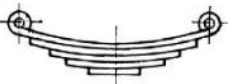
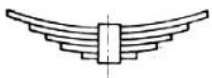
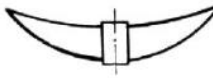
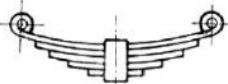
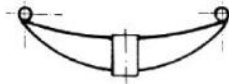
Tipo	Representação	
	Normal	Simplificada
Semi-elíptica		
Semi-elíptica com olhais		
Semi-elíptica com grampo central		
Semi-elíptica com olhais e grampo central		

Figura 9: Tipos e representação de tipos de feixe de molas
(Fonte: ABNT NBR 11145, 1990)

O modelo a ser utilizado no presente trabalho é o modelo semielítico com olhais, conforme Figura 10.



Figura 10: Esquema feixe de molas semielíticas com olhal
(Fonte: MOLAS FAMA, 2019)

Os veículos de carga, independentemente de sua capacidade, necessitam de um sistema de suspensão em perfeito estado para as solicitações necessárias do dia a dia, em todos os lugares a serem transitados, segundo Villanova (2015), em matéria publicada na revista “O Mecânico”. Para a autora, o feixe de molas é o responsável por absorver os impactos

ocasionados, devido as danificações na via, além de suportar o peso do veículo e da carga (o conjunto trabalha fazendo a ligação entre o eixo, o chassi e a carroceria do veículo).

Não diferentemente das molas, os amortecedores também são padrão no mercado e sua característica detalhada é determinada conforme a estrutura da carreta. O modelo a ser utilizado neste trabalho está representado na Figura 11, isto é, um amortecedor hidráulico que possui dois tubos distintos, equipado com óleo e ar (reservatório e pressão).



Figura 11: Amortecedor convencional

(Fonte: MONROE, 2013)

O amortecedor é um componente que trabalha no conjunto da suspensão do veículo. Segundo o fabricante de amortecedores Monroe, primeiro fabricante do Brasil a receber o certificado em conformidade com as normas do INMETRO para a produção de amortecedores, os mesmos são constituídos por, aproximadamente, 40 componentes de alta tecnologia, sendo o nível do amortecimento explicado pela resistência da passagem do fluido pelas válvulas internas do amortecedor.

Os amortecedores ficam localizados entre a roda e a carroceria e controlam os movimentos de extensão e compressão das molas, mantendo os pneus em contato permanente com o pavimento, assegurando, de igual modo, a segurança, a estabilidade e a dirigibilidade do veículo. Os amortecedores também absorvem os impactos e as irregularidades do pavimento, evitando que sejam transmitidos para a carroceria do veículo.

2.3.6 Sistema de sinalização

As lanternas indicadoras de direção, posição e de freio são itens obrigatórios, conforme prevê a Resolução CONTRAN nº14/1998. Além disso, é obrigatória a lanterna de iluminação da placa traseira, de cor branca.

De acordo com a ABNT NBR 16320, o dispositivo luminoso é destinado a iluminar ou sinalizar, compreendendo uma fonte de luz, um difusor e uma carcaça, o qual emite luz intermitente (ABNT, 2014). Na Figura 12, é possível observar o modelo de lanterna utilizada no reboque.



Figura 12: Lanterna universal para reboque

(Fonte: GF LANTERNAS, 2019)

2.4 ELEMENTOS FABRICADOS NA EMPRESA

2.4.1 Chassi

O elemento do reboque caracterizado como chassi, segundo a ABNT NBR 11412, é a parte do veículo constituída dos componentes mínimos necessários para ser locomovida por tração (ABNT, 2011).

O material a ser produzido o chassi é um aço SAE 1020 que, consoante Zolin (2011, p. 20), “das ligas metálicas, o aço é o material de construção mais utilizado e podendo ser

classificado como comum quando os elementos predominantes são ferro e carbono e liga quando houver outros elementos na mistura, podendo ser de baixo, médio e altos teores.” Para o referido autor, os aços carbono contêm geralmente 0,008% até aproximadamente 2,11% de carbono, além de alguns elementos residuais resultantes da fabricação.

Desse mesmo material é produzido o quadro do chassi o qual, conforme determina a ABNT NBR 11412, é a armação metálica, composta ou não por longarinas e travessas, que suporta a carroceria e a maior parte dos componentes do chassi (ABNT, 2011).

2.4.2 Carroceria

Outro fator importante desse implemento é a carroceria. De acordo com a ABNT NBR 11412, é um implemento rodoviário específico, incorporado a um veículo incompleto, que permite a funcionalidade de transporte de cargas (ABNT, 2011).

O material da carroceria da carreta é composto por madeira estruturada com tubos. Ademais, é composto por assoalho e por ripamentos de amarração em todos os lados.

2.5 EXIGÊNCIAS LEGAIS

O órgão responsável por estabelecer as normas referentes aos veículos que trafegam pelo território nacional é o CONTRAN. Nesse sentido, mediante a proposição de se desenvolver o projeto de um novo veículo, a primeira etapa é pesquisar e entender a legislação e as normas vigentes no Brasil, especificamente na região em que o veículo irá circular.

Tais normas são apresentadas à população em forma de Portarias, Resoluções e Deliberações as quais podem ser acessadas e baixadas diretamente no site do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), inclusive as revogadas ou alteradas.

A ABNT representa o Fórum Nacional de Normalização, responsável pela normalização técnica, no Brasil. As normas são desenvolvidas por representantes de universidades, laboratórios, consumidores e produtores.

No Quadro 1, é possível observar os artigos e suas respectivas disposições. Estas correspondem às normas regulamentadoras relacionadas a reboques, fundamentais para o desenvolvimento do projeto que compõe este estudo.

Quadro 1: Normas regulamentadoras de reboques

Norma Regulamentadora	Descrição
NBR9762 de 03/2012	Veículo Rodoviários de Carga
NBR11412 de 01/2011	Implementos Rodoviários – Veículos Rebocados
NBR 14040-8 de 12/2017	Inspeção de segurança veicular – Veículos leves e pesados - Parte 8: Eixos e Suspensão
Resolução 210 de 2006	Código de Trânsito Brasileiro - Limites de peso e dimensões
Resolução 197 de 2006	Regulamenta o dispositivo de acoplamento mecânico para reboque (engate) utilizado em veículos com PBT de até 3.500kg e dá outras providências.
Resolução 396 de 2011	Requisitos técnicos mínimos para a fiscalização da velocidade de veículos automotores, reboques e semirreboques, conforme o Código de Trânsito Brasileiro.
Resolução 14 de 1998	Equipamentos obrigatórios para a frota de veículos em circulação

(Fonte: CONTRAN, 1998)

Por intermédio dessas normas, especificamente as que compõem a Resolução CONTRAN nº 14/1998 destacam-se dimensões e equipamentos que devem ser seguidos, detalhados no Quadro 2.

Quadro 2: Dimensões máximas e equipamentos obrigatórios para veículos

Descrição	Considerações
Largura máxima	2,60 m
Altura máxima	4,40 m
Comprimento máximo para veículos articulados com duas unidades do tipo caminhão, ônibus e reboque	19,80 m
PBT máximo	39,5 t
Equipamentos obrigatórios	Para-choque traseiro; protetores das rodas traseiras; lanternas de posição traseiras, de cor vermelha; freios de estacionamento e de serviço, com comandos independentes (quando necessário); lanternas de freio, de cor vermelha; iluminação de placa traseira; lanternas indicadoras de direção traseiras, de cor âmbar ou vermelha; pneus que ofereçam condições mínimas de segurança; lanternas delimitadoras e lanternas laterais, quando suas dimensões assim o exigirem

(Fonte: CONTRAN, 1998)

2.6 PESQUISA E PLANEJAMENTO

A elaboração de um projeto está ininterruptamente relacionada à segurança do condutor e dos demais ocupantes da via, reduzindo, assim, os riscos de acidentes de trânsito. Devido a isso, a legislação tem se tornando, cada vez mais, rigorosa quanto aos requisitos estabelecidos para a comercialização de novos reboques, devendo estes passar por testes determinados pelo DENATRAN e pelo INMETRO.

O conceito de planejamento, segundo o dicionário Houaiss (2009, p. 1505), é “[...] determinação de um conjunto de procedimentos, de ações (por uma empresa, um órgão do governo, etc.), visando à realização de determinado projeto”. Sob essa perspectiva, planejar consiste em criar, de forma antecipada, ações programadas para atingir determinado objetivo, com a intenção de adquirir as melhores estratégias, sem deixar de estabelecer requisitos e restrições importantes para o desenvolvimento e que possam interferir no sucesso do produto.

Um processo eficiente de desenvolvimento de um novo produto é algo difícil de se realizar, entretanto, sem ele, as possibilidades de não dar certo são maiores. Dessa forma, o bom desempenho e o sucesso do produto são consequências de um bom planejamento, a partir da busca de informações e oportunidades no mercado, para transformá-las em estratégias que favorecem, ou não, o sucesso (ROMEIRO FILHO, 2006).

Mesmo o Brasil não tendo a cultura de trailers tão difundida comparativamente a outros países, o reboque veicular em automóveis é geralmente utilizado por proprietários de lanchas, motos, jet skis, barcos de pesca pequenos, como também é usado para transporte de animais (cavalos, geralmente), carretinhas de carga, entre outros.

Um ponto forte na elaboração de um plano de montagem de qualquer produto, em uma indústria, é a padronização do processo, pois, por meio desta, torna-se mais fácil a adaptação às condições existentes e reais da empresa, não atrasando os processos, nem mesmo a produção, além de buscar a inserção no mercado.

Segundo Valeriano (1998, p. 14), a pesquisa pode ser entendida como a “busca sistematizada de conhecimentos científicos ou tecnológicos, conforme ela se situe na área da ciência ou da tecnologia.” Já a sua definição para o desenvolvimento, é que este faz uso sistemático de conhecimentos científicos ou tecnológicos, geralmente adquiridos por meio de pesquisa, com a finalidade de obter novos produtos ou processos, isto é, bens ou serviços, ou ainda, melhoramento dos que já existem, que é o que se busca com este trabalho.

O desenvolvimento situa-se entre a pesquisa e a produção. De acordo com o referido autor, estas são, de modo geral, interpostas por mais um processo: a engenharia a qual consiste

em planejar o projeto e executar este empreendimento que deve originar um produto ou prestar um serviço, ou seja, os resultados do desenvolvimento.

O projeto de engenharia, neste caso, constitui a elaboração e a consolidação de informações destinadas à execução e à fabricação de um produto, tendo como aliada a engenharia de projeto. Esta estabelece o que fazer, dentro das normas e padrões legais, tendo em vista os requisitos de qualidade e segurança, garantindo, assim, a disponibilidade do empreendimento. Ela também engloba as engenharias de produto, de processo, de produção e de qualidade.

Consoante Pahl e Beitz (1996), o projeto para a produção envolve, desse modo, a produção de componentes por meio de processos reconhecidamente eficientes, além da montagem, abrangendo, de igual maneira, o controle de qualidade, a manipulação de materiais e o planejamento das operações de montagem.

2.7 PROJETO

De acordo com Woiler e Mathias (1992, p. 14), um projeto pode ser entendido como “um conjunto de informações, que são coletadas e processadas, de modo que simulem uma dada alternativa de investimento para testar sua viabilidade, para alcançar um objetivo determinado.”

As necessidades de informação dependem de cada caso. Não obstante, em se tratando de projetos no setor industrial, existem alguns aspectos, ditos estruturais, que podem ser considerados comuns em todos os projetos. Em geral, esses diferentes aspectos estruturais tendem a ser inter-relacionados, de modo que se torna difícil fazer a análise de cada aspecto separadamente, para depois, obter-se o projeto final.

Esses aspectos envolvem uma série de informações interativas, que podem ser ordenadas de acordo com o critério implantado na empresa, pois como enfatizam Woiler e Matias (1992, p. 14), “O que se procura é balancear os diferentes fatores em cada interação, de modo a se obter um equilíbrio sobre os fatores considerados mais importantes.”

Nesse contexto, é necessário unir o projeto ao planejamento que, segundo Valeriano (1998, p. 15), “é o processo que visa o estabelecimento, com antecedência, das decisões e ações a serem executadas em um dado futuro, para atingir um objetivo definido.” De modo geral, qualquer que seja a abordagem, pode-se afirmar que a oportunidade de investimento em reboques foi detectada pela empresa em evidência nesta pesquisa. Tal oportunidade pode ter

surgido em virtude da procura do público externo ou, até mesmo, por cobranças internas na empresa por meio dos colaboradores.

De acordo com Woiler e Mathias (1992), a execução de um projeto depende substancialmente dos recursos disponibilizados interna e externamente pela empresa, podendo ser de forma de capital, maquinário, humano (qualificação de mão de obra) e de ativos complementares, como *softwares* e *hardware*.

Segundo Cunha (2001), algumas regras para a montagem manual devem seguir alguns fatores importantes, tais como:

- a) reduzir o número e variedade de componentes na montagem;
- b) eliminar operações de ajustamento entre componentes;
- c) projetar peças para serem autoalinháveis, ajustáveis ou posicionantes;
- d) procurar a facilidade de manuseio da peça ou obra.

Destarte, para que um determinado objetivo seja atingido em um certo prazo, é imprescindível que haja um processo interativo, especificando os insumos necessários (existentes e os a obter), com prescrição do que fazer, quando, com que meios e como para o alcance do objetivo.

2.8 DESENHO TÉCNICO

Desenvolver a representação de um objeto ou fazer sua leitura por meio do desenho técnico é tão importante quanto a execução de uma tarefa, pois é o desenho que fornece todas as informações precisas e necessárias à construção de uma peça, facilitando o seu encadeamento (CATAPAN, 2016).

O processo de detalhamento segue a ABNT NBR 10068 quanto à folha de desenho, ao layout e às dimensões para desenhos técnicos mecânicos, buscando a melhor comunicação possível internamente e também com fornecedores (ABNT, 1987). Toda folha de desenho deve possuir, no canto inferior direito, um quadro destinado à legenda, o qual varia de empresa a empresa, conforme as informações necessárias para sua interpretação, como ilustra a Figura 13.

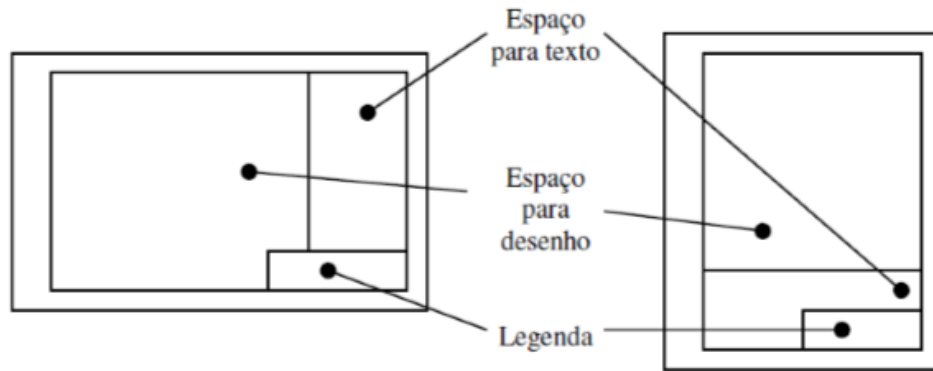


Figura 13: Exemplo de folhas de detalhamento em modo paisagem e retrato

(Fonte: ABNT, 1987)

Em conformidade com Arruda (2004), com a utilização de ferramentas de *Computed Aided Design* (CAD), desenho auxiliado por computador, tornou-se obsoleto o uso de pranchas e salas de desenhos nas empresas. Um dos *softwares* mais conhecidos para desenvolver projetos técnicos é *AutoCAD*, criado pela empresa *Autodesk*, bastante difundido no mercado. Outro *software* muito utilizado é o *SolidWorks* que é um programa de CAD 3D, desenvolvido inicialmente pela *SolidWorks*, este otimiza o projeto, pois possui ferramentas que auxiliam no processo de desenvolvimento do produto, além da possibilidade do projetista fazer a análise de tensões, deslocamento, resistência de materiais, dentre outros.

3 METODOLOGIA

O estudo se caracteriza como pesquisa exploratória que, segundo Gil (2008, p. 41), tem como principal finalidade “desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a familiarização do pesquisador com o assunto que está sendo investigado.”

A técnica utilizada foi o estudo de caso, caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, visando a um conhecimento amplo e detalhado.

3.1 APRESENTAÇÃO DO MODELO ESTRUTURAL

De acordo com Escuber (2018), o primeiro passo para a fabricação de uma carreta é determinar o PBT, ou seja, o peso máximo total que o reboque terá quando estiver totalmente carregado, considerando que um reboque pequeno deve pesar aproximadamente 150 kg, variando conforme os materiais utilizados.

O reboque projetado equivale ao modelo fazendinha o qual se caracteriza por ter a carroceria de madeira. O PBT é de 500 N, não sendo necessário o sistema de freios de inércia, pois, segundo o INMETRO, através da Portaria nº 30/2004, o sistema de freio de serviço é obrigatório para rebocados com PBT de 5.010 N (501 kg) a 7.500 N (750 kg).

Esse reboque tem as características predeterminadas pelo modelo fabricado atualmente, porém não é padronizado. Através dessas características, avaliou-se se o mesmo atende aos requisitos normativos desse determinado implemento, para, a partir disso, redigir métodos e processos-padrão a serem seguidos.

3.2 COLETA DE INFORMAÇÕES

Ao desenvolver a pesquisa, dados foram coletados de um reboque já existente, modelo padrão da empresa. Para tanto, foram utilizados instrumentos de medição de comprimento paquímetro e trena. Importante enfatizar que as informações do reboque foram devidamente coletadas para elaboração do projeto de montagem. O respectivo reboque pode ser observado na Figura 14.



Figura 14: Reboque fabricado pela ABS Carrocerias

(Fonte: A autora, 2019)

O reboque da Figura 14 foi fabricado, sem nenhuma documentação de apoio para fabricação como, por exemplo, manual de montagem ou projeto, o que acaba atrasando e dificultando o seu processo de montagem. As informações básicas coletadas são informadas no Quadro 3.

Quadro 3: Informações iniciais do reboque a ser projetado

Comprimentos Nominais	1780 x 1200 x 400 mm
Comprimentos Totais	2860 x 1730 x 700 mm
Tara – T	150 kg
Peso Bruto Total – PBT	500 KG
Área de carga	2,14 m ²

(Fonte: elaborado pela autora, 2019)

Através das informações coletadas, a partir da conferência das normas regulamentadoras e das dimensões apresentadas pela Resolução nº 14/1998, expostas no Quadro 2, visando também a melhorias estéticas no projeto, foram feitas algumas alterações em suas dimensões nominais, devidamente apresentadas no item 3.4.

Com as informações do reboque existente, desenvolveu-se o projeto no *software SolidWorks*.

3.3 DESENVOLVIMENTO DO DESENHO TÉCNICO

A partir de todas as informações coletadas, conforme mencionado no item 3.2, foi elaborado o projeto do reboque através do *software* de CAD 3D *SolidWorks*. Na Figura 15, é possível verificar uma imagem da área de trabalho do respectivo programa, com o reboque em desenvolvimento.

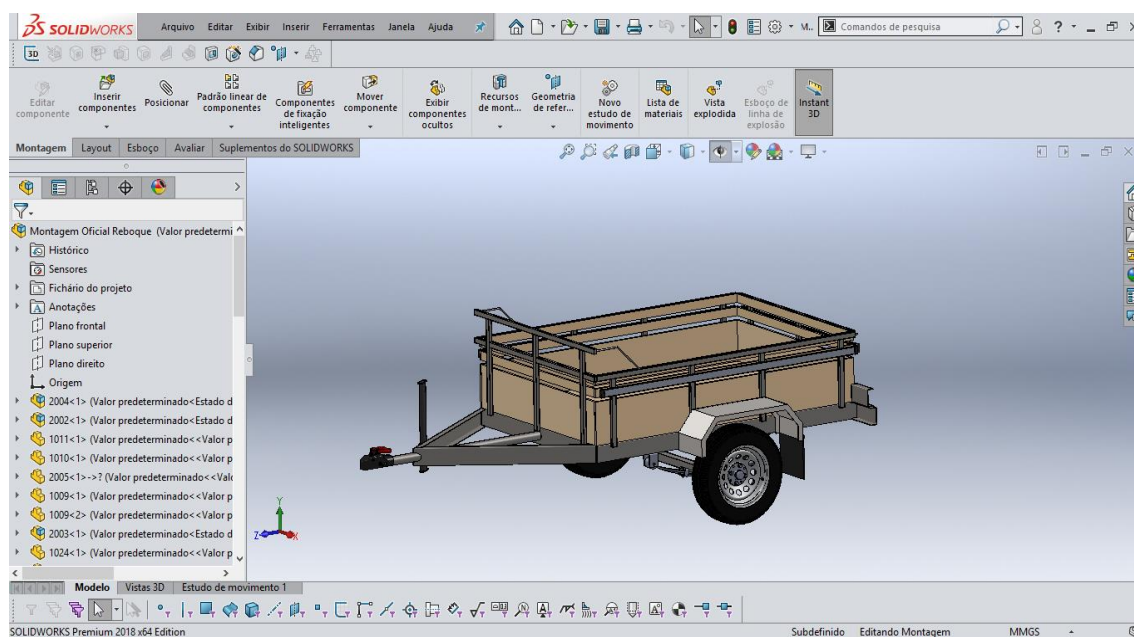


Figura 15: Área de trabalho SolidWorks

(Fonte: A autora, 2019)

Em verificação às normas, constatou-se que o reboque não possuía o sistema para instalação de corrente de segurança, conforme solicita a Resolução nº 14/1998. Sendo assim, fez-se o acréscimo do mesmo no projeto, como ilustra a Figura 16.

Relevante destacar que o projeto em análise inicial, atende às normas de regulamentação já mencionadas neste trabalho, sofrendo pequenas alterações de melhorias do projeto original.



Figura 16: Reboque veicular projetado no *SolidWorks*

(Fonte: A autora, 2019)

No Quadro 4, é possível verificar as novas medidas do reboque projetado, dimensões essas baseadas no reboque apresentado no item 3.2. Neste quadro é possível observar as especificações e também o peso aproximado fornecido pelo *Software*.

Quadro 4: Informações úteis do reboque fornecidas pelo programa

Comprimentos Nominais	1800 x 1200 x 400 mm
Tara – T	146,7 kg
Peso Bruto Total – PBT	500 KG
Área de carga	2,16 m ²
Capacidade de Carga	350 kg

(Fonte: elaborado pela autora, 2019)

Para realizar o seu dimensionamento no programa, foram projetadas individualmente todas as peças e realizada a montagem final para verificação de medidas e furações.

Importante ressaltar que, durante a fase do projeto detalhado, é necessário determinar o conjunto geral, os desenhos preliminares, os processos de produção e todas as funções necessárias a auxiliar o seu desenvolvimento.

Na fase de detalhamento do projeto, de acordo com Pahl e Beitz (1996), é possível traçar um plano em linhas gerais, pois, devido à complexidade de cada projeto, muitas atividades precisam ser realizadas ao mesmo tempo, de forma repetitiva, com inclusões e alterações sempre que necessário.

3.4 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO UTILIZADOS

3.4.1 Soldagem

Segundo Marques, Modenesi e Bracarense (2009, p. 233), a soldagem é “um processo que visa obter a união de duas ou mais peças de metais ou não metais por meio de aquecimento até uma temperatura adequada, podendo ser com ou sem adição de material e/ou pressão.” Desta forma, o processo utilizado no desenvolvimento do projeto foi definido conforme as características dos equipamentos disponíveis na empresa, podendo ser o processo MIG/MAG ou o processo de eletrodo revestido.

O processo de soldagem a arco com proteção gasosa, Gás Metal Arc Welding (GMAW), um processo muito popular, é conhecido, no Brasil, como metal inert gás (MIG), quando o gás usado para proteção é um gás inerte, e metal active gás (MAG), quando utilizado como proteção um gás ativo ou que contenha misturas ricas nesses gases.

Esse processo de soldagem visa unir peças metálicas através do aquecimento “via arco elétrico estabelecido entre a peça de trabalho e o eletrodo nu consumível” (MARQUES, MODENESI e BRACARENSE, 2009, p. 233). Segundo o mesmo autor, esse tipo de processo de solda pode ser usado em materiais de ampla faixa de espessura, tanto em metais não ferrosos quanto ferrosos.

Não muito diferente do processo de soldagem MIG/MAG, o processo de soldagem a arco elétrico, com eletrodos revestidos, é um processo que produz a coalescência dos metais através do aquecimento com um arco elétrico. Segundo Marques, Modenesi e Bracarense (2009, p. 181), esse processo, quando comparado com outros processos, apresenta inúmeras formulações e versatilidades em termos de ligas soldáveis, características operacionais, mecânicas e metalúrgicas do metal depositado, além do custo relativamente baixo e simplicidade do equipamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o término do desenvolvimento do projeto do reboque existente, é possível afirmar que o mesmo atende às normas regulamentadoras e está apto a passar pelo processo de homologação para fabricação em série, fabricável sem dificuldades por montador que possua conhecimentos em leitura de projetos.

Com a prancha de desenho em mãos, é possível designar, ao responsável de montagem, a fabricação do reboque em um modelo padrão predeterminado, não sendo necessário buscar outros meios para sua fabricação, pois o mesmo está amparado ao projeto e a seu plano de montagem, o qual pode ser observado parcialmente nos Anexos deste trabalho.

4.1 MONTAGEM DO REBOQUE SEGUNDO O PROJETO

Para verificar todos os itens determinados no projeto desenvolvido no *Solidworks*, optou-se por desenvolver o protótipo do reboque, que pode ser utilizado na homologação para fabricação em série.

O processo inicial foi conferir o estoque de materiais, a fim de se verificar se os itens detalhados no projeto estavam disponíveis na empresa, de acordo com suas devidas quantidades. Os respectivos itens foram separados para iniciar a montagem. Alguns desses itens podem ser observados na Figura 17.



Figura 17: Materiais separados para a montagem do reboque

(Fonte: A autora, 2019)

A montagem inicial foi feita pelo chassi, conforme especificação do projeto. Em seguida, montado o eixo, acopladas as rodas nos cubos e feita a instalação do eixo no chassi através das molas e dos amortecedores por meio dos fixadores e dos jumelos, conforme Figura 18.



Figura 18: Estrutura-base do reboque montada

(Fonte: A autora, 2019)

Após essa composição, o reboque teve sua estrutura inicial montada. A partir desta, foi realizada a instalação da estrutura de fixação superior, incluindo o suporte das tampas, feitas de tubos, os para-lamas e o fechamento frontal.



Figura 19: Fixadores e estrutura superior parcialmente montada

(Fonte: A autora, 2019)

Em seguida, foi instalado o assoalho em compensado naval e as tampas em madeira dura. Na Figura 20, pode ser analisado o resultado final do protótipo.



Figura 20: Protótipo do projeto final atualizado conforme as normas de regulamentação

(Fonte: A autora, 2019)

Todo o processo foi intercalado por fases de pintura e acabamento, as quais não foram detalhadas neste trabalho.

Por último, foi realizada a instalação elétrica, acrescentando as lanternas de sinalização, as faixas refletivas e a tomada de acoplamento ao veículo trator, conforme norma regulamentadora 14/1998 do CONTRAN. A instalação pode ser observada na Figura 21.



Figura 21: Itens de sinalização do reboque

(Fonte: A autora, 2019)

Realizar a montagem do protótipo é de fundamental importância para verificação de medidas e adequação de processos, pois garante que o resultado final da montagem atenda ao esperado. É possível através da Figura 22 fazer uma comparação visual do reboque projetado e do protótipo montado.



Figura 22: Reboque projetado X Protótipo

(Fonte: A autora, 2019)

Considerando as determinações contidas na Resolução do Contran nº 25, de 21 de maio de 1998, onde é possível consultar a RTQ-25 (Regulamentos Técnicos da Qualidade), foi realizado a conferência no protótipo fabricado, garantindo que o reboque atende os critérios seguidos pelos Organismos de Inspeção Credenciados no Inmetro, os quais estão parcialmente especificados conforme Check List elaborado no Quadro 5.

Quadro 5: Check List conferência de requisitos conforme critérios do Inmetro

Requisitos		Aprovado	Reprovado
CrITÉrios gerais	Verificação especificação engate conforme NBR 5545 para PBT 2000 kgf	A	
	Verificação existência de sistema de travamento do engate	A	
	Verificação da altura do engate em relação ao solo (mínimo 400mm)	A (500 mm)	
	Verificação existência de corrente de segurança no cambão	A	
Dimensões	Comprimento máximo de 19,80 m (Veículo trator e reboque)	A (Reb. 3080 mm)	
	Largura máxima de 2,60 m	A (1600 mm)	
	Altura máxima de 4,40 m	A (1120 mm)	
Para-choque	Verificação fixação e resistência	A	
	Largura igual ao reboque	A (1600 mm)	
	Altura máxima do solo 500 mm	A (500 mm)	
	Faixa refletiva para-choque	A	
Pneus	Pneus novos	A	
	Pneus adequados ao tipo de capacidade do reboque	A	
Para-lamas	Rígidos e bem fixados ao chassi	A	
	Verificação se a aba atinge pneu	A	
	Verificação da largura maior ou igual a dos pneus	A	
Chassi	Construído em material de boa qualidade e resistência	A	
	Penetração e acabamento das soldas	A	
	Alinhamento do chassi	A	
	Verificação do eixo (mínimo 50 mm para 500 kgf)	A	
	Verificação do feixe de molas	A	
	Verificação fixação dos suportes da suspensão	A	
Sinalização e Iluminação	Verificação isolamento e fixação da fiação elétrica e lanternas	A	
	Verificação conexão elétrica conforme	A	
	Verificação estado das lanternas	A	
	Verificação funcionamento de todas as luzes	A	
	Verificação sinalização lateral	A	

Fonte: elaborado pela autora, 2019)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Trabalho de Conclusão de Curso abordou o processo de desenvolvimento de um reboque veicular, realizado em uma empresa do segmento de implementos rodoviários. Essa empresa não possuía nenhum projeto de montagem dos produtos fabricados, haja vista que a maioria dos desenvolvimentos são personalizados para atender a cada cliente, tendo como base as fabricações já feitas.

A utilização de projetos e guias de montagem em qualquer tipo de produto ou processo, neste caso específico da fabricação de reboques, apresenta somente resultados satisfatórios, pois reduz a quantidade de perdas de matéria-prima, aumenta a produção, a precisão e a repetibilidade, além de reduzir o tempo de mão de obra e de retrabalho.

Para a coleta de medidas, tendo em vista o desenvolvimento do projeto, utilizou-se um reboque existente, fabricado pela empresa e, com o auxílio de trena e paquímetro, foram coletadas as medidas de todas as peças, realizando um esboço.

Inicialmente, foi realizado um estudo, com base na literatura, a respeito do implemento selecionado. Para tanto, fez-se uma pesquisa das normas regulamentadoras que o mesmo segue, a fim de se verificar as condições existentes no reboque que serviu de modelo no estudo inicial. Dessa forma, foi possível analisar todos os aspectos importantes que seriam alterados e também verificá-los junto às normas, gerando, assim, dados mais detalhados e garantindo maior confiabilidade do projeto. Isso porque o número de informações disponíveis foi superior em relação ao modelo.

Ao finalizar este estudo, pode-se afirmar que o principal objetivo da pesquisa foi alcançado, uma vez que, com o uso de ferramentas relativamente simples, foi possível elaborar o projeto de montagem no *software* e, assim, desenvolver o desenho técnico de um reboque veicular de linha leve. Por meio de adequações, em conformidade com as normas de regulamentação, foram feitas algumas alterações visuais, no intuito de melhorar esteticamente o reboque existente e facilitar seu processo de produção.

De acordo com o primeiro objetivo específico, desenvolver projeto para processo de produção, ficou evidente que a elaboração do projeto em *software* possibilitou maior compreensão de possíveis dificuldades e imperfeições na hora da montagem do reboque. Partindo disso, optou-se por executar o projeto, com adequação às normas e verificação de possíveis falhas no mesmo. Isso possibilitou o alcance do segundo objetivo específico de avaliar a execução do processo produtivo de um reboque veicular. Ademais, permitiu a verificação do projeto desenvolvido, garantindo sua eficácia na montagem dos reboques seguintes,

oportunizando também que a empresa opte por adequar os demais implementos fabricados pela mesma, haja vista que não possuem projeto ou precisam de atualização no processo produtivo, visando à praticidade e aos demais benefícios enfatizados neste estudo.

O terceiro objetivo específico correspondeu a avaliar, de acordo com os requisitos normativos, um reboque linha leve, com peso bruto total (PBT) de 500kg, com o propósito de, por meio do protótipo do reboque projetado, buscar a homologação da empresa junto ao DENATRAN, firmando, desse modo, sua fabricação em série. Contudo, na pesquisa, não foi abordada a documentação necessária, além do projeto para fazer isso. Logo, serve como sugestão para trabalhos futuros.

A elaboração deste trabalho permitiu não apenas o conhecimento e o aprimoramento em áreas, como desenvolvimento de projetos e em normativas técnicas no setor de implementos rodoviários, como também proporcionou engrandecimento pessoal. Para o meio acadêmico, a pesquisa, com seu alicerce teórico, contribui ao estimular o surgimento de novos projetos e trabalhos futuros. Para o meio industrial, a contribuição é no sentido de oportunizar às pessoas que não têm domínio do implemento, poderem apreciar e conhecer o seu processo.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista que este trabalho pode servir de estímulo para a elaboração de novas propostas de trabalhos acadêmicos, são pertinentes as seguintes sugestões:

- a) Análise estrutural de um reboque veicular;
- b) Diferença entre espessuras de chapas do chassi de um reboque;
- c) Como diminuir o peso de um reboque veicular;
- d) Realizar estudos de fadiga em regiões críticas;

REFERÊNCIAS

ARMAZÉM NÁUTICO. 2019. Disponível em: <www.armazemnautico.com.br>. Acesso em: 14 maio 2019.

ARRUDA, Eucidio Pimenta. **Ciberprofessor**: novas tecnologias, ensino e trabalho docente. Belo Horizonte: Autêntica/FCH-FUMEC, 2004.

ASHBY, Michael. **Seleção de materiais no projeto mecânico**. Rio de Janeiro: Elsevier 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10068**: Folha de desenho, leiaute e dimensões. São Paulo, 30 out. 1987. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=5432>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

_____. **ABNT NBR 11145**: Representação de molas em desenho técnico – Procedimento. São Paulo, 30 maio 1990. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=4593>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

_____. **ABNT NBR 3732**: Veículos rodoviários - Conectores para a conexão elétrica entre veículos - tratores e veículos tracionados - Conectores de sete pólos tipo 12 S (suplementar) para veículos com tensão nominal de 12 V. São Paulo, 11 dez. 2006. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=1202>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

_____. **ABNT NBR 13909**: Rodas e aros de veículos rodoviários e agrícolas - Terminologia. São Paulo, 17 dez. 2009. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=57081>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

_____. **ABNT NBR 11412**: Implementos rodoviários – Veículos rebocados – Terminologia. São Paulo, 24 fev. 2011. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=6124>>. Acesso em: 05 maio 2019._

_____. **ABNT NBR 9762**: Veículo rodoviário de carga – Terminologia. São Paulo, 20 mar. 2012. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=090321>>. Acesso em: 21 abr. 2019.

_____. **ABNT NBR 16122**: Implementos rodoviários – Esfera de acoplamento para reboques de moradia (trailers) e reboques leves – Dimensões. São Paulo, 17 out. 2012. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=128738>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

_____. **ABNT NBR 16320**: Veículos rodoviários automotores - Lanterna indicadora de direção - Especificação. São Paulo, 21 nov. 2014. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=326135>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

_____. **ABNT NBR 14040-8**: Inspeção de segurança veicular - Veículos leves e pesados

Parte 8: Eixos e suspensão. São Paulo, 19 dez. 2017. Disponível em:
<<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=384170>>. Acesso em: 05 maio 2019.

AZEVEDO, Diego; FARAGE, Vitor. **Análise estática de uma estrutura de reboque leve utilizando o MEF**. Projeto de Graduação, Universidade de Brasília. Brasília, 2011.

AUTOESPORTE. Carretinha é boa opção para as viagens de fim de ano. São Paulo: **Globoplay**, exibição em 9 dez. 2012. Disponível em:
<<https://globoplay.globo.com/v/2285028/>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

CATAPAN, Marcio Fontana. **Apostila de Desenho Técnico**. Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba, 2016. <http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_marcio/wp-content/uploads/sites/13/2014/09/Apostila-DT-Prof-Marcio-Catapan-1.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

CLADAN ENGATES E ACESSÓRIOS. 2019. Disponível em:
<<https://www.cladanengates.com.br/>>. Acesso em 02 maio 2019.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução CONTRAN nº 14**, de 06 de fevereiro de 1998. Equipamentos obrigatórios para a frota de veículos em circulação e outras providências. <<https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=96437>>. Acesso em: 12 maio 2019.

CUNHA, Gilberto D. **Desenvolvimento de Produto**. Material de Suporte, PPGE, UFRGS, Porto Alegre, 2001.

ESCUBER, Guilherme Campos. **Escuber – Carretinha de Carga**: Guia de montagem. São Gonçalo, RJ, 2018.

GF LANTERNAS. 2019. Disponível em: <<https://www.gflanternas.com.br/>>. Acesso em: 21 maio 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Método e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

HOUGAZ, Augusto Borella. **Análise probabilística de durabilidade aplicada a veículos de carga rodoviária**. 2005. 136 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. **Portaria n.º 30**, de 22 de janeiro de 2004. RTQ 24 - Inspeção de Veículos Rodoviários Automotores. Disponível em:
<<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000880.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

MACAMP Campismo. 2018. Disponível em: <<https://macamp.com.br/>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

MARQUES, Paulo V.; MODENESI, Paulo J.; BRACARENSE, Alexandre, Q. **Soldagem Fundamentos e Tecnologia**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2009.

MOLAS FAMA. 2019. Disponível em: <<http://www.molasfama.com.br>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

MONROE AMORTECEDORES. **Catálogo de Produtos**. 2013. Disponível em: <<https://www.monroe.com.br/upload/5259-cat-logo-monroe-2.013.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2019.

NASCIMENTO, Vagner. **Desenvolvimento de projetos de semi-reboques canavieiros**. 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

OLIVEIRA, Rodrigo Luiz Pinheiro de. **Impactos da qualidade percebida sobre as atitudes e intenções comportamentais de proprietários de automóveis**. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Empresariais, Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2010.

PAHL, Gerhard.; BEITZ, Wolfgang. **Engineering Design: A Systematic Approach**. Berlin. 1996.

PAZZETO USINAGEM. 2019. Disponível em: <<https://www.pazettousinagem.ind.br/a-empresa>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

PIVARI, Marcos. **A História do trailer**. Disponível em: <www.macamp.com.br>. Acesso em: 21 abr. 2015.

ROMEIRO FILHO, Eduardo. **Projeto do Produto** - Apostila do Curso. Segundo semestre de 2006. 8. ed. Belo Horizonte: LIDEP/DEP/EE/UFMG, 2006.

SOARES, Lúcio de Castro. Carroças Coloniais do Sul. **Revista brasileira de geografia I**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/ Fundação IBGE. Rio de Janeiro, 1985.

VALERIANO, Dalton L. **Gerencia em Projetos**: Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia. São Paulo: Makron Books, 1998.

VILANOVA, Carolina. Reparo do feixe de molas do Ford. **O Mecânico**. 28 jul. 2015. Disponível em: <<https://omecanico.com.br/reparo-do-feixe-de-molas-do-ford/>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

WOILER, Samsão; MATHIAS, Washington Franco. **Projetos**: planejamento, elaboração e análise. São Paulo: Atlas, 1992.

ZOLIN, Ivan. **Materiais de construção**: mecânica. 3. ed. Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011.

ANEXO B – DETALHES A E B CARRETINHA REBOQUE

