



Andrei Napivoski

José Alfredo da Motta Filho

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE
MOVIMENTAÇÃO DO CARRO DE LIMPEZA DE POCILGAS**

Horizontina - RS

2017

Andrei Napivoski
José Alfredo da Motta Filho

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE
MOVIMENTAÇÃO DO CARRO DE LIMPEZA DE POCILGAS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Mestre Luís Carlos Wachholz.

Horizontina - RS

2017

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**“Proposta de desenvolvimento de um sistema de movimentação do carro de limpeza de
pocilgas”**

Andrei Napivoski

José Alfredo da Motta Filho

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 23/11/2017

Pela Comissão Examinadora

Mestre Luis Carlos Wachholz

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Mestre Cristiano Rosa dos Santos

FAHOR – Faculdade Horizontina

Doutora Marliza Beatriz Reichert

FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2017

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos desafios superados durante a caminhada e a todos aqueles estiveram ao meu lado contribuindo para que pudesse chegar até aqui, sejam eles familiares, amigos ou pessoas que estiveram presentes

Andrei Napivoski

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, a minha namorada que nos momentos difíceis esteve do meu lado me apoiando para que eu pudesse chegar até aqui, e a todos que diretamente e indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

José Alfredo da Motta Filho

AGRADECIMENTO

Antes de tudo agradeço a Deus, por me dar sempre mais oportunidade do que posso um dia chegar a merecer. Aos meus pais, Dair (in memoriam) e Inês, por tudo que me ensinaram, pelos sacrifícios que fizeram ao longo de minha vida para me dar oportunidades. Ao orientador, Luís, obrigado por me guiar nesse projeto, instruindo sempre. E ao colega amigo José que durante todo o curso esteve ao meu lado e que acreditou, junto comigo, que seríamos capazes. Ao corpo docente da Faculdade Horizontina – FAHOR por transmitir o conhecimento que será base para toda a vida como profissional. Graças a ajuda de vocês, e de tantos outros, fui capaz de atravessar e vencer essa etapa, minha imensa gratidão.

Andrei Napivoski

AGRADECIMENTO

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades, agradeço aos meus colegas que deram o apoio necessário para chegar aqui, ao orientador que nos deu o apoio necessário e ao coordenador do curso Engenharia Mecânica, que nos auxiliou bastante para a conclusão deste trabalho.

José Alfredo da Motta Filho

“Criar o que não existe ainda deve ser a pretensão de todo o sujeito que está vivo”.

(Paulo Freire)

RESUMO

Nas propriedades rurais fatores como otimização de esforços, e independência da produção, bem como a permanência do homem no campo, objetivou o estudo como complemento de um grande projeto. Com base em informações, foi necessário desenvolver um sistema de movimentação de carro de limpeza de pocilgas. Desenvolvimento de uma proposta para o equipamento que realiza tal função, com relevância no estudo da estrutura, que deveria ser capaz de sustentar o peso do carro de limpeza, e assim, selecionado os principais elementos que compõe o sistema como um todo. A principal função deste equipamento é movimentar o carro de limpeza entre as baias. Define-se como um equipamento robusto, constituído de Aço SAE 1020 atendendo as Normativas vigentes. O memorial de cálculo está baseado em conteúdos teóricos vistos durante o curso de Engenharia Mecânica. Por fim, apresentamos um sistema completo: projeto e dimensionamento, que teve validação e verificação para a sua produção e testes a campo.

Palavras-chave: Movimentação. Dimensionamento. Normas Regulamentadoras.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Comparativo antropométrico dinâmico, membros superiores.....	19
Figura 2: Gráfico: Tensão e Deformação dos materiais.....	20
Figura 3: Cabos de aço classe 6x19 alma de fibra.....	28
Figura 4: Fator de multiplicação para cabos de aço	31
Figura 5: Módulo de elasticidade dos cabos de aço.....	31
Figura 6: Determinação dos tambores.....	32
Figura 7: Roda de poliuretano.....	33
Figura 8: Gancho forjado.....	34
Figura 9: Ilustração de aplicação para polias.....	35
Figura 10: Diagrama de corpo livre.....	36
Figura 11: Esforço cortante da estrutura.....	37
Figura 12: Momento fletor.....	37
Figura 13: Fatores de resistência à fadiga.....	39
Figura 14: Diagrama de corpo livre do chassi.....	39
Figura 15: Esforço cortante seção 1.....	40
Figura 16: Esforço cortante seção 2.....	41
Figura 17: Gráfico do esforço cortante do chassi.....	41
Figura 18: Carro de movimentação e içamento	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Módulo de elasticidade de alguns materiais.....	21
Quadro 2: Fator de segurança dos cabos de aço.....	29
Quadro 3: Resistência dos cabos de aço.....	30
Quadro 4: Características gerais.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classe de utilização.....	38
Tabela 2: Dimensões das manivelas de acionamento.....	42
Tabela 3: Máximo de força exercida pelo operador.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 TEMA.....	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	13
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.4 JUSTIFICATIVA	14
1.5 OBJETIVOS.....	15
1.5.1 Objetivo Geral	15
1.5.2 Objetivos Específicos	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 SUINOCULTURA.....	16
2.1.1 Construção e instalação	16
2.1.2 Sistemas automáticos.....	17
2.2 MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS	18
2.2.1 Ergonomia na movimentação de materiais	18
2.3 MATERIAIS DE CONTRUÇÃO MECÂNICA.....	19
2.3.1 Deformação dos materiais	20
2.3.2 Propriedades dos materiais	21
2.3.2.1 Dureza.....	21
2.3.2.2 Resistência ao choque.....	22
2.3.2.3 Resistência a fadiga	22
2.3.2.4 Resistência a corrosão	22
2.4.1 Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais (NR-11).	23
2.4.2 Ergonomia (NR-17).	23
2.4.3 Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura (NR-31).....	24

3 METODOLOGIA.....	25
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	25
3.1.1 Projeto informacional.....	25
3.1.1.1 Pesquisas e informações sobre o projeto	25
3.1.2 Projeto conceitual	25
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	26
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	27
4.1 PESQUISA POR PRINCÍPIO DE SOLUÇÃO	27
4.1.1 Combinação dos princípios de solução	27
4.2. MATERIAIS UTILIZADOS PARA A CONTRUÇÃO	28
4.2.1 Cabos de aço.....	28
4.2.1.1 Qualidade e material.....	30
4.2.2 Rodas	32
4.2.3 Rolamentos	33
4.2.4 Gancho.....	33
4.2.5 Polias	34
4.2.6 Estrutura	35
4.2.7 Chassi.....	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos o êxodo rural vem aumentando, com isso, a mão de obra neste setor tornou-se escassa pelo motivo de que as pessoas do meio rural deixam o campo em busca de oportunidades e melhores condições de vida nas cidades. Essa transferência ou migração da zona rural para a zona urbana, se dá quando o principal objetivo é um emprego que traga estabilidade e boa remuneração, além de fatores como fugas dos principais desastres naturais como secas, enchentes, entre outras.

Para sanar esse distanciamento de pessoas da zona de produção agrícola, empresas e entidades, investem valores em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), e todo o resultado dessas pesquisas transformam-se em aplicações de produtos e equipamentos comerciais. Oriundo de uma cooperação entre agricultores e pesquisadores, prevê um beneficiamento para ambos, no desenvolvimento geral.

A partir disto, a busca pelos equipamentos automatizados no meio rural está aumentando gradativamente, cita-se entre eles, na cadeia animal, sistemas para tratar suínos, que dosam a quantidade de ração ideal para cada baia individual, com sensores de presença para abastecimentos, registra e controla a temperatura ambiente da pocilga, além de controles de estoque de ração e medicamentos. Para facilitar os trabalhos, o homem do campo investe em melhorias dos processos de produção, o que resulta na diminuição de seus gastos e otimização do tempo.

Alguns sistemas automatizados contribuem para alavancar a produtividade no setor de suinocultura.

1.1 TEMA

É por meio deste que se compreende que o tema principal a ser estudado será uma proposta de melhoria para produtores de suínos, onde será projetado um sistema para movimentação de um equipamento que realiza a limpeza de baias em pocilgas.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A situação encontrada é ampla para pesquisas se focarmos em um sistema automático para fazer o trabalho, portanto, a principal ideia visa projetar um dispositivo de braço mecânico,

acoplado em um sistema de guincho que fará o içamento e a movimentação da carga, com aproximadamente sessenta quilogramas (60Kg). A proposta não contempla a construção do protótipo para testes.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

No processo de produção da carne suína, alguns sistemas ainda necessitam da mão de obra do trabalhador, uma das propostas para otimização é no setor da limpeza da pocilga. A maioria das estruturas que comportam esse sistema de produção, fazem a limpeza totalmente manual, ou seja, é necessário um operador com o auxílio de alguma ferramenta de trabalho manual, como vassoura, rodos ou pás, para que a limpeza dos dejetos dos suínos seja feita nas baias. O operador é obrigado a adentrar na baia para realizar a tarefa, ficando limitado a fazer outras atividades que possam agregar valor à renda familiar. Com a implantação de um carro de limpeza automatizado, teríamos o problema de movimentação deste para as outras baias, conforme estrutura das instalações. Levando em consideração a Norma Regulamentadora (NR 17), que cita que “Não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas, por um trabalhador cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde ou sua segurança”.

1.4 JUSTIFICATIVA

A justificativa tem por objetivo principal do projeto, esclarecer e dar respostas do problema e explicar os motivos em que o estudo é importante, bem como os motivos que levaram a sua escolha.

Para os produtores de suínos, o intuito da justificativa é facilitar o manejo do desenvolvimento dos animais, através de fácil movimentação do sistema de limpeza (carro), que se encontra na parte interna de cada baia, através de um dispositivo que fará o içamento e a movimentação do mesmo, para otimização do tempo dos produtores, aumentando a sua produtividade e atendendo a Norma Regulamentadora NR 31 que garante condições de trabalho de forma a promover melhorias em ambientes, promovendo a vida e a saúde do trabalhador.

A pesquisa agregará amplo conhecimento em relação a proposta apresentada a complementar o sistema de limpeza de pocilgas, auxiliando para colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Mecânica da FAHOR. Proporcionará desenvolvimento de tecnologias para a modernização de atividades de produção com visão ampla de elaboração de um projeto que venha facilitar a vida dos suinocultores.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

Com o desenvolvimento da proposta, tem-se como objetivo geral, projetar um dispositivo capaz de realizar o içamento e movimentação do carro de limpeza entre baias, e assim, otimizar tempo e esforço que o produtor permanece dedicado a atividade.

1.5.2 Objetivos Específicos

Destaca-se como objetivos específicos, apresentar um modelo de dispositivo que é capaz de realizar a movimentação e içamento do carro de limpeza entre as baias da pocilga. Cita-se as etapas de desenvolvimento do projeto:

- Dimensionar o equipamento do braço de avanço bem como o desenvolvimento do dispositivo;
- Desenvolver e adequar o sistema de braço ao carro.
- Dimensionamento das suas principais partes (tambor de enrolamento, cabo de aço, estrutura, material).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SUINOCULTURA

A suinocultura é uma das atividades mais importantes do complexo agropecuário brasileiro, sendo desenvolvida em sua maior parte em pequenas propriedades rurais e em áreas com limitações topográficas para o estabelecimento de lavouras extensivas, que além de gerar renda, alimento e emprego, fixa o homem no campo (MACHADO *apud* OLIVEIRA, 2009).

É um ramo de atividade que tem grande impacto de importância social e econômica no Brasil. Guimarães et al. (2017), afirmam que se dá pelo motivo de que gera empregos e faz com que pequenos produtores rurais tenham um complemento em sua renda familiar, além de que para o país, a atividade supre a demanda do consumo interno e gera exportações do produto e que embora seja um ramo tradicional, as novas descobertas nesta área visam garantir qualidade e aumento da produtividade, sem descuidar da redução de impactos ambientais.

De acordo com o IBGE (2016), no segundo trimestre de 2016, a região sul correspondeu por 65,5% do abate de suínos, seguido pela região Sudeste 19,4% e centro oeste com 13,9% dos abates nacionais. As demais regiões somaram juntas 1,2% dos resultados.

Para Amaral (2006), a carne suína representa quase a metade do consumo e da produção de carnes, além de ser a fonte de proteína mais consumida no mundo. Já Oliveira (1993) afirma que o sistema de criação de suínos, desde a maternidade até sua terminação, é um dos processos de produção pecuária que mais exige dedicação do criador ou encarregado, para que um bom resultado produtivo seja alcançado.

A carne suína ocupa atualmente o segundo lugar no ranking das carnes mais produzidas e consumidas. Nos últimos dez anos a produção mundial cresceu cerca de 1,6% ano ficando abaixo ainda do crescimento do ramo de pescados que teve crescimento de 2,3% ao ano e de frangos com cerca de 3,5% ao ano (GUIMARAES, et al., 2017).

2.1.1 Construção e instalação

A edificação é caracterizada como sendo um fator importante na decisão e planejamento do sistema produtivo, pois após a implantação da estrutura, uma mudança torna-se difícil e com custo elevado. (OLIVEIRA, 1993).

As construções devem obedecer uma sequência de criação lógica, conforme as fases produtivas para que atendam às necessidades dessas etapas que são: reprodutores, maternidade, creche e crescimento e terminação. Para Sartor, (2004) as instalações devem ser planejadas com o propósito de diminuir as adversidades do clima, para que os animais tenham maior conforto em todas as etapas de produção.

De acordo com as normativas da FEPAM, todo conjunto de instalações destinada para áreas de suinocultura, indiferente da fase de criação, deve manter-se a distâncias mínimas de fontes hídricas que pode variar de 25 metros, para porte mínimo e pequeno, 100 metros para porte médio, 150 metros para porte grande e de até 250 metros para os portes excepcionais.

2.1.2 Sistemas automáticos

A modernização da suinocultura observada nos últimos anos, por meio das novas tecnologias, vem impulsionando consideravelmente a produção do setor em todo o mundo. Seja na mecanização dos processos, técnicas de manejo ou na promoção da sanidade e bem-estar dos animais.

A Associação Brasileira dos Criadores de Suínos – ABCS (2011), relata que novos métodos de automatização interferem diretamente da produtividade dos suínos, resultando no bem-estar animal, bem como do criador. Assim, destaca-se a ventilação (natural ou provocada), que renova os gases dissipando o calor e retirando os gases tóxicos produzidos pela decomposição da matéria orgânica das instalações. Quando a ventilação externa, ou natural, não é suficiente, são acionados ventiladores ou umidificadores capazes de fazer manutenção da temperatura interna conforme for especificado.

Outra forma de controlar essa temperatura e ventilações, é a utilização de cortinas, que segundo ABCS (2011), protege os animais da incidência direta de radiações solares e do vento natural, quando em excesso.

No Brasil, existem sistemas para alimentação de suínos sem a necessidade de controles humanos. Esses comedouros, mais comumente comercializados, são de tipo cone e permitem uma disponibilidade do alimento e seu volume regulado através de sensores. (TRABACHINI, 2013).

2.2 MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

Arquimedes teria montado uma associação de roldanas, talha de Arquimedes, e arrastado sobre a areia da praia um navio, de modo tão suave, que o próprio Rei de Siracusa teria puxado a corda sozinho, fazendo-o navio se mover (BATISTA, et. al., 2015).

Criar facilidades mecânicas no trabalho para evitar esforços desnecessários significa utilizar carrinhos; talhas com corrente e sistema que reduz a força aplicada; gancho com corrente; talhas mecânicas; talhas com ventosas ou com prendedores laterais e dispositivos auxiliares para transportar tambores.

Auxílio mecânico para a diminuição do peso dos objetos deve ser uma prioridade constante em qualquer trabalho de ergonomia.

A utilização de carrinhos com elevação manual lenta reduz a sobrecarga de esforços ao ser humano.

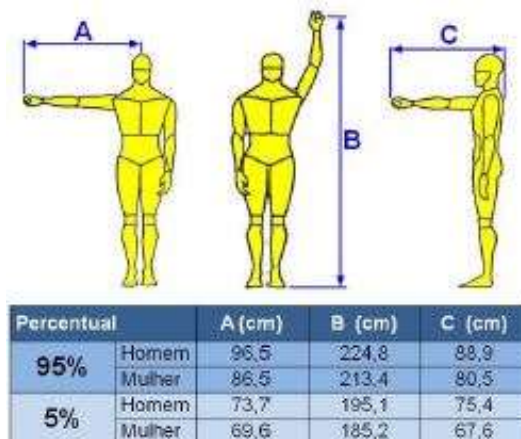
2.2.1 Ergonomia na movimentação de materiais

A movimentação de materiais está presente nos processos produtivos, e Abrantes (2004) explica que atualmente no mercado há diversas empresas com capacidade de oferecer soluções para minimizar esforços físicos provenientes da movimentação manual. Assim como os carrinhos de movimentação que estatisticamente reduzem 80% dos esforços físicos nas atividades de puxar e empurrar, o autor cita alguns equipamentos de movimentação de cargas com o mesmo propósito:

- Manipuladores tem grandes efeitos quando o objetivo é reduzir esforços de levantamento e transferência de cargas a pequenas distâncias ou para evitar esforços repetitivos dentro da estação de trabalho;
- Transportadores contínuos também podem auxiliar no deslocamento de cargas ao invés do operador necessitar se deslocar para transportar cargas, sendo que este equipamento permite deslocamento de cargas a distâncias maiores, e dependendo do nível de automação em determinadas atividades, quando associado o transportador contínuo com outros equipamentos pode-se trazer mais benefícios, reduzindo ainda mais esforços humanos;

A antropometria dinâmica segundo Boueri (2008), que correlaciona movimentos musculares em pé com o alcance dos membros do corpo, auxilia na definição de funções a serem executadas pelo homem e as distâncias para o trabalho. Na Figura 1, pode-se observar algumas dimensões de alcance dos membros superiores na posição em pé, que permitem definir trabalhos com as mãos.

Figura 1: Comparativo antropométrico dinâmico, membros superiores.



Fonte: Adaptado de Boueri (2008), p. 95-97.

2.3 MATERIAIS DE CONTRUÇÃO MECÂNICA

Para Shackelford (2008), os diversos materiais que estão disponíveis classificam-se em apenas cinco categorias, que são metais, cerâmicas, vidros, polímeros e compósitos. Afirma que quando as propriedades dos materiais são compreendidas, o material adequado para a finalidade pode ser selecionado.

Chiaverini (1986), caracteriza uma indústria moderna aquela em que os setores produtivos admitem equipamentos mecânicos mais sofisticados. Sendo assim, é a principal explicação para a necessidade de conhecer os materiais que serão empregados em projetos.

Sequenciado por Juvinal (2013), onde a parte íntegra para fabricação ou dimensionamento de máquinas e equipamentos é a seleção dos materiais a serem utilizados, onde a resistência e rigidez destacam-se na consideração do material, bem como a segurança e a durabilidade que oferece para o projeto, além de custos e possível reutilização do material.

Chiaverini (1986), cita a importância das características gerais dos metais:

[...] as propriedades que tem grande importância na engenharia são as mecânicas, isto é, aquelas cuja relação está sujeita aos esforços da natureza, como tração, compressão, torção, choques [...] (186, p.11).

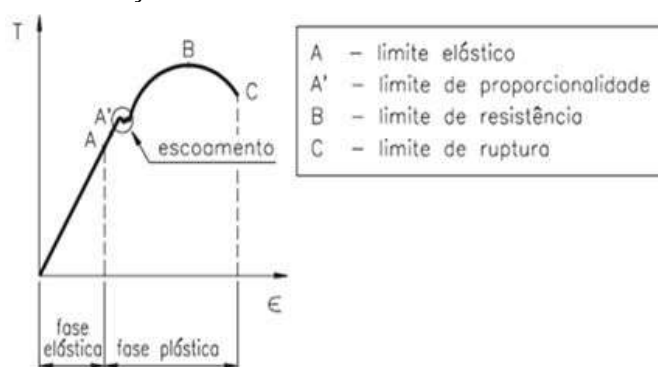
Hibbeler (2010), introduz uma breve explicação sobre a resistência dos materiais citando que é um ramo da mecânica que estuda as relações entre as cargas externas aplicadas a um corpo deformável e a intensidade das formas internas que agem no interior do corpo.

2.3.1 Deformação dos materiais

Todo material que está submetido a algum esforço natural ou forçado tende a deformar. Quando esse esforço é aplicado de maneira excessiva em um material, o comportamento deste varia conforme o tempo e a carga aplicada apresentando após certo período uma deformação elástica, plástica e após a sua ruptura (CHIAVERINI, 1986).

Para caracterizar a deformação que ocorre em um material, Juvinal (2013) apresenta o gráfico (Figura 2) da Tensão X Deformação, onde são identificadas três regiões de importância analise:

Figura 2: Gráfico: Tensão x Deformação dos Materiais.



Fonte: Juvinal, 2013.

Deformação elástica (Fase elástica), que é uma deformação ocasionada proporcionalmente ao esforço aplicado, e, segundo Chiaverini (1986), essa relação entre tensão e deformação, é normalmente chamada de Módulo de Elasticidade ou Módulo de Young (Equação 1), que define caracteristicamente cada material.

Ou seja:

$$E = \sigma / \varepsilon \quad (1)$$

O quadro 1, mostra alguns materiais e seus respectivos módulos de elasticidades.

Quadro 1: Módulo de elasticidade de alguns materiais.

Metal	Módulo de elasticidade, kfg/mm^2 (MPa)		
	Máximo	Mínimo	Médio
Alumínio	7.700 (75.500)	6.300 (61.800)	7.000 (68.600)
Ouro	11.200 (109.800)	4.200 (41.200)	8.400 (82.400)
Cobre	19.600 (192.200)	7.000 (68.600)	11.200 (110.000)
Ferro (CC)	28.700 (281.400)	12.600 (123.600)	21.000 (206.000)
Tungstênio	39.900 (391.200)	39.900 (391.200)	39.900 (391.200)

Fonte: Chiaverini, Vicente 1986, p.40.

Deformação Plástica é caracterizada a fase onde a fase elástica do material já é “vencida”, ou seja, o limite elástico desse material já foi ultrapassado, caracterizando no material uma deformação permanente (CHIAVERINI, 1986).

O Limite de escoamento para Juvinall (2013), caracteriza a fase de transformação do material quando o limite de deformação elástica é ultrapassado e antes de ocorrer uma deformação plástica no material, isso é, caracteriza-se uma região de transição e interseção das fases elásticas e plásticas.

2.3.2 Propriedades dos materiais

A propriedade dos materiais, segundo Hibbeler (2010), define como sendo:

Ramo que estuda as relações entre cargas externas aplicadas a um corpo deformável e a intensidade das forças internas que atuam dentro desse corpo. Esse assunto abrange também o cálculo da deformação do corpo e o estudo da sua estabilidade, quando ele está submetido a forças externas (HIBBELER, 2010, p.1).

Neste sentido, as propriedades dos materiais são:

2.3.2.1 Dureza

Chiaverini (1986), diz que uma definição de dureza é tanto quanto complexo, porém, explica que a resistência que o material apresenta em relação a deformação plástica é um princípio de dureza.

Outra definição é apresentada por Norton (2013), que a dureza representa um indicador contrário ao desgaste, ou seja, uma forma de assegurar ou manter um material sem que haja desgaste em sua extensão. Essa propriedade pode ser alterada quando o material em questão

sofra algum tipo de tratamento térmico destacando têmpera, revenimento, recozimento e normalização.

2.3.2.2 Resistência ao choque

Estudo que está relacionado ao comportamento do material quando sob ações de cargas, seja quando aplicadas bruscamente ou quando entra em choques ou golpes. Chiaverini (1986), afirma que essa ação envolve uma transferência de energia entre corpos, e nem todos os materiais reagem de maneira igual quando enfrentam tal ação.

Diversas são as técnicas para determinar o comportamento do material sob ações de choques. Relaciona-se, idealmente, quando o dispositivo de ensaio é capaz de transferir toda energia do golpe ao corpo de prova. Caracteriza-se o golpe como sendo um peso em queda, em oscilação ou por volante de giração, e ainda, pode ser aplicado sob flexão, tração, compressão ou torção (CHIAVERINI, 1986).

2.3.2.3 Resistência a fadiga

A variação de cargas ou esforços aplicados em conjuntos pode levar um material a originar tensões inferiores a resistência elástica do material, levando a sua ruptura. (CHIAVERINI, 1986).

Por ser um processo de redução da capacidade de carga em componentes estruturais por ruptura lenta, origina-se a partir do avanço de uma trinca a cada carregamento. A presença de tensões que possam variar com o tempo provocando uma deformação plástica centralizadas nas regiões mais críticas do projeto ou equipamento. Todos esses fatores, originam a deterioração do material, a partir de uma trinca que com o prosseguimento de carga na estrutura, a trinca inicial adquire um tamanho suficiente para provocar a ruptura final (ROSA, 2002).

2.3.2.4 Resistência a corrosão

Quando se trata de metais, devem ser consideradas as suas propriedades mecânicas, físicas e químicas, mas é preciso observar que enquanto numerosas propriedades podem ser expressas em termos de constantes, as características de corrosão dependem das condições ambientais que prevalecem na utilização do metal. A importância relativa das propriedades mecânicas, físicas, químicas e de corrosão de um metal dependerá em qualquer caso de sua aplicação. (PONTE, s.d, p.1).

Chiaverini (1986), a corrosão e a oxidação dos materiais a temperaturas acima do ambiente constituem uma importante causa de perda de peças, diversos meios são utilizados para proteger o metal contra o fenômeno corrosão.

No caso da corrosão segundo Chiaverini (1986), admite-se que a resistência a oxidação a altas temperaturas se deva a formação de uma camada superficial de óxido, cuja natureza, composição, permeabilidade, estrutura, ponto de fusão, ponto de volatilização e aderência à metal base irão conferir a maior ou menor capacidade resistir as condições de serviço.

Define-se, para Rosa (2002), a corrosão como a destruição de corpos sólidos por alguma ação química ou de outro agente de forma não intencional, iniciando na superfície do corpo ou estrutura.

2.4 NORMA REGULAMENTADORA (NR).

2.4.1 Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais (NR-11).

A Norma Regulamentadora – 11 (NR-11), cita que em todo o equipamento será indicado, em lugar visível, a carga máxima de trabalho permitida, além de serem conservados em perfeitas condições de trabalho, os elevadores de carga, guindastes, monta-carga, pontes rolantes, talhas, empilhadeiras, guinchos e transportadores de diversos tipos devem ser construídos de maneira que ofereçam garantias necessárias de resistência e segurança.

O trabalho de levantamento de material feito por equipamento mecânico de ação manual deverá ser executado de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força e não comprometa a sua saúde ou sua segurança.

2.4.2 Ergonomia (NR-17).

Esta Norma Regulamentadora visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente, cabe ao empregador realizar a análise ergonômica do trabalho, devendo a mesma abordar, no mínimo, as condições de trabalho conforme estabelecido nesta Norma Regulamentadora (NR-17).

2.4.3 Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura (NR-31).

Para Macedo e Gouvêia (2016), uma avaliação criteriosa as saúde e segurança do trabalhador rural no manejo de suínos, busca-se alcançar um objetivo de eliminar a maior parte dos riscos em que se está exposto.

Na NR 31, que tem por objetivo estabelecer conceitos que organizam os trabalhos tornando compatível o desenvolvimento de atividades no meio agrícola, pecuário e de exploração florestal, principalmente, é citado que cabe ao empregador, garantir condições de trabalho de forma a promover melhorias nos ambientes, condições que possam preservar a vida e a saúde do trabalhador.

Como complemento a NR 31 trata das partes de obrigação por parte do trabalhador, onde deve cumprir as medidas de proteção que foram adotadas pelo empregador ou responsável pelo setor.

A Gestão de segurança, saúde e meio ambiente de trabalho rural (3.5 da NR-31), diz que todos os empregadores rurais devem implementar ações de segurança que visam prevenir acidentes e doenças decorrentes do trabalho na unidade de produção como:

- a) Eliminar riscos através de substituição ou adequação dos processos produtivos, máquinas e equipamentos;
- b) Adotar medidas de proteção coletiva;
- c) Adotar medidas de proteção pessoal.

Trata-se na NR-31 item de ergonomia, onde é vedado ao trabalhador o levantamento e transporte manual de cargas com peso superior ao permitido a fim de comprometer a saúde do trabalhador. As máquinas que tem a finalidade de proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização, movimentação e operação. É importante frisar que, os equipamentos disponíveis devem ser utilizados conforme especificações técnicas operacionais e de suas restrições indicadas.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Para extrair as necessidades e o problema de pesquisa encontrado na limpeza dos locais produção da carne suína (pocilgas), foi realizado uma pesquisa para extrair essas necessidades e apresentar uma proposta. Para obter informações sobre a real necessidade, foi levantado os seguintes requisitos em forma de perguntas:

Qual a capacidade de carga que o sistema deve possuir?

Existe algum modelo de carro para que possa servir de referência?

Que sistema pode ser utilizado para realizar a função?

Quais as dimensões máximas que o ambiente permite para a movimentação do carro no interior da pocilga (corredor)?

3.1.1 Projeto informacional

Nesta etapa, o projeto evolui das necessidades dos clientes até as especificações do projeto. Onde serão levantadas informações importantes para o desenvolvimento do projeto, porém, deve-se agir com cautela na seleção destas informações para não surgir soluções para um problema diferente do que se espera.

3.1.1.1 Pesquisas e informações sobre o projeto

A pesquisa por informações técnicas, na grande maioria realiza-se principalmente por meio da revisão bibliográfica. Mas também foi realizada pesquisa em produtos semelhantes, fonte de pesquisa para o novo produto a ser projetado, visto que não existe no mercado um produto para esta função.

3.1.2 Projeto conceitual

A fase de projeto conceitual, transforma a linguagem verbal em linguagem geométrica. Os princípios de solução para as funções são definidos, e a arquitetura do produto é concebida. Isto é, o arranjo esquemático dos componentes e partes que formam o produto é esboçado (HILGEMANN, 2012, *apud* FERREIRA, 2010).

O projeto conceitual inicia-se com as especificações do projeto e termina com a determinação da concepção do produto. A seguir são apresentadas as etapas desta fase.

As análises e sugestões para o plano de desenvolvimento de um sistema para içar e movimentar o equipamento de limpeza de pocilgas (carro de limpeza), além de simulações computacionais que demonstrarão indicadores para que o protótipo físico possa ser construído futuramente.

Sendo assim, para que esse trabalho possa proporcionar um conhecimento detalhado sobre a abordagem, relaciona-se as seguintes etapas:

- Conhecer e explorar a situação atual do tema de pesquisa e descrever o contexto da determinada melhoria;
- Construir o desenho computacional;

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para a realização da solicitação e modelagem da concepção, foi utilizado o software SolidWorks na versão 2015, denominada uma ferramenta de apoio a engenharia que com avanço de projetos tecnológicos se tornam presentes. Para a realização dos diversos dimensionamentos necessários, utiliza-se planilhas de Excel.

No desenvolvimento dos mais variados projetos mecânicos muitos cálculos e análises são necessárias para que o produto final atenda a todos os requisitos solicitados, entre eles cita-se cálculos de dimensionamento de Elementos de Máquinas, comportamento dos materiais e Mecânica dos Sólidos. Os conhecimentos da seleção de elementos de máquina são de fundamental importância neste processo criativo. A correta seleção impede que seu equipamento apresente quebras e repetitivas manutenções evitando as indesejáveis paradas produtivas.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir deste capítulo serão apresentados os resultados obtidos através da metodologia aplicada em projeto de produto, tendo como objetivo principal a fase da coleta de informações para o projeto informacional, e com base no projeto conceitual, se apresenta a concepção final do produto.

4.1 PESQUISA POR PRINCÍPIO DE SOLUÇÃO

Para demonstrar os princípios de solução foi elaborada uma matriz morfológica, como mostra no apêndice A.

Etapa de formação do projeto, começamos a gerar croquis do produto assimilando várias opções, baseando-se nas funções já criadas durante o desenvolver do projeto. Pela matriz morfológica podemos lançar vários conceitos que se buscam para criar e formalizar ideias. As propostas dificilmente não se assemelharão com algum conceito já existente, dessa forma a matriz propõem desenvolvermos conceitos com um embasamento inicial, e a partir de pré-requisitos solicitados.

4.1.1 Combinação dos princípios de solução

Utilizando as alternativas impostas na matriz morfológica, obtemos princípios de solução designados para atender a função global do projeto. Através do emprego da matriz morfológica e a luz dos critérios propostos por Pahl (2005), a combinação dos princípios de solução gerou três concepções alternativas que compõem a estrutura funcional do equipamento, em definir combinações que de fato condizem com as expectativas de cliente e projeto apresentadas no Apêndice B.

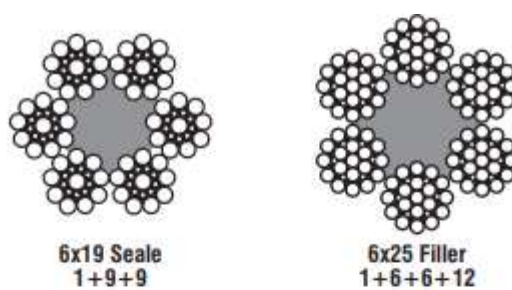
Nesta fase foi realizada uma refinada análise, confrontando cada princípio apresentado com as especificações do projeto, onde algumas alternativas impostas na matriz morfológica foram descartadas, pois tiveram alguma discordância com as especificações mais importantes, obtidas no projeto informacional, tais como: possível desempenho, grau de importância ao projeto e características dimensionais.

4.2. MATERIAIS UTILIZADOS PARA A CONTRUÇÃO

4.2.1 Cabos de aço

Os cabos 6x19 são assim chamados pois em torno da sua alma, que pode ser de aço ou de fibra, estão enrolados 6 grupos com 19 filamentos cada, esse filamento tem diâmetro diferente e sua organização é geralmente de 1 no centro, envolvido por 9 do mesmo diâmetro envolvidos por 9 com diâmetro maior. A Figura 3 ilustra a forma desse cabo. Esta condição aumenta a área de contato, a flexibilidade, a resistência ao amassamento e reduz o desgaste entre os arames.

Figura 3: Cabos de aço classe 6x19 alma de fibra



Diâmetro		Massa Aprox. (kg/m)	Carga de Ruptura Mínima (tf)	
mm	pol		IPS	EIPS
3,2	1/8"	0,036	0,61	-
4,8	3/16"	0,082	1,37	-
6,4	1/4"	0,142	2,50	2,73
8,0	5/16"	0,230	3,90	4,30
9,5	3/8"	0,343	-	6,10
11,5	7/16"	0,479	-	8,30
13,0	1/2"	0,608	-	10,80
14,5	9/16"	0,775	-	13,60
16,0	5/8"	0,933	-	16,80
19,0	3/4"	1,298	-	24,00
22,0	7/8"	1,805	29,50	32,60
26,0	1"	2,442	38,50	42,60
29,0	1.1/8"	3,055	-	53,90
32,0	1.1/4"	3,733	60,10	66,50
35,0	1.3/8"	4,529	-	80,50
38,0	1.1/2"	5,328	86,50	95,80
45,0	1.3/4"	8,368	-	130,40
52,0	2"	9,740	-	170,30

Fonte: NBR ISO 2408:2008.

O dimensionamento dos mesmos teve como primeiro passo a análise dos esforços presentes. Outro fator levado em consideração na escolha dos cabos foi o coeficiente de

segurança, o qual é definido em função do tipo de operação, o quadro 2 mostra esta relação, para o caso do teste de carga a aplicação pode ser considerada como um carregamento estático.

Para escolha dos cabos foram utilizados os parâmetros abaixo (Eq. 2):

$$FS = \frac{CRM}{CT} \quad (2)$$

Onde:

FS – Fator de segurança

CRM – Carga máxima de ruptura

CT – Carga de trabalho

Quadro 2: Fator de segurança dos cabos de aço

Aplicações	Fatores de Segurança
Cabos e cordalhas estaticas	3 a 4
Cabo para tração horizontal	4 a 5
Guinchos	5
Pás, guindastes escavadeiras	5
Pontes rolantes	6 a 8
Talhas elétricas e outras	7

Fonte: Melconiam, 2012.

Uma vez definido o tipo de cabo a ser utilizado, o segundo passo foi a definição do comprimento dos mesmos. Para isso foram utilizados desenhos de conjunto, os quais representavam os sistemas já montados, então foi calculado o comprimento, para uma altura de movimentação de 2 metros.

A escolha do cabo de aço, conforme NBR 8400:1984, deve assegurar uma vida suficiente ou satisfatória do mesmo. A aplicação da norma é para cabos formados por mais de 100 fios, resistência a ruptura de 1600 N/mm² (IPS) e 2200 N/mm² (EIPS), com alma de fibra ou aço.

A mesma norma cita que a escolha desses cabos e seus respectivos diâmetros, bem como o diâmetro de enrolamento é feito em função do grupo de mecanismos de levantamento.

Elementos de construção mecânica são utilizados em transporte de cargas, tais como guindastes, elevador, ponte rolante, escavadeira, bate estacas entre outros. A carga de trabalho para cabo, em casos gerais, não deve exceder 1/5 da carga de ruptura mínima efetiva específica. A utilização do fator de segurança ideal acarreta:

$$d0 = Q\sqrt{T} \quad (3)$$

Onde o esforço máximo da tração é dado por T (N), e Q depende do grupo que está classificado o mecanismo do cabo e do tipo de levantamento efetuado.

4.2.1.1 Qualidade e material

Os arames de aço usados na fabricação de um cabo Cimaf, são submetidos a provas rigorosas correspondentes às mais exigentes especificações utilizadas na fabricação de cabos de aço. Os materiais aprovados por estes ensaios garantem a segurança e a boa qualidade do produto acabado.

Convencionalmente os cabos de aço podem ser fabricados em algumas categorias de resistência à tração, conforme quadro 5.

Quadro 3: Resistência dos cabos de aço

Sigla	Correspondencia em N/mm ²
PS	1370 - 1770
IPS	1570 - 1960
EIPS	1770 - 2160
EEIPS	1960 - 2160
CIMAX	1960 - 2360

Fonte: CIMAF 2009 p.9.

A ação que qualquer força sobre um corpo altera sua forma, ou seja, uma deformação é ocasionada. Conforme a intensidade da força, há aumento da deformação. Para determinar essa deformação ou alongação que o cabo terá quando aplicada a carga de 600N, aplica-se as Equações 4 (área metálica do cabo) e 5 (deformação elástica):

$$Am = F \cdot d \quad (4)$$

Onde, F é o fator de multiplicação dado na figura 4 (CIMAF, 2017), e “d” como o diâmetro nominal do cabo de aço.

Figura 4: Fator de multiplicação para cabos de aço

Construção do cabo de aço ou cordoalha	Fator “F”
8X19 Seale, 8x25 Filler	0,359
MinePac	0,374
6x7	0,395
6x19 M	0,396
6x31/ 6x36 / 6x41 Warrington Seale	0,410
6x19 Seale	0,416
6x25 Filler	0,418
18x7 Resistente à Rotação	0,426
Cordoalha 7 Fios	0,589
Cordoalha 37 Fios	0,595
Cordoalha 19 Fios	0,600

Fonte: CIMAF, 2017.

$$\Delta L = \frac{Q.L}{E.Am} \quad (5)$$

Sendo, (Q) a carga aplicada, (L) comprimento total do cabo utilizado, (E) modulo de elasticidade, conforme figura 5:

Figura 5: Módulo de Elasticidade dos Cabos de aço

	Classe	E (Kgf/mm ²)	
Cabos de aço alma de fibra	6 x 7	9.000	a 10.000
	6 x 19	8.500	a 9.500
	6 x 36	7.500	a 8.500
Cabos de aço alma de aço	8 x 19	6.500	a 7.500
	6 x 7	10.500	a 11.500
	6 x 19	10.000	a 11.000
Cordoalhas	6 x 36	9.500	a 10.500
	7 fios	14.500	a 15.500
	19 fios	13.000	a 14.000
	37 fios	12.000	a 13.000

Fonte: CIMAF, 2017.

A deformação encontrada para o cabo de aço 6x19 com alma de fibra foi de aproximadamente $\Delta L = 8,703\text{mm}$.

Define-se também, o tambor para que o cabo seja enrolado durante sua movimentação. Tomando como base o catálogo do fornecedor CIMAF, o diâmetro de tambores é dado

conforme a figura 6. A construção do tambor deverá ser, para atender as recomendações do fornecedor, de $\varnothing = 163\text{mm}$.

Figura 6: Determinação de tambores

Construção do cabo	Diâmetro da polia ou do tambor	
	Recomendado	Mínimo
6x7	72	42 x \varnothing do cabo
6x19 S	51	34 x \varnothing do cabo
19x7	51	34 x \varnothing do cabo
6x25 F	39	26 x \varnothing do cabo
8x19 S	39	26 x \varnothing do cabo
6x36 WS, Propac	34	23 x \varnothing do cabo
6x41 WS	31	20 x \varnothing do cabo
PowerPac, MinePac	31	20 x \varnothing do cabo
Ergoflex, Ergoflex Plus	31	18 x \varnothing do cabo
6x71 WS	21	14 x \varnothing do cabo

Fonte: CIMAF, 2017.

Após termos determinado o diâmetro do tambor, podemos determinar o número de voltas, ou o enrolamento do cabo no tambor. Define-se que o enrolamento (V) é produto da equação definida pela quantidade de cabo a ser enrolado dividindo perímetro do tambor. Serão necessárias quatro voltas completas no tambor para o levantamento total da carga, a uma altura de 2000mm.

4.2.2 Rodas

A roda é talvez uma das invenções principais na trajetória de desenvolvimento tecnológico do ser humano. Com ela, os povos primitivos tornaram o transporte mais rápido e fácil, além de contribuir para transformar as primeiras aglomerações humanas em cidades maiores. A prova mais antiga de seu uso data de cerca de 3500 A.C, e vem de um esboço em uma placa de argila encontrada na região da antiga Suméria, na Mesopotâmia (atual Iraque), mas é certo que sua utilização venha de períodos muito mais remotos (MACHADO, 2009).

4.2.2.1 Poliuretano Moldado Dureza 90 Shore A. (-40°C a +80°C).

Produzidas com revestimento em poliuretano moldado e núcleo em ferro fundido cinzento. Ideais para aplicações nos mais diversos tipos de superfície e ambientes. Suportam altas cargas protegem o piso, necessitam de menor esforço para movimentação, produzem baixo nível de ruídos do deslocamento e tem excelente durabilidade. Possuem excelente resistência a

abrasão, impactos, intempéries e produtos químicos como graxas, óleos, sais e solventes. Podem ser utilizadas a uma velocidade de até 20Km/h quando montadas com rolamentos esferas (MACHADO, 2009).

Figura 7: Rodas de poliuretano



Fonte: Machado, 2009

4.2.3 Rolamentos

Os rolamentos são literalmente componentes que sevem para rolar semelhante as rodas e tem como objetivo reduzir o atrito entre a sua superfície e a que está sendo rolada. A maioria dos rolamentos atualmente consiste em um anel interno, um anel externo, e vários corpos rolantes que preenchem o espaço entre a pista interna e externa do rolamento (MACHADO, 2009).

Para escolher o tipo de rolamento a ser utilizado na construção mecânica, torna-se indispensável conhecer o tipo de solicitação que vai atuar no rolamento. A vida útil do rolamento compreende o período em que ele desempenha corretamente a sua função, a vida útil termina quando ocorre o desgaste causado pela fadiga do material. A vida nominal de um rolamento é denominada pela norma DIN 622. As recomendações da ISO permitem considerar no cálculo a melhoria na qualidade dos aços e a influência da lubrificação na fadiga do material (MACHADO, 2009).

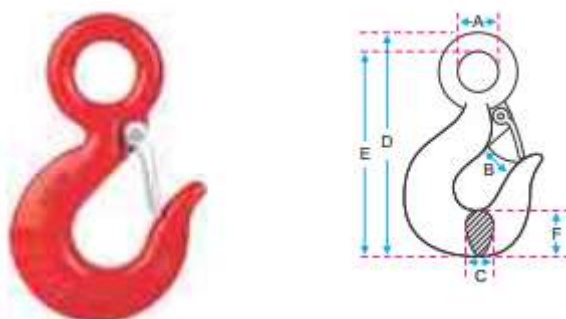
4.2.4 Gancho

Em guindastes para finalidades gerais, que transportam cargas de várias formas, a carga é apanhada por meio de lingas, de cabo, ou de corrente, fixadas a ganchos. Estes ganchos padronizados (simples) e ganchos duplos são os projetos mais comuns, usado para esta finalidade. Todos os ganchos são fabricados de aço 1020 (RUDENKO, 1976).

Depois dos forjamentos e operações de usinagem os ganchos são cuidadosamente normalizados e limpos das escamas. O diâmetro interno dos ganchos deve ser suficiente para acomodar duas pernas de corrente ou cabos que suportam a carga (RUDENKO, 1976).

Os ganchos possuem uma seção trapezoidal mais larga, internamente. A seção trapezoidal, além de um projeto mais simples, utiliza melhor o material. Na parte superior, o gancho termina em uma haste cilíndrica operando somente em tração. A parte superior do gancho forjado é roscada, para suspensão, nas travessas dos dispositivos (RUDENKO, 1976).

Figura 8: Gancho forjado



REF.	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	CARGA DE TRABALHO (kg)	PESO UNIT. (kg)
GO-C-04*	11	14	10	69	53	13	250	0,09
GO-C-06	16,5	19	16	97	72	17	500	0,21
GO-C-08	19	22	16	110	82	19	750	0,28
GO-C-09	23	23	17,5	125	93,5	21	1.000	0,40
GO-C-11	28	24	21	140,5	103	26	1.500	0,65
GO-C-13	31	27,5	23	162	119	28	2.000	0,81
GO-C-16	39	33	30	201	146	37	3.000	1,75
GO-C-19	51	40	38	256	186,5	46,5	5.000	3,77
GO-C-22	62	51	46	317	231,5	57	7.500	6,80
GO-C-26	73	57	55	360	260	70	10.000	9,96

Fonte: Catálogo Siva, 2017.

4.2.5 Polias

São mecanismos responsáveis por transmitir o torque gerado na manivela aos cabos, e também direcionar o cabo para a posição dos seus locais de fixação. Para serem capazes de suportar carga devem ser feitas de material resistente a tração e corrosão, devido ao ambiente exposto (MACHADO, 2009).

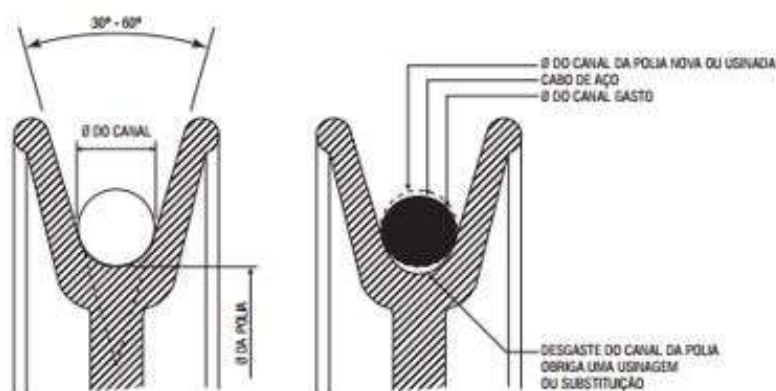
Para atender as instruções do fornecedor do cabo de aço, a CIMAF (2009) orienta dimensões do raio das polias a fim de evitar danos e avarias, e obter uma vida útil adequada evitando custos desnecessários com a troca. Para isso, a orientação é de que seja o canal da polia adequado ao diâmetro do cabo seguindo a equação 6:

$$R = 0,525 \cdot d \quad (6)$$

Onde, d é o diâmetro nominal do cabo.

A figura 9, ilustra as especificações do fornecedor, a fim de melhor entendimento da necessidade de determinar o canal ou raio da polia. Para esse projeto, as polias devem ser $R=1,7\text{mm}$.

Figura 9: Ilustração de aplicação para polias

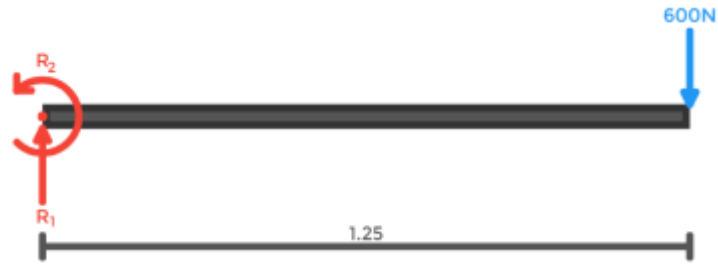


Fonte: CIMAF, 2009.

4.2.6 Estrutura

Para encontrarmos as reações nos apoios é necessário verificar o equilíbrio de força na vertical para garantir que a viga não se mova. O diagrama de corpo livre é apresentado na figura 10:

Figura 10: Diagrama de corpo livre



Fonte: Os Autores, 2017.

Portanto, fazendo o equilíbrio de forças na vertical, encontra-se:

$$\sum Fy = 0 \rightarrow F1 - R1 = 0$$

Em que: R representa as reações; F a força. Fazendo a substituição com os valores numéricos encontra-se:

$$R1 = 600N$$

O equilíbrio dos momentos no primeiro apoio encontra-se:

$$\sum M = 0 \rightarrow R2 - F1(x_{força} - x_{engaste}) = 0$$

Substituindo os valores numéricos, encontra-se:

$$R2 = +(600) \cdot (1,25)$$

$$R2 = 750Nm$$

Para cálculo do Esforço Cortante (Figura 11), é necessário fazer o balanço de forças verticais em cada seção ($0 \leq x \leq 1,25m$).

Figura 11: Esforço cortante da estrutura



Fonte: Os Autores, 2017.

Resolvendo o balanço de forças na seção:

$$-R1 + V(x) = 0$$

Substituindo os valores numéricos, encontra-se:

$$V(x) = 600N$$

Para encontrar a equação do momento fletor (Figura 12), é necessário fazer o balanço do momento na seção.

Figura 12: Momento Fletor



Fonte: Os Autores, 2017.

Na seção ($0 \leq x \leq 1,25$), $M(x)$ é o valor do momento fletor.

$$\sum Fy(x - xcarga) + \sum M + M(x) = 0$$

$$-R1(x - xapoio) + R2 + M(x) = 0$$

$$M(x) = 600x - 750$$

O equipamento está exposto ou sujeito à fadiga, que caracteriza pela ruptura de componentes, sob uma carga.

De acordo com as tarefas a serem executadas, as estruturas de equipamentos precisam ser classificadas nos diferentes grupos que a NBR 8400 consiste. Para isso, as solicitações que serão consideradas no projeto devem ser determinadas.

A Classe de Utilização é caracterizada pela utilização dos equipamentos em função de sua solicitação de ciclos de manobras, é assertivo classificar em função do movimento de levantamento, definindo as classes de utilização conforme tabela 1, que foram levadas em considerações para o cálculo das estruturas. Estipula-se um número total teórico de ciclos de levantamento que o equipamento deverá efetuar durante a vida.

Considera-se que um ciclo de levantamento é iniciado no instante em que a carga é içada e termina no momento em que o equipamento está em condições de iniciar o levantamento seguinte.

Tabela 1: Classe de Utilização

Classe de utilização	Frequência de utilização do movimento de levantamento	Numero convencional de ciclos de levantamento
A	Utilização ocasional não regular, seguida de longos períodos de repouso	$6,3 \times 10^4$
B	Utilização regular em serviço intermitente	$2,0 \times 10^5$
C	Utilização regular em serviço intensivo	$6,3 \times 10^5$
D	Utilização em serviço intensivo severo, efetuado, por exemplo, em mais de um turno	$2,0 \times 10^6$

Fonte: Norma NBR8400:1984.

Com uma vida útil estimada (V_u) de 8 (oito) anos, 365 dias/ano (da), 3 ciclos/hora (ch), trabalhando 12 horas/dia (hd), estima-se que seriam 105.120 ciclos executados (N_x) pelo equipamento em sua vida útil a partir da equação X. Assim, esse equipamento enquadra-se na classe de utilização B (utilização regular, seguida de longos períodos de repouso).

$$N_x = V_u \times da \times ch \times hd$$

A Fadiga é calculada conforme o número de ciclos e tipos de carga, assim, temos:

$$S_n = 0,5. \tau_e. Cl. Cs. Cg. Ct. Cr$$

Onde, τe é tensão de escoamento; Cl é fator de carga; Cg é o fator gradiente; Cs é o fator de superfície; Ct fator de temperatura e Cr é o fator de confiabilidade. O limite de resistência a fadiga encontrada é de $Sn = 105,6$. A figura 13, mostra os valores que foram extraídos para fins de cálculo conforme aplicação.

Figura 13: Fatores de resistência à fadiga

a. Resistência a 10^6 ciclos (limite de resistência à fadiga)^a

Cargas de flexão: $S_n = S'_n C_t C_f C_s C_T C_R$

Cargas axiais: $S_n = S'_n C_t C_f C_s C_T C_R$

Cargas de torção: $S_n = S'_n C_t C_f C_s C_T C_R$

onde S'_n é o limite de resistência à fadiga^b de R. R. Moore, e

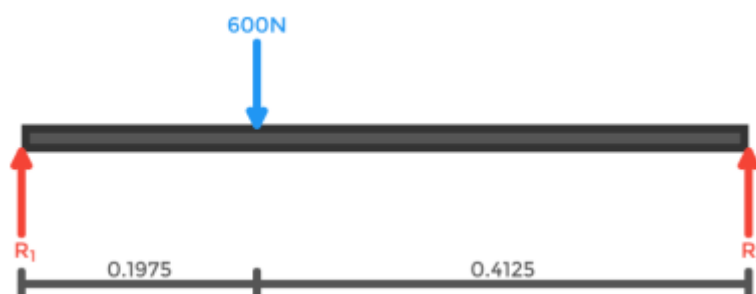
	Flexão	Carga Axial	Torção
C_t (fator de carga):	1,0	1,0	0,58
C_f (fator gradiente):	1,0	0,7 a 0,9	1,0
diâmetro < (0,4 in ou 10 mm)	1,0	0,7 a 0,9	0,9
(0,4 in ou 10 mm) < diâmetro < (2 in ou 50 mm) ^c			
C_s (fator de superfície)	veja a Figura 8.13		
C_T (fator de temperatura)	Valores válidos apenas para aço		
$T \leq 840$ °F	1,0	1,0	1,0
840 °F < $T \leq 1020$ °F	$1 - (0,0032T - 2,688)$		
C_R (fator de confiabilidade): ^d			
50% confiabilidade	1,000	"	"
90% "	0,897	"	"
95% "	0,868	"	"
99% "	0,814	"	"
99,9% "	0,753	"	"

Fonte: Juvinal (2013).

4.2.7 Chassi

Para encontrarmos as reações nos apoios do chassi, é necessário verificar o equilíbrio de forças. O diagrama de corpo livre da situação é apresentado na figura 14.

Figura 14: Diagrama de corpo livre do chassi



Fonte: Os Autores, 2017.

Portanto, fazendo o equilíbrio de forças na vertical, temos:

$$\sum Fy = 0 \rightarrow F1 - R1 - R2 = 0$$

$$R1 + R2 = 600N$$

O equilíbrio dos momentos é encontrado fazendo-se:

$$\sum M = 0 \rightarrow R2(x_{apoio2} - x_{apoio1}) - F1(x_{força1} - x_{apoio1}) = 0$$

$$R2.(0,61 - 0) = +(600).(0,1975 - 0) \rightarrow 0,61R2 = 118,5N$$

$$R1 + R2 = 600N$$

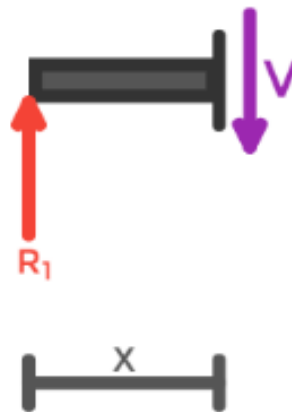
$$0,61R2 = 118,5N$$

$$R1 = 405,73N$$

$$R2 = 194,27N$$

O esforço cortante desta situação de carregamento pode ser dividido em duas seções, sendo a seção 1 ($0 \leq x \leq 0,1975$), e diagrama conforme figura 15.

Figura 15: Esforço cortante seção 1



Fonte: Os Autores, 2017.

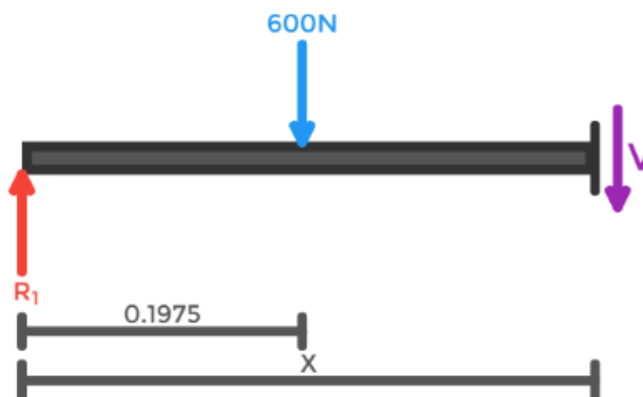
Resolvendo o balanço de forças na seção e fazendo a substituição com valores numéricos, temos:

$$-R1 + V(x) = 0$$

$$V(x) = 405,74N$$

A seção 2 ($0,1975 \leq x \leq 0,61$), é ilustrada pela figura 16.

Figura 16: Esforço cortante seção 2



Fonte: Os Autores, 2017.

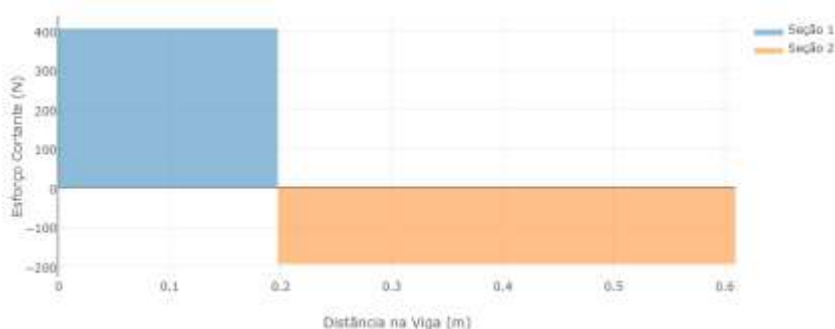
Resolvendo o balanço de forças da seção 2, e realizando a substituição de valores numéricos, temos:

$$F1 - R1 + V(x) = 0$$

$$V(x) = -194,27N$$

A partir dos dados encontrados, podemos visualizar o gráfico do esforço cortante, conforme figura 17.

Figura 17: Gráfico do esforço cortante do chassi



Fonte: Os Autores, 2017.

3.2.8 Manivela

A aplicação de acionamentos manuais pode ser empregada quando em baixa capacidade de elevação, isto é, a uma curta distância ou ocasionalmente. Rudenko (1976), afirma que por

esta razão, a aplicação se dá principalmente em guinchos, macacos e talhas, bem como guindastes giratórios para trabalhos leves.

Ainda, o mesmo autor considera que para um acionamento manual, são necessários os equipamentos ou elementos: manivelas, catracas e rodas de manobra com correntes (quando no caso).

As manivelas, que são aplicadas neste trabalho, são dadas na tabela 2, citando as principais dimensões para a aplicação de acionamento manual.

Tabela 2: Dimensões das manivelas de acionamento

Número de Operadores	Dimensões, mm			
	Diâmetro da Bucha do Cabo	Comprimento do cabo, l	Comprimento do cabo, l2	Comprimento do braço da manivela
1	(1,8 - 2,0)d	(1 - 1,5)d	250 - 350	300 - 400
3	(1,8 - 2,0)d	(1 - 1,5)d	400 - 500	300 - 400

Fonte: Adaptado de Rudenko, 1976.

Sendo assim, para este projeto, o comprimento da manivela, deve ficar entre 300 a 400 mm, atendendo a referência conforme número de operadores.

Para este projeto, devido o mecanismo ser acionado por força muscular humana, as regras, citadas por Rudenko (1976) devem ser verificadas onde cita-se que, para elevação manual a força máxima não deve exceder os números indicados na tabela 3, dependendo do período de operação.

Tabela 3: Máxima força exercida pelo operador

Período de Operação	Na manivela de acionamento	Na corrente de tração	No pedal de controle	Na alavanca de comando
Operação contínua	12	20	25	18
Operação intermitente	25	40	35	20

Fonte: Adaptado de Rudenko, 1976.

- A velocidade média do movimento da mão do operador não deve exceder 1m/s na manivela.
- Admite-se que a potência desenvolvida pelo operador seja de 15 kgf-m/s em operações intermitentes.

- Os eixos rotativos das manivelas devem ser colocados a uma altura de 0,9 e 1,1 metros da plataforma do operador e o braço da manivela não pode exceder a 400mm (Tabela 2).

Para encontrar a máxima força exercida pelo operador, equaciona-se o momento encontrado na manivela:

$$Mt = F \cdot d \quad (7)$$

Onde, F é a força total aplicada e d é o raio do tambor de enrolamento. A partir deste resultado, fazendo a relação da equação anterior, temos:

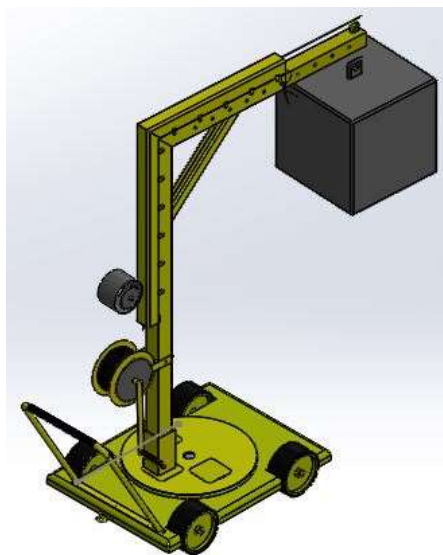
$$F = \frac{Mt}{d} \quad (8)$$

O resultado de Mt na equação anterior foi de 48,9Nm. Assim, o d, para essa equação passa a ser 0,4m (tamanho do braço da manivela), e então encontramos a força real aplicada pelo operador de 122N ($\cong 12\text{kg}$).

4.3 CONCEPÇÃO FINAL

A concepção final do projeto tem por princípio atender as normas e os objetivos gerais deste trabalho. Essa concepção pode ser vista conforme figura 18.

Figura 18: Carro de movimentação e içamento



Fonte: Os Autores, 2017

Descrevendo a definição final, proporciona ao operador uma facilidade no manuseio de movimentação do carro de limpeza de pocilgas, que se transporta de uma baía para outra de forma facilitada e sem esforços físicos exagerados.

O equipamento apresentado pode ser construído de forma simples com materiais encontrados facilmente no mercado, para a união de partes utiliza-se a soldagem convencional, principalmente.

Os perfis quadrados são de aço 1020, com dimensões de 80x80mm e espessura de 4mm, por ser fáceis de encontrar e baixo custo. As rodas de poliuretano escolhidas para contemplar o projeto, possui boa capacidade de carga e resistência ao ambiente em que estará exposto, e nas condições a mesma ira ter pouca manutenção. O cabo de aço é de fornecimento da CIMAF, especificado 6x19 fios com diâmetro nominal de 3,2mm. O tamanho do tambor atende um baixo número necessário de voltas para o enrolamento do cabo e juntamente uma manivela que reduz o esforço do operador no instante do trabalho.

Estima-se que a implementação do carro de movimentação o usuário terá uma redução de esforços e mão de obra em suas atividades, tendo uma forma simples porem robusta, a armazenagem dele pode ser feita no ambiente de trabalho em lugares que possam não interferir nas atividades diárias. Não se tem estimativas de gastos e orçamentos para a construção do protótipo. Apresenta-se o quadro 4, as características gerais resumidas.

Quadro 4: Características gerais

Material	Aço 1020	
Perfil	Quadrado	
Dimensões	80 x 80 mm	
Espessura	4 mm	
Rodas	Poliuretano	
Cabos	6 x 19 fios, alma de fibra	
Diametro cabo	3,2 mm	
Capacidade	60 Kg	
Dimensões:	Altura	2035 mm
	Largura	762 mm
	Comprimento	1366,34 mm

Fonte: Os autores, 2017.

Por fim, para validar o projeto, e sua construção, deve conter o indicativo da capacidade conforme NR-11, obrigatoriamente, sendo que neste caso é de 60Kg (600N).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões são demonstradas com base nos resultados obtidos na pesquisa. Tudo está baseado em desenvolvimento de tecnologias para modernização de atividades de produção com grande potencial de crescimento.

Com base na metodologia e sua utilização neste trabalho, proporcionou uma forma de sistematizar as tarefas de movimentação do carro de limpeza de pocilgas, facilitando a integração dos conhecimentos das diversas áreas de estudo.

A definição do sistema de içamento e movimentação por cabos e acionamento manual, permite a utilização da força do próprio operador como fonte de potência, e, mesmo utilizando, o sistema atende e apresenta ainda, uma redução na força necessária para a movimentação do carro de limpeza de pocilgas.

Como sugestão para trabalhos futuros, primeiramente seria a construção do protótipo para iniciar testes que serão realizados em campo e após isso a correção de possíveis e eventuais erros que poderão surgir.

Com visão geral sobre a proposta, verificamos e afirmamos que o sistema está dimensionado para atender à solicitação, com coeficientes capazes de garantir a segurança do operador, bem como do equipamento em si. Tendo como principal fonte de consulta bibliografia indicada durante o curso e normas, além de catálogos de fornecedores dos materiais necessários para a possível construção do protótipo. Por esse motivo, a NR-31 que visa a melhorias das atividades rurais também está sendo atendida, pois reduz a atividade braçal do agricultor em suas atividades da suinocultura, apresentando um sistema que faça o serviço pesado, não automático, mas com possibilidades.

SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

- Realizar a construção do protótipo para testes em campo.
- Melhorar a proposta apresentando um sistema capaz de realizar o enrolamento do cabo de forma automática.
- Redimensionar para que possa ser aproveitado o mesmo sistema em outras atividades da suinocultura como para outras aplicações do meio rural ou industrial.
- Recomenda-se que seja feito o estudo e verificação da estrutura total com software de elementos finitos, possibilitando avaliar pontos e componentes de forma real.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. F. **Atualidades em ergonomia – Logística, movimentação de materiais, engenharia industrial, escritórios**. São Paulo: IMAM, 2004.
- ABCS, Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Manual Brasileiro de Boas Práticas agropecuárias na produção de suínos (2011)**. Disponível em: <http://www.abcs.org.br/images/stories/pdf/manual-boas-praticas-suino-web.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2017.
- AMARAL, Armando. **Boas práticas de produção de suínos (2006)**. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_k5u59t7m.pdf. Acesso em: 13 fev. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR2408: Cabos de aço para uso geral – requisitos mínimos**. Rio de Janeiro. 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8400: Calculo de Equipamento para levantamento e movimentação de cargas**. Rio de Janeiro, p. 32. 1984.
- BATISTA, E. SANTOS, G. SANTOS, M. MASCARENHAS, R. PERREIRA, R. NEVES, T. SANTOS, T. **Move carga 500**. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Caetano do Sul – SP. 2015.
- BOUERI, F. J. J. **Antropometria aplicada à arquitetura urbanismo e desenho industrial**. Manual de Estudo. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2008. Disponível em: <http://www.estacaolettras.com.br/pdfs/ebook_antropometria.pdf>. Acessado em: 12 out. 2017.
- CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica**. 2 ed. – São Paulo. McGraw-Hill, 1986.
- CATALOGO Siva Cabos de Aço. Itaquaquecetuba – SP, 2017. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br>. Acesso em: 25 out 2017.
- FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental. **Critérios Técnicos para o Licenciamento Ambiental de novos empreendimentos destinados a suinocultura**. Rio Grande do Sul, 2014.
- GUIMARÃES, D.; AMARAL, G.; MAIA, G.; LEMOS, M.; ITO, M.; CUSTODIO, S. **Suinocultura: Estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no Mundo e o apoio do BNDES**. Agribusiness. BNDES Setorial 45, p. 85 – 136. 2017.
- HIBBELER, Russell Charles. **Resistência dos materiais I**. 7 ed. São Paulo. Pearson Prentice Hall, 2010.
- HILGEMANN, Fabiano Carlos. **Projeto conceitual de carro de movimentação para os módulos de alimentação das colheitadeiras John Deere**. Fabor – Faculdade Horizontina. Horizontina - RS, 2012.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Pecuária (2016)**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 fev.2017.
- JUVINALL, Robert C. **Fundamentos do projeto de componentes de máquinas**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- MACEDO, Dágma B., GOUVÊIA, Josiane B. **A Saúde e Segurança do Trabalhador Rural em uma Granja de Suínos**. Artigo científico. Toledo – Paraná. 2016.
- MACHADO, Leonardo C. **Elevador para deslocamento de pequenas cargas**. Universidade Federal Fluminense, Niteroi – RJ. 2016.

MACHADO, Mariane G. **Tratamento e aproveitamento de dejetos suínos com ênfase na produção de biogás**. Criciúma – SC, 2009.

MELCONIAM, Sarkis **Elementos de Máquina**. 10 ed. São Paulo – SP, Erica 2012.

MANUAL técnico: cabos de aço. Osasco - SP: CIMAF, 2009. Disponível em: <http://www.internacionalcabos.com.br/CatalogoCimaf.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2017.

NORTON, Robert L. **Projeto de máquinas: uma abordagem integrada**. 4 ed. Porto Alegre, Bookman, 2013.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-11–Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais**. 2009.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-17 – Ergonomia**. 2009.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-31 –Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura**. 2009.

OLIVEIRA, Paulo A. V. de. **Suinocultura: noções básicas**. EMBRAPA – CNPSA, Concórdia – SC, 1993.

PAHL, G. *et al.* **Projeto na engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. Tradução de Hans Andreas Werner; Revisão Nazem Nascimento. - São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

PONTES, Haroldo de A. **Fundamentos da corrosão**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR. [s.d].

ROSA, Edison da. **Análise da Resistência Mecânica**. Universidade Federal de Santa Catarina – SC. 2002.

RUDENKO, N. – **Máquinas de elevação e transporte** - Tradutor: João Plaza. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1976.

SARTOR, Valmir. **Informações básicas para projeto de construção rural**. Viçosa – MG, 2004.

SCHACKELFORD, James F. **Introdução à ciência dos materiais para engenheiros**. 6 ed. São Paulo – SP, 2008.

TRABACHINI, Adile. **Sistema automatizado de alimentação individual para suínos visando aplicação em rastreabilidade animal**. Piracicaba – SP, 2013.

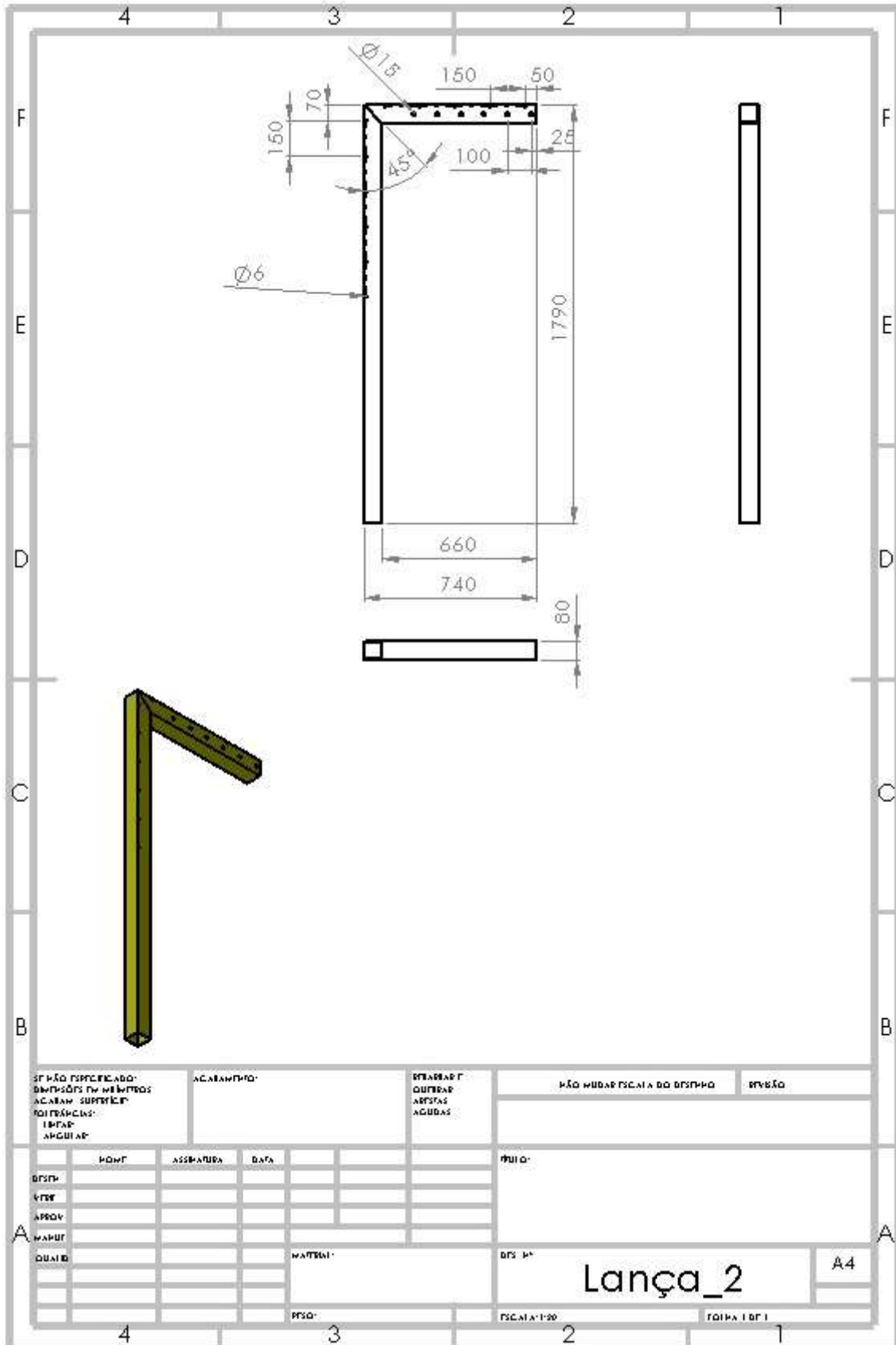
APÊNDICE A – Matriz morfológica

Funções Elementares	Matriz Morfológica		
	1	2	3
Rodado			
Manobrar o carro			
Sustentar o produto			
Braço			
Elevar a carga			
Sustentar a carga			
Gerar energia mecânica			
Engatar a carga			
Polias e roldanas			

APÊNDICE B – Concepção da matriz morfológica

Funções elementares	Matriz Morfológica		
	1	2	3
Rodado			
Manobrar o carro			
Sustentar o produto			
Braço			
Elevar a carga			
Sustentar a carga			
Gerar energia mecanica			
Engatar a carga			
Polias e roldanas			

APÊNDICE C



SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAM: SUPERFÍCIE FOLGAS: 100µm ANGULAR		ACABAMENTO:	DETAHAR E QUANTAS PARTES AGUÇAS	N.º DE UNIDADES ESCALAS DO DESENHO ESCALA:	REVISO Nº:
PROJ VISE APROV MONT QUANT	ASSINATURA DATA	MATERIAL	QTD ESCALA: 1:50	Lança_2	
		QTD:	ESCALA: 1:50	FOLHA 1 DE 1	

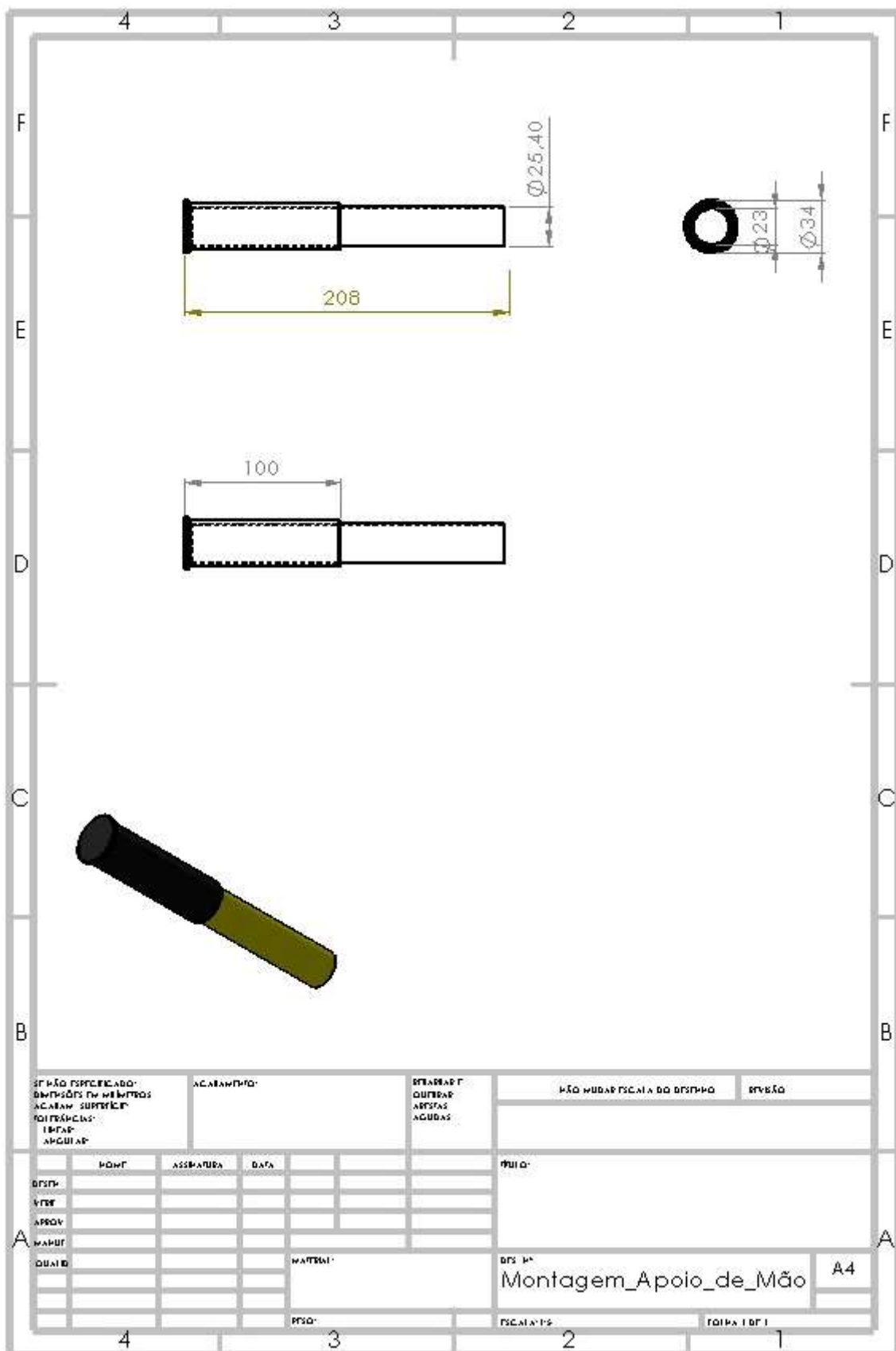
Lança_2 A4

Technical drawing showing three views of a wheel assembly:

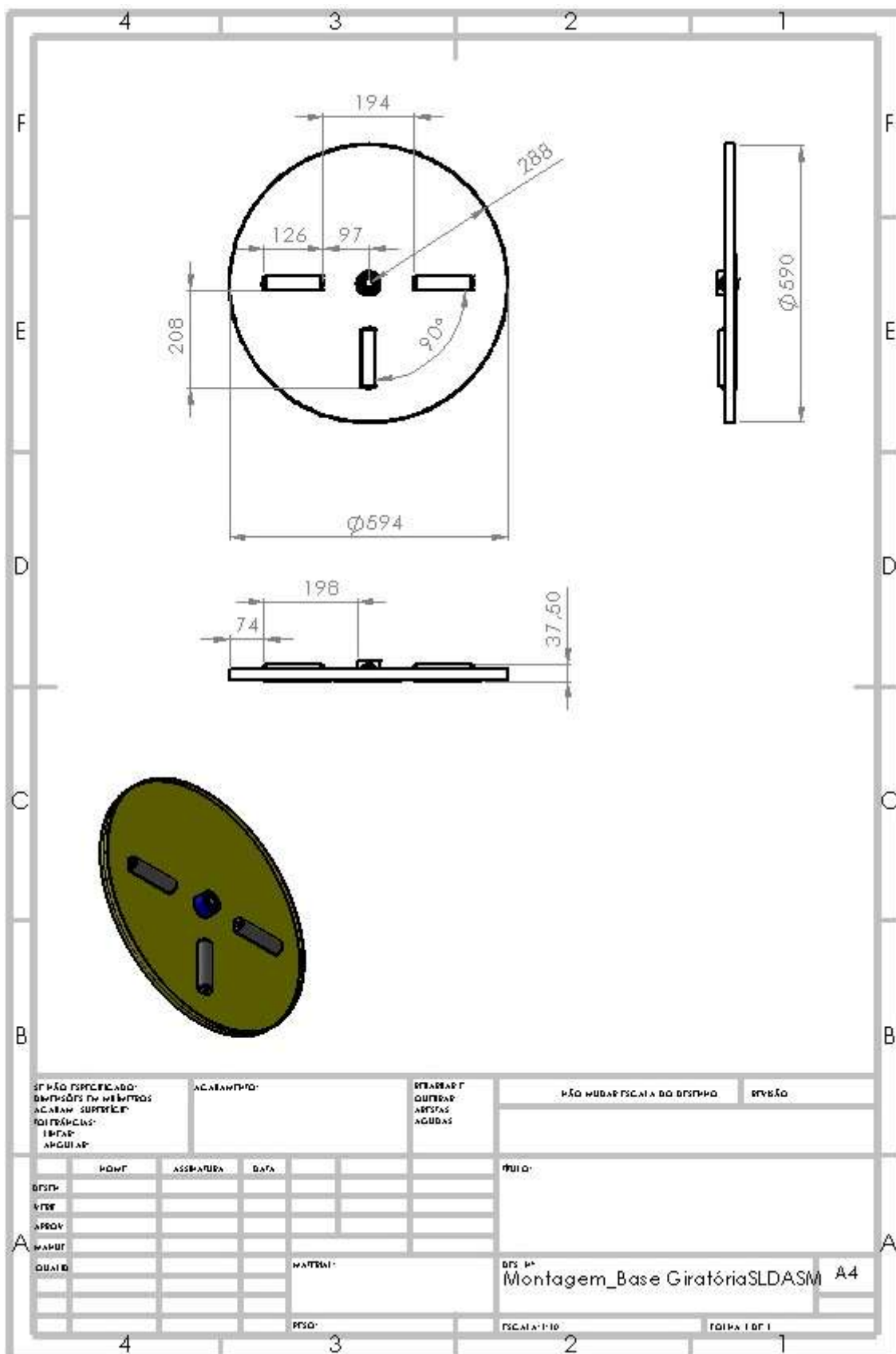
- Top View (Right):** Shows an outer diameter of $\varnothing 220$ and an inner diameter of $\varnothing 200$. A central hole has a diameter of $\varnothing 30$.
- Side View (Top):** Shows a total height of 100 and an outer diameter of $\varnothing 220$.
- Side View (Bottom):** Shows a total height of 90. The top section has a height of 20 and a diameter of $\varnothing 30$. The bottom section has a height of 5 and a diameter of 20.

A 3D perspective view of the wheel is shown in the bottom-left quadrant, featuring a black outer rim and a yellow-green inner hub.

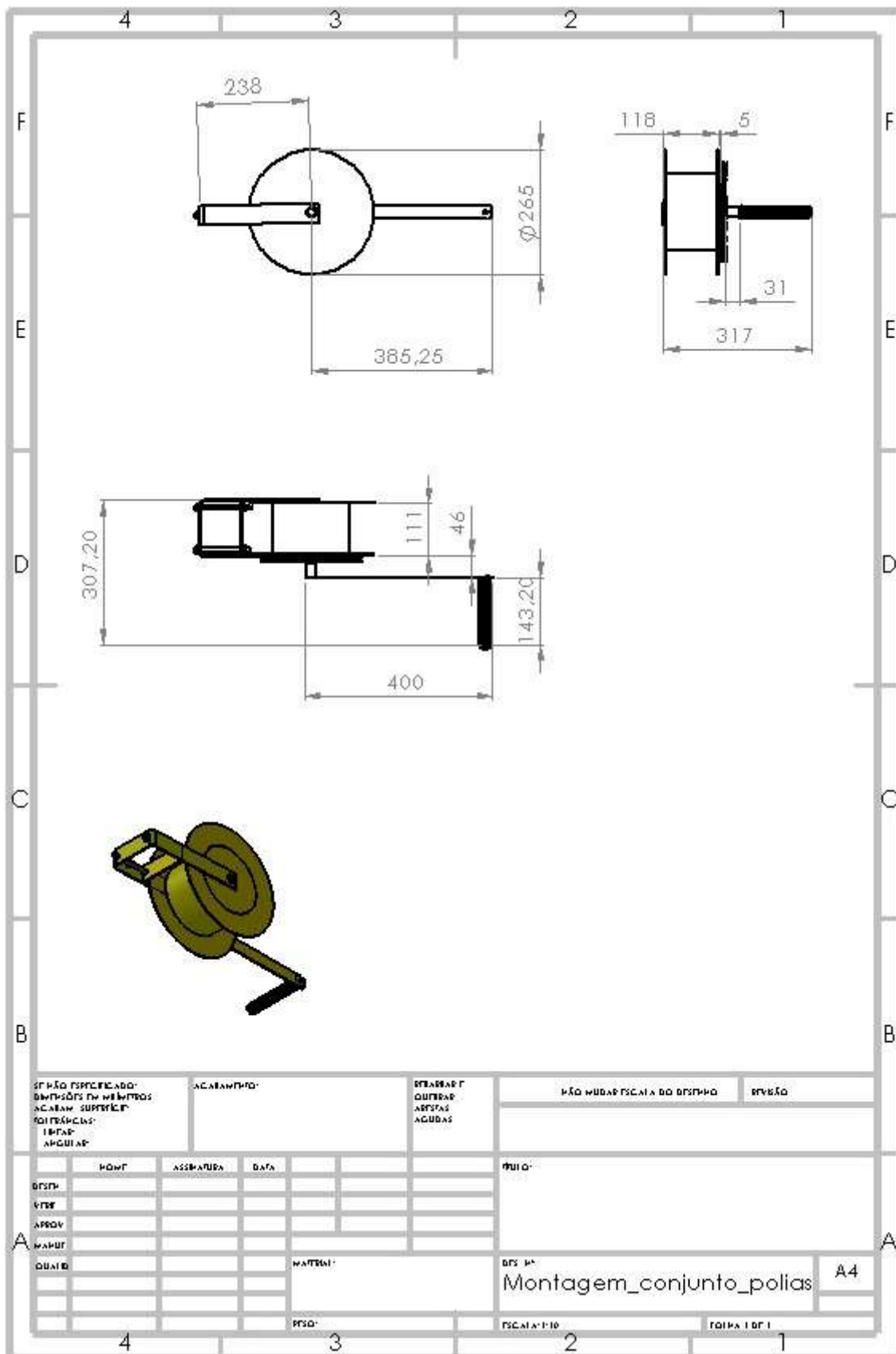
O FICANTE ESPECIFICADO DEVE SER DE ALUMINIO ANODADO EM SUPERFICIE INTERNA E EXTERNA DEVE SER ANODADO		O ANODADO DEVE SER EM CONFORMIDADE COM O NBR 13443		O MATERIAL DEVE SER DE ALUMINIO ANODADO		O FICANTE ESPECIFICADO DEVE SER DE ALUMINIO ANODADO	
NOME	ASSINATURA	DATA				FICANTE DATA	
ESP.						OBS. Nº Montagem da roda	
VIST.						A4	
PROV.						FICANTE Nº	
MATER.						FOLHA 1 DE 1	
QUANT.						FICANTE Nº	

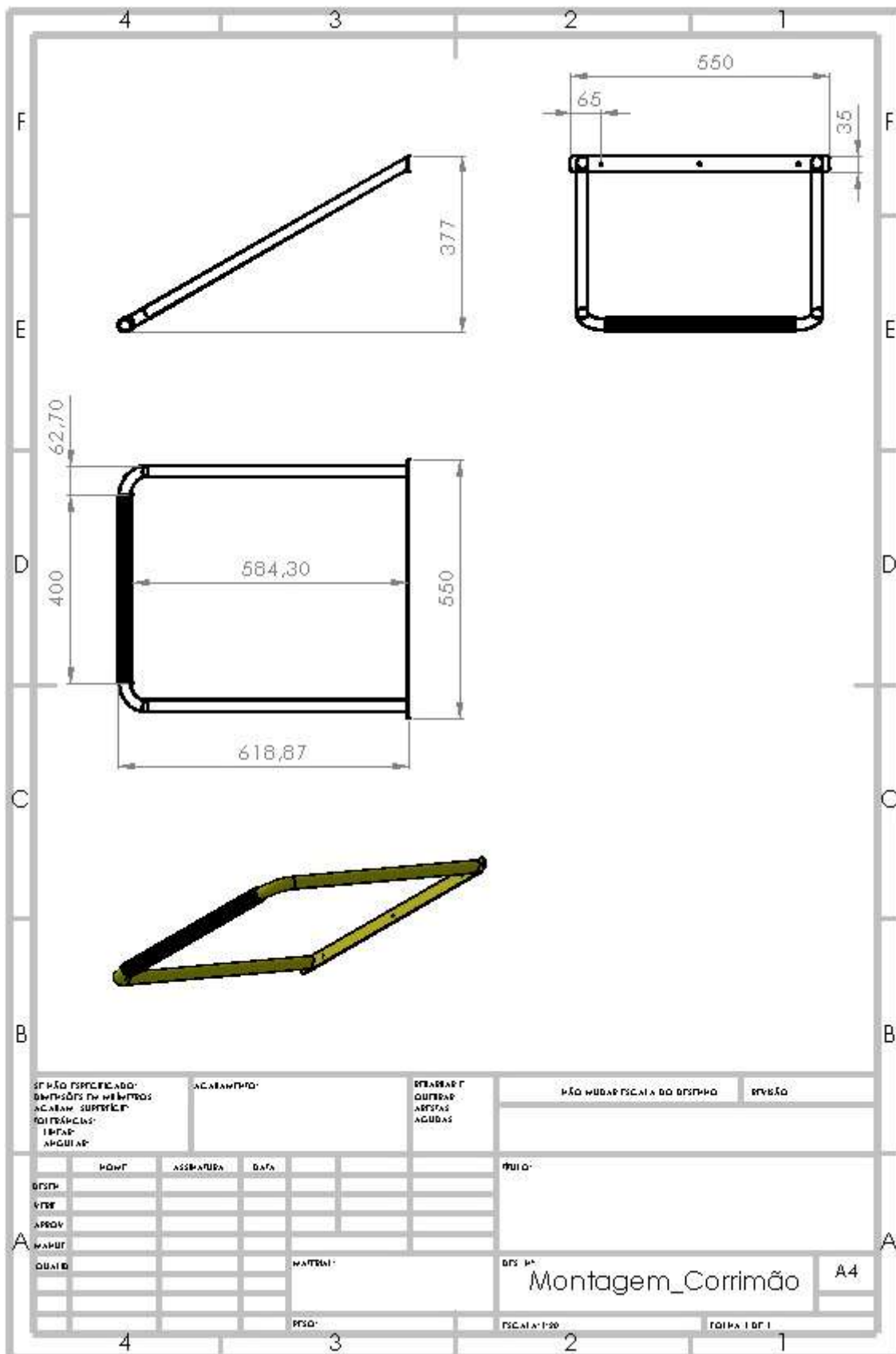


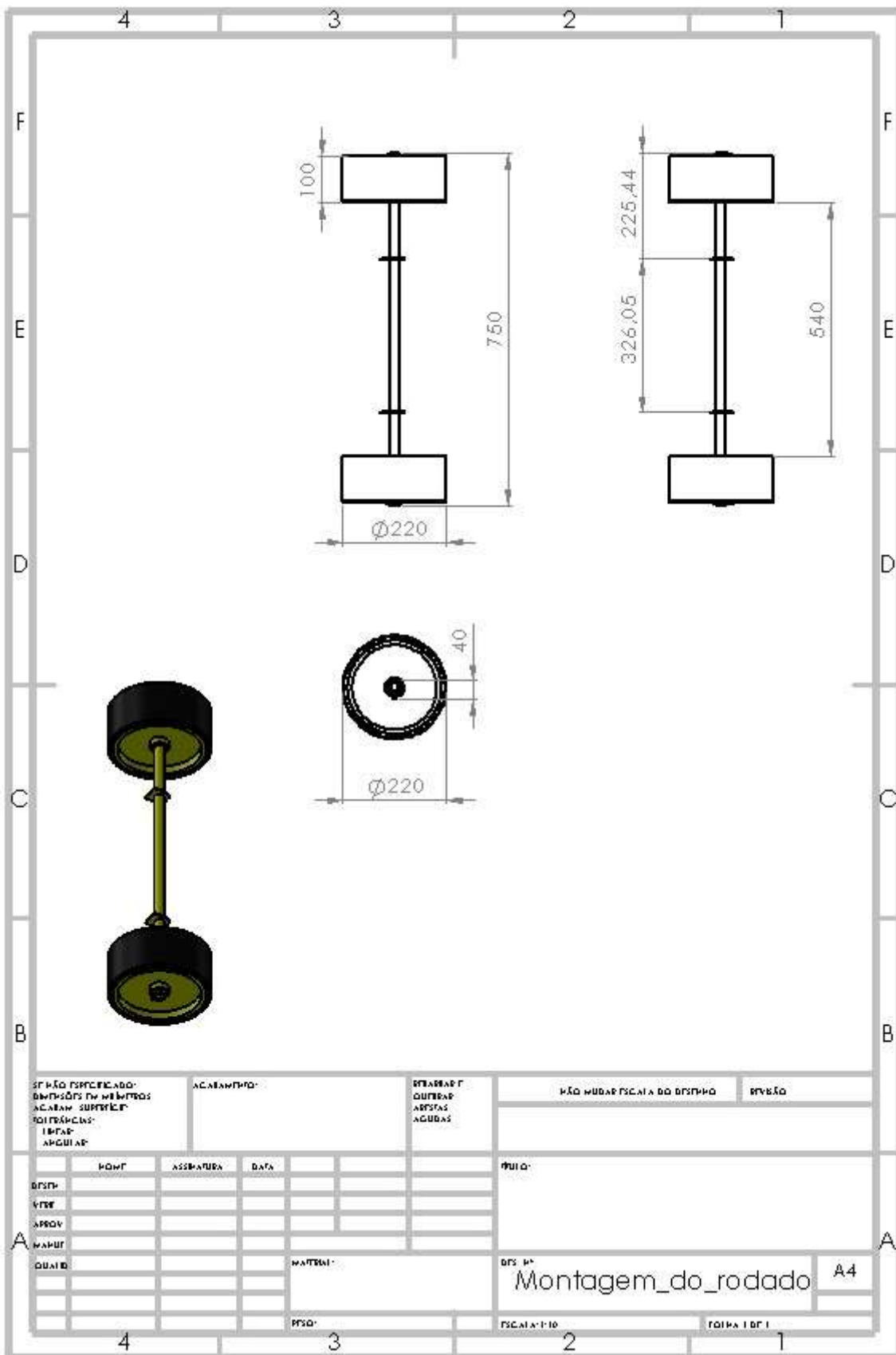
SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAR: SUPERFÍCIE POLIDA/SEM TRIPAS ARREDAR		ACABAMENTO:		DETAHAR E QUILIBRAR ARISTAS AGUDAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		REVISO	
PONT		ASSINATURA		DATA		PROJ			
DESIGN									
VISE									
APROV									
MATER									
QUANT				MATERIAL		DIS N°		A4	
						Montagem_Apoio_de_Mão			
				PROJ		ESCALA: 1:1		TOTAIS 1 DE 1	

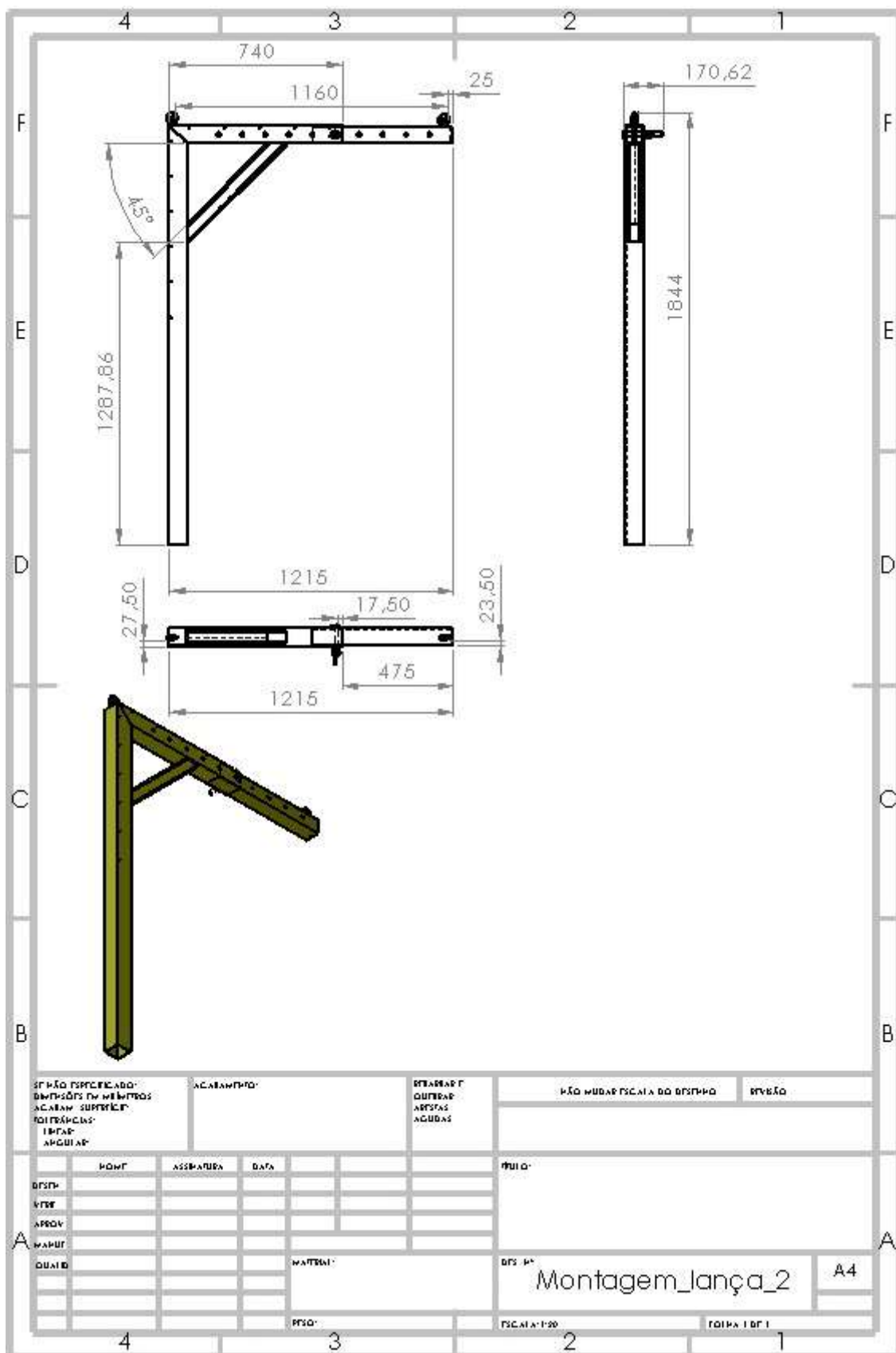


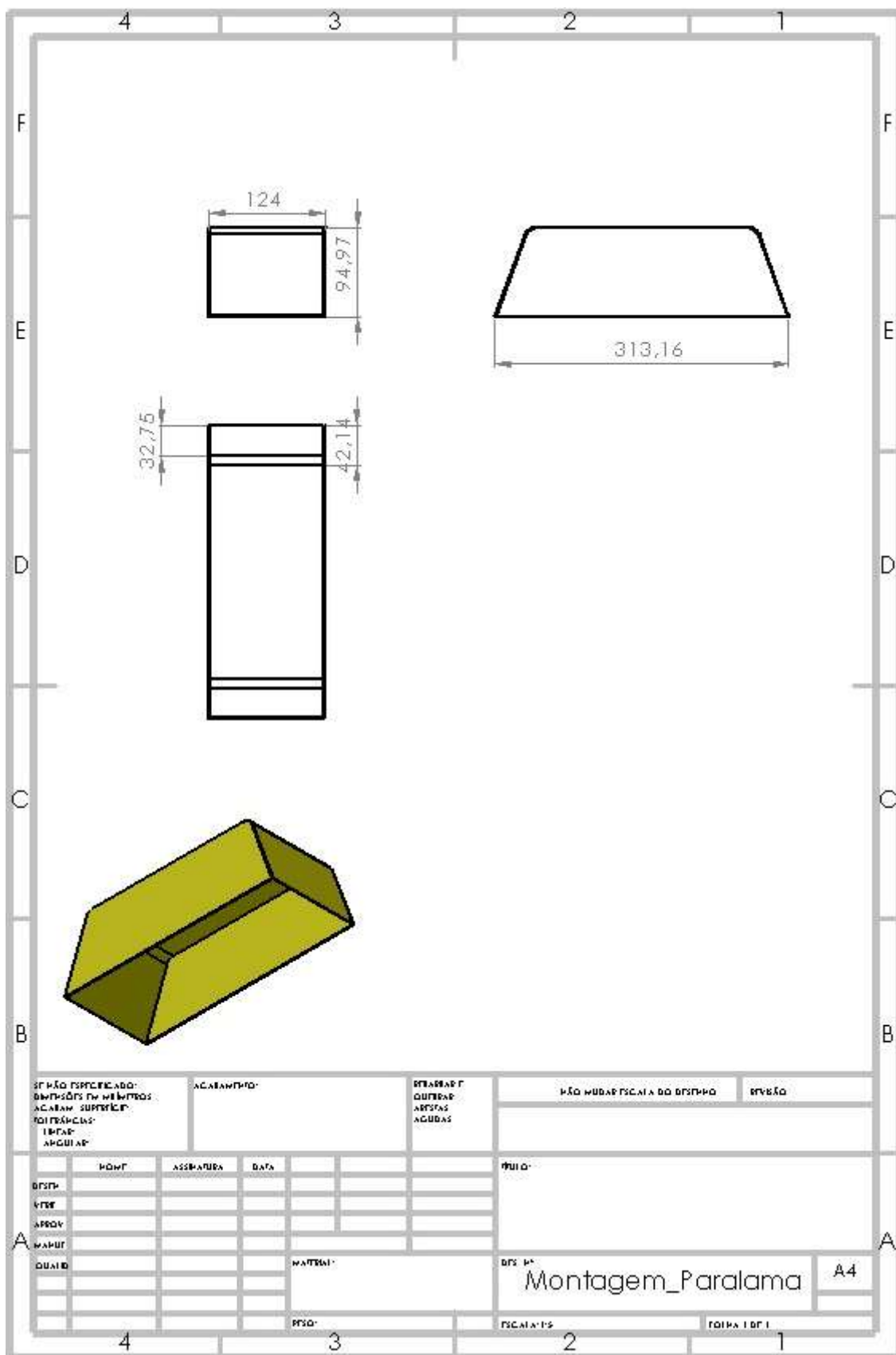
SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAMENTO: FOLGAS: LINEAR: ANGULAR		ACABAMENTO:	ESTRUTURA: OUTRAS: ANOTAÇÕES	NÃO MUDAR ESCALA DO DESenho	REVISO
PROJ:	ASSINATURA:	DATA:		PROJ:	
DESIGN:					
REV:					
APROV:					
MATER:					
QUANT:			MATERIAL:	DES. Nº	
				Montagem_Base GiratóriaSLDASM	A4
			PROJ:	ESCALA: 1:10	FOLHA 1 DE 1



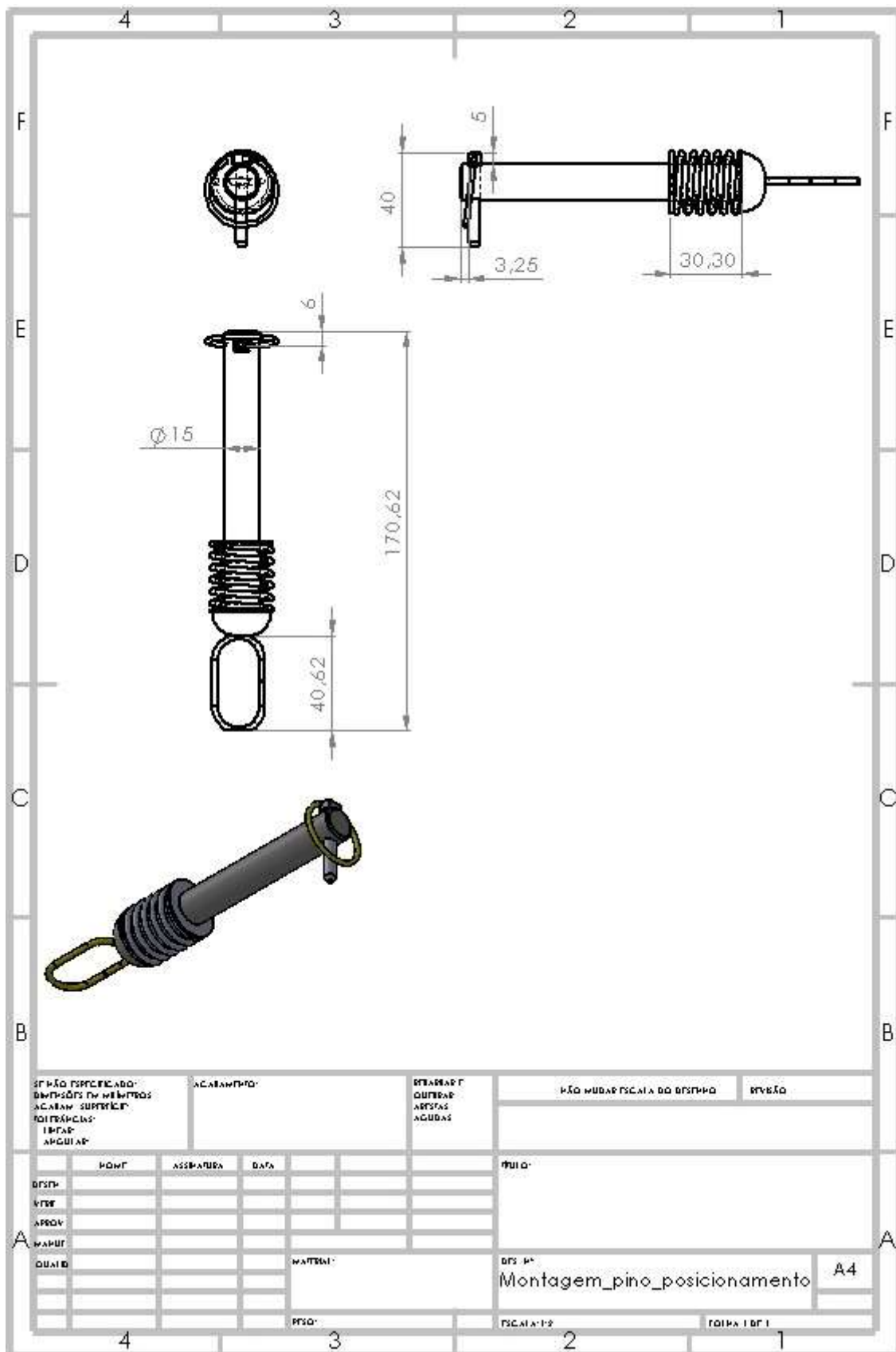


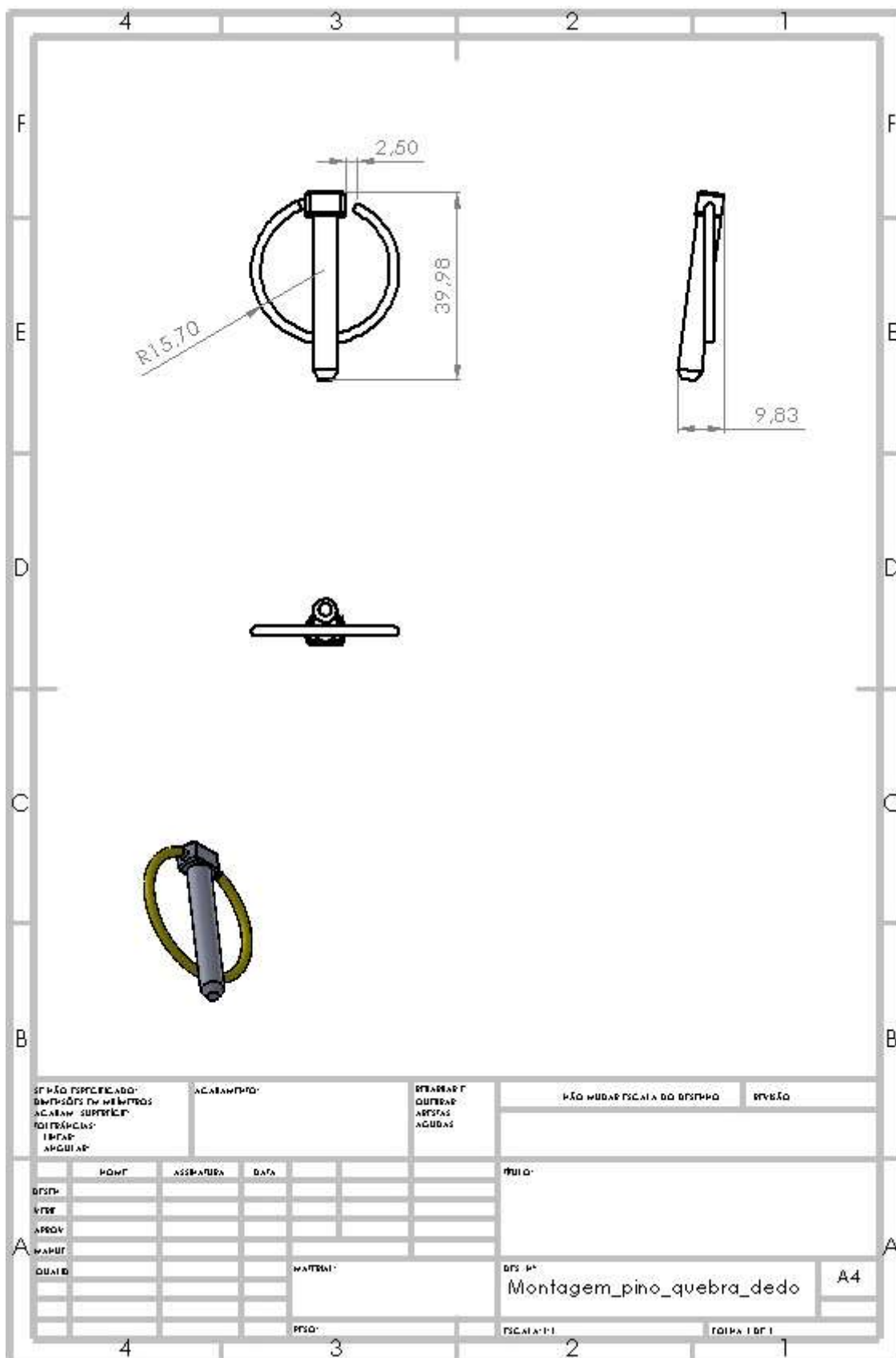


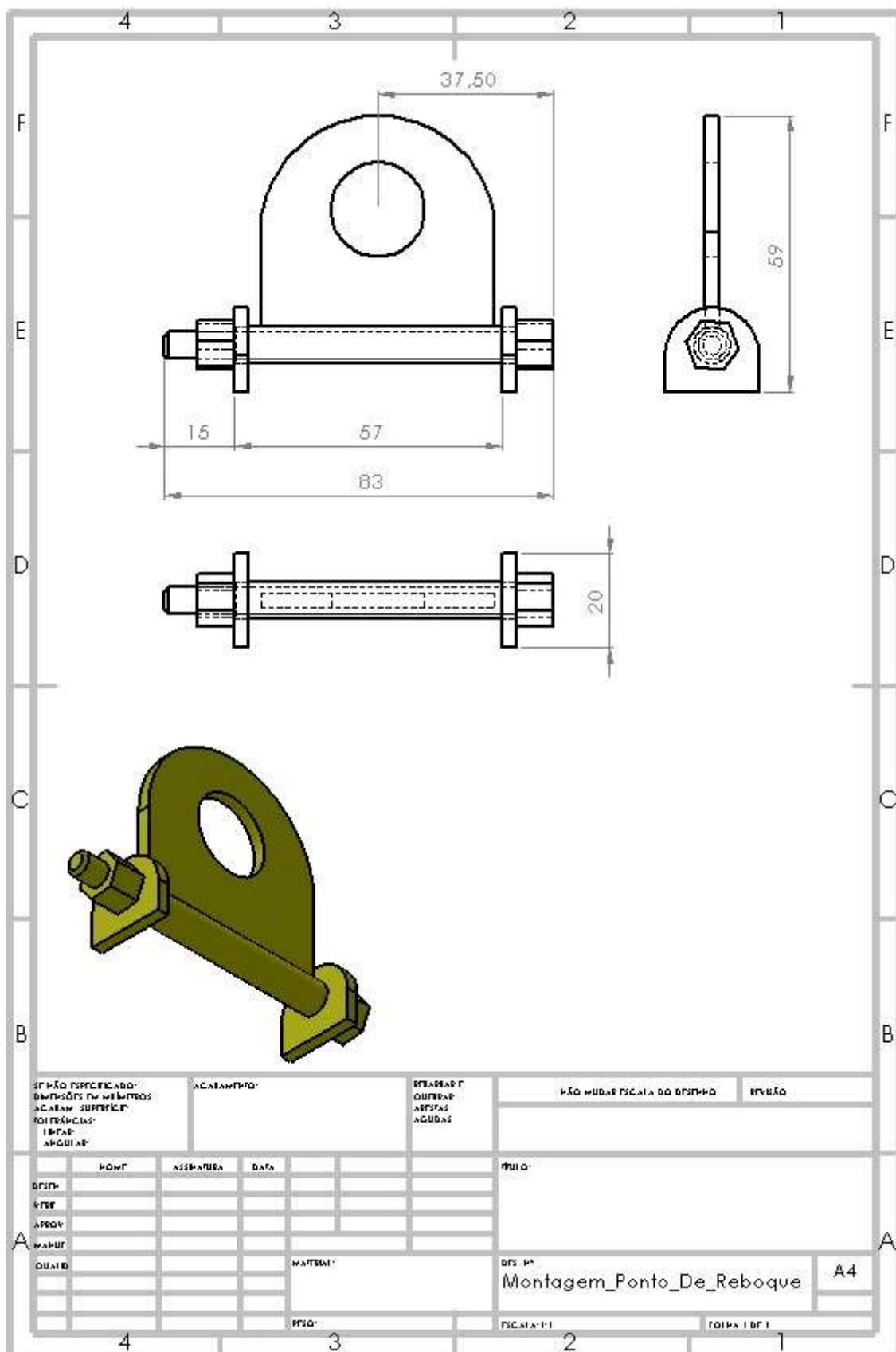


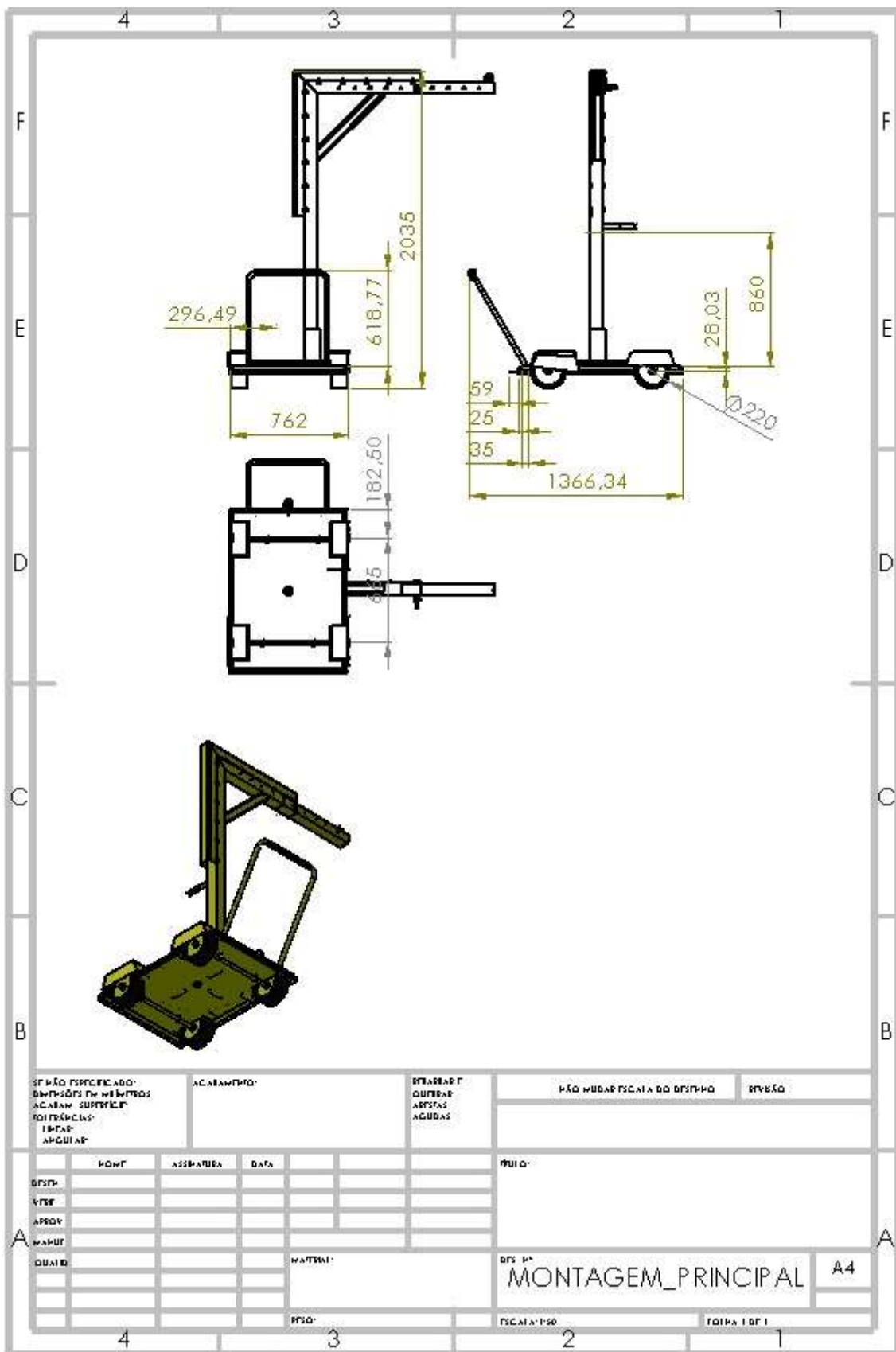


SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAM. SUPERFÍCIE: TODAS AS FACES: TODAS AS ARESTAS:		ACABAMENTO:	RENDER F. QUANTAS ARESTAS ACODAS	NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	REVISO
PROJ.	ASSINATURA	DATA		TÍTULO:	
DESEN.				DTS Nº Montagem_Paralama A4	
VISE					
APROV.					
MAQUIL.					
QUANT.			MATERIAL:	DTS Nº	
			PRZO:	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1

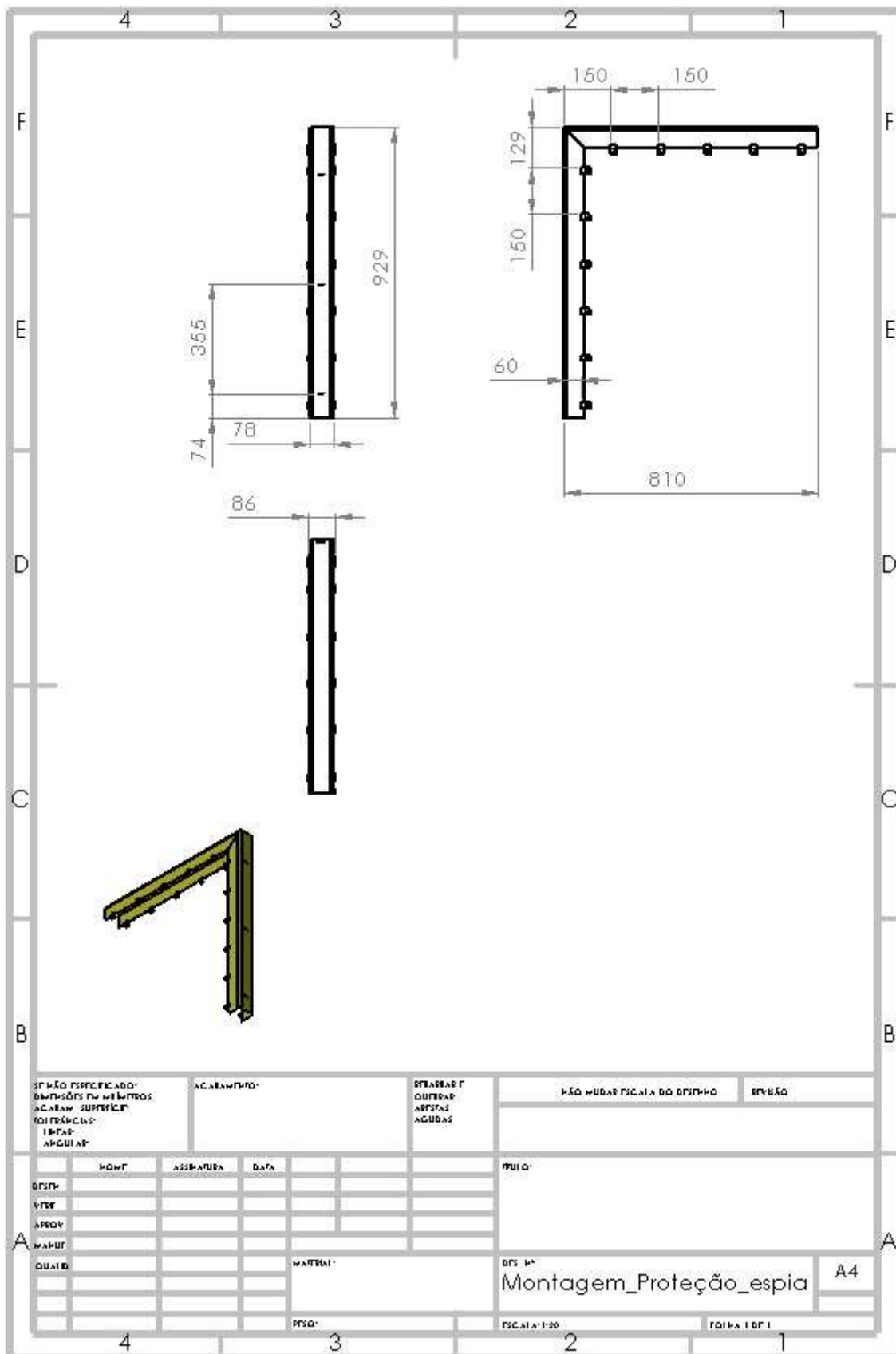


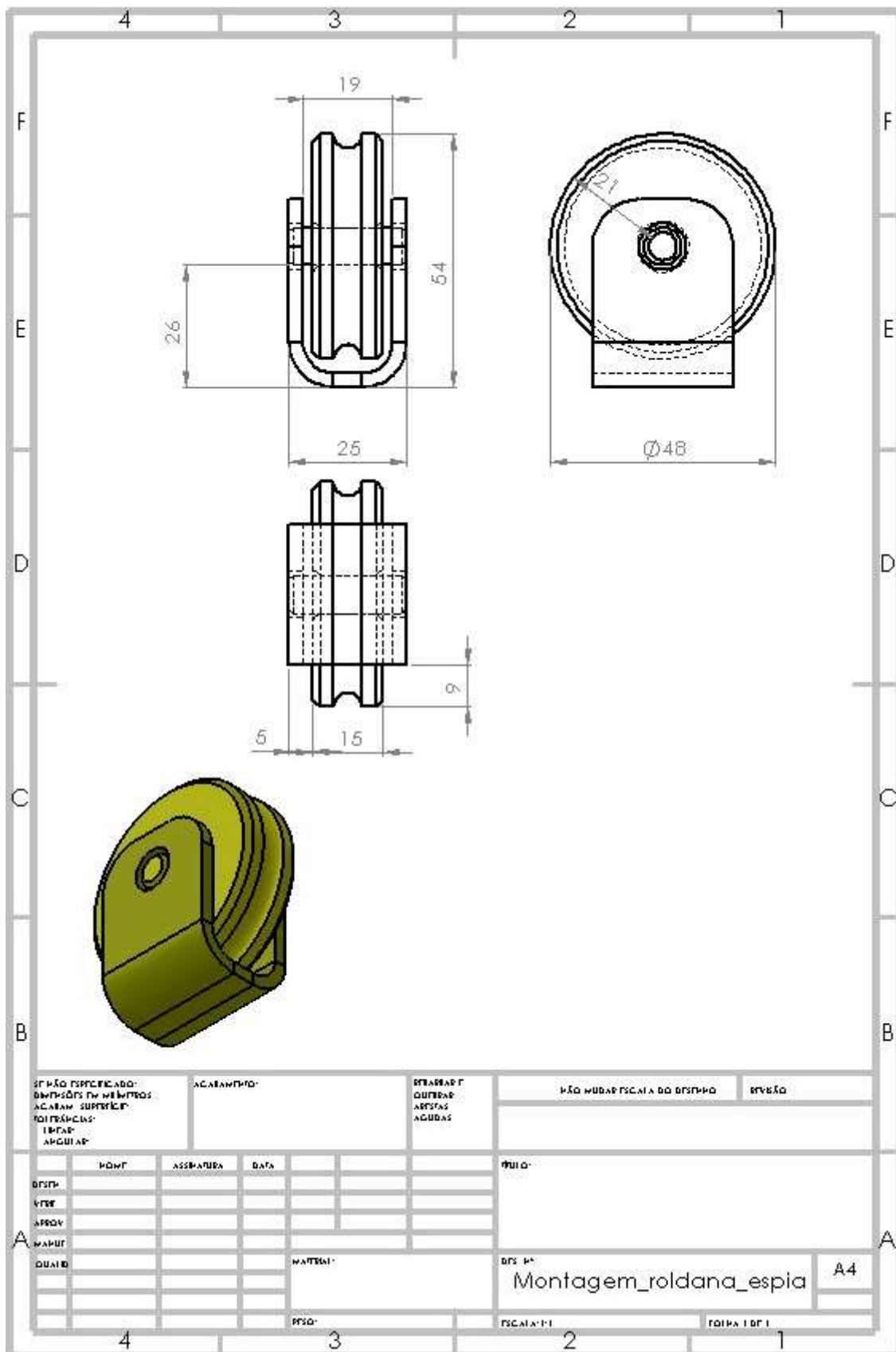




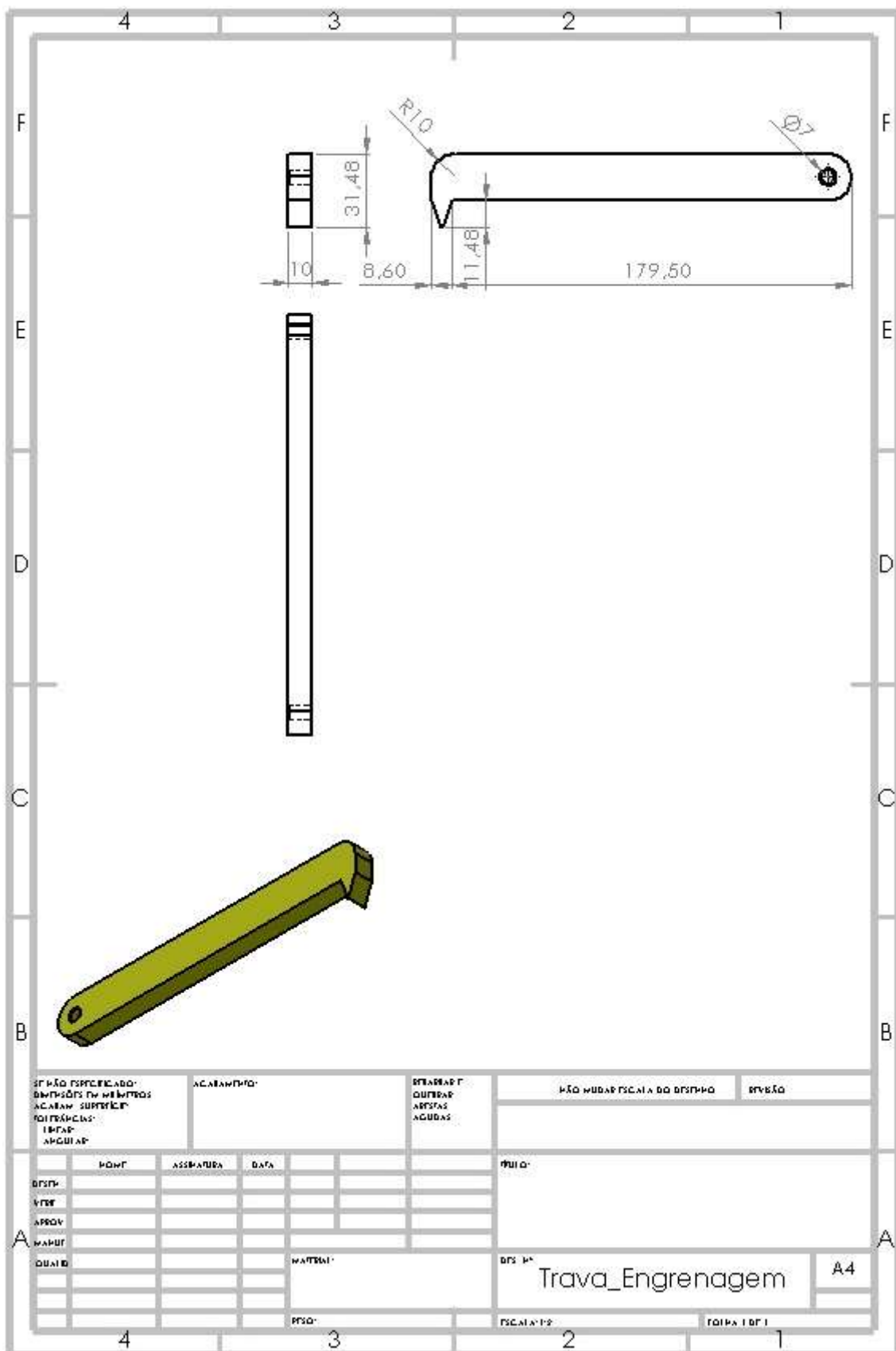


SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES DE MÓDULOS ACABAM SUPRIMIR DIREÇÕES TUBOS ANGULARES		ACABAMENTO:	DETALHAR OUTRAS ARTES AGUÇAS		SE MUDAR ESCALA DO SISTEMA	REVISO
PROJ	ASSINATURA	DATA	PRIO			
DESEN						
VISE						
APROV						
MAQU						
OUAID						
		MATERIAL	BFS 4"		MONTAGEM_PRINCIPAL A4	
		PRIO	ESCALA 1:50		FOLHA 1 DE 1	





SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSIONES EM MILÍMETROS ACABAM. SUPERFÍCIE: TODAS FASCÍAS: TODAS ANGULAR		ACABAMENTO:		REBARF. F. QUANTAS ARESTAS ACODAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		REVISO	
NOME		ASSINATURA		DATA		FOLIO			
DESIGN.						DES. Nº Montagem_rolana_espia A4			
VISE									
APROV.									
MATER.									
QUANT.				MATERIA:		DES. Nº		FOLHA 1 DE 1	
				PRZO:		FASCIA Nº			



SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAR: SUPERFÍCIE POLIDA/SEM TRIPAS ANGULAR		ACABAMENTO:		DETAHAR E QUILIBRAR ARISTAS AGUDAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		TÍTULO	
PROJ.		ASSINATURA		DATA		FOLHA		DE	
DESIGN.									
VISE									
APROV.									
MATER.									
QUANT.				MATERIAL		DIS. Nº		A4	
				PRD.		ESCALA: 1:1		TÍTULO: Trava_Engrenagem	