



Gilmar Feltraco

Jorge Augusto Górski

**SISTEMA DE RASPADOR MOTORIZADO PARA LIMPEZA DE
UNIDADES DE TERMINAÇÃO DE SUÍNOS**

Horizontina - RS

2017

Gilmar Feltraco
Jorge Augusto Górski

**SISTEMA DE RASPADOR MOTORIZADO PARA LIMPEZA DE
UNIDADES DE TERMINAÇÃO DE SUÍNOS**

Projeto do Trabalho Final de Curso
apresentado como requisito parcial para a o
Trabalho Final de Curso do Curso de
Engenharia Mecânica da Faculdade
Horizontalina, sob a orientação do Prof. Me.
Luís Carlos Wachholz.

Horizontalina - RS

2017

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

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

**“SISTEMA DE RASPADOR MOTORIZADO PARA LIMPEZA DE UNIDADES DE
TERMINAÇÃO DE SUÍNOS”**

Elaborada por:

Gilmar Feltraco, Jorge Augusto Górski

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

Aprovado em:

Pela Comissão Examinadora

Titulação. Nome do orientador

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Titulação. Nome do Examinador Interno

FAHOR – Faculdade Horizontina

Titulação. Nome do Examinador Interno

FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina – RS

2017

Dedicatória

Às nossas famílias por todo apoio, amor e incentivo. Por não medirem esforços para que essa etapa de nossas vidas fosse concluída. Nossa eterna gratidão.

AGRADECIMENTO

A todos os professores pelos conhecimentos transmitidos. Aos colegas pelo aprendizado compartilhado. E aos amigos e familiares que compreenderam os momentos de ausência e nos deram todo apoio nessa caminhada.

“Os únicos limites das nossas realizações de amanhã são as nossas dúvidas e hesitações de hoje”.

(Franklin Roosevelt)

RESUMO

O mercado atual exige cada vez mais uma produção rápida e eficaz nos mais diversos setores de produção. A suinocultura é uma atividade que vem crescendo no Brasil, principalmente na região Sul, mas que ainda carece de avanços tecnológicos. A limpeza de unidades de terminação ainda é feita de modo precário e manual. Constatou-se a necessidade de se desenvolver um equipamento para realizar a limpeza das unidades de terminação de suínos e eliminar o contato direto do sistema respiratório, tanto de suínos quanto dos trabalhadores, com gases e particulados de dejetos. De acordo com a necessidade e com as informações obtidas, desenvolveu-se o projeto de um sistema de raspador motorizado para unidades de terminação de suínos. Que consiste em uma lâmina que fará o processo de raspagem, levando os dejetos em direção à lâmina d'água. Se implementado nas instalações, otimizará a forma de limpeza, conseqüentemente reduzindo custos e aumentando a produção.

PALAVRAS-CHAVE: Raspador. Limpeza. Suinocultura.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de matrizes alojadas no Brasil	16
Figura 2 – Posicionamento da unidade de terminação de suínos de acordo com o sol	17
Figura 3 – Planta baixa de uma unidade de terminação de suínos	18
Figura 4 – Limpeza manual de uma baia das unidades de terminação	19
Figura 5 – Removedor de cascão	20
Figura 6 – Raspador de corredores livres	20
Figura 7 – Metodologia projetual de Munari	25
Figura 8 – Visitação em uma unidade de terminação padrão ALIBEM S.A.	27
Figura 9 – Planta baixa da baia	28
Figura 10 – Planta baixa de toda unidade de terminação com as 24 baias	28
Figura 11 – Demonstrativo comprimento e giro do raspador	29
Figura 12 – Recorte perfil C	30
Figura 13 – Perfil C com borrachas fixadas	30
Figura 14 – Cabo de aço com construção 6x9 por diâmetro 3/16”	31
Figura 15 – Dimensionamento das polias de acordo com os cabos de aço	32
Figura 16 – Motor MOVIMOT® com inversor de frequência integrado	32
Figura 17 – Especificações do motor	33
Figura 18 – Módulo de controle MBG11A	33
Figura 19 – Redução por corrente	33
Figura 20 – Vista superior de uma baia com o sistema de raspador motorizado instalado	35
Figura 21 – Vista lateral do motor com redução e polias fixadas na parte externa da baia	35
Figura 22 – Vista superior do sistema instalado nas 24 baias	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Coeficiente de segurança	22
Quadro 2 – Coeficiente de atrito estático de acordo com o material	23
Quadro 3 – Relação comprimento x ângulo do raspador	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução na participação da produção mundial de carne suína	14
Tabela 2 – Evolução do plantel e abates	15
Tabela 3 – Evolução do consumo de carnes no Brasil	15

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA.....	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA.....	12
1.5 JUSTIFICATIVA.....	13
1.6 OBJETIVOS.....	13
1.6.1 Objetivo Geral	13
1.6.2 Objetivos Específicos	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 HISTÓRIA DA SUINOCULTURA.....	14
2.2 PRODUÇÃO DE CARNE SUÍNA.....	14
2.3 SISTEMAS DE CRIAÇÃO.....	16
2.3.1 Tipos de Produção	17
2.3.2 Dimensionamento das Instalações	17
2.3.3 Limpeza e Desinfecção	18
2.4 SOLUÇÕES DISPONÍVEIS NO MERCADO.....	19
2.5 PROJETO MECÂNICO.....	21
2.5.1 Velocidade Angular	21
2.5.2 Relação de Transmissão	21
2.5.3 Motores Elétricos	21
2.5.4 Coeficiente de Segurança	22
2.5.5 Momento Torçor	22
2.5.6 Forças de Atrito	22

2.5.7 Comprimento da Circunferência.....	24
3 METODOLOGIA	25
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	25
3.2 DIMENSIONAMENTOS.....	25
3.2.1 Software SolidWorks.....	26
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	27
4.1 RECOLHIMENTO DE DADOS.....	27
4.1.1 Visitação das Unidades de Terminação de Suínos	27
4.2 SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE MOVIMENTO	28
4.2.1 Comprimento e Movimento Angular do Raspador.....	29
4.2.2 Formato do Raspador	30
4.2.3 Carga Tracionada	31
4.2.4 Cabo de Aço.....	31
4.2.5 Polias.....	32
4.2.6 Motor	32
4.2.7 Velocidade de Movimento do Raspador.....	33
4.2.8 Momento Torçor	34
CONCLUSÃO	36
SUGESTÕES DE MELHORIAS	37
REFERÊNCIAS.....	38
APÊNDICES.....	39

1 INTRODUÇÃO

A carne suína tem tido cada vez mais espaço no mercado mundial. Muito se deve a alta do preço da carne bovina e o próprio consumidor que está deixando de lado o preconceito com o alimento. O setor continua forte e crescente.

Para atender essa crescente demanda faz-se necessário que o produtor se alie ao uso de tecnologias para auxiliar na criação dos animais. Seja aumentando o conforto do animal com ambientes mais ventilados, seja automatizando o processo de alimentação. Pois para o alimento ter um bom valor de mercado é necessária uma cadeia produtiva de baixo custo e otimizada.

Desta forma, como a limpeza de unidades de terminação ainda é realizada de forma manual, deu-se início ao desenvolvimento de um equipamento que visa diminuir o contato direto do homem com os dejetos durante a limpeza. Já que essa é uma ocupação que pode vir a causar riscos à saúde tanto do ser humano quanto do animal.

1.1 TEMA

Equipamento que automatize o processo de limpeza de unidades de terminação de suínos, que atualmente ainda é feito de forma totalmente manual.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Com a necessidade de se ter uma produção mais rápida e eficaz, é de suma importância um processo que visa limpar e remover dejetos de forma otimizada, fazendo seu correto descarte e também evitando problemas com a saúde dos suínos.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

É possível projetar um equipamento para limpeza de unidades de terminação de suínos que automatize as atividades de limpeza?

1.5 JUSTIFICATIVA

Constatou-se a necessidade de se desenvolver um equipamento para agilizar a limpeza das unidades de terminação e eliminar o contato direto do sistema respiratório, tanto de suínos quanto dos trabalhadores, com os particulados de dejetos.

Além de eliminar parte do trabalho pesado presente nesta cultura, tornando essa profissão mais atrativa e, conseqüentemente, diminuir evasão de pessoas que não querem trabalhar nesse tipo de serviço.

Ainda não houve um desenvolvimento tecnológico nesse sentido. A limpeza é feita de forma manual, através de raspagem.

1.6 OBJETIVOS

Com base no problema e justificativa definiu-se os objetivos geral e específicos.

1.6.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho é desenvolver o projeto de um sistema motorizado que remova sujeiras através do raspador, raspando os dejetos da baia onde estão localizados os suínos até a lâmina d'água.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Buscar bibliografia para suportar o desenvolvimento do produto
- Dimensionar o raspador e o sistema de transmissão;
- Realizar a modelagem 3D do equipamento;

2 REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão de literatura consta todo referencial teórico a respeito da suinocultura e também dados técnicos para suportar o desenvolvimento do equipamento.

2.1 HISTÓRIA DA SUINOCULTURA

Há estudos que apontem que o consumo de carne suína começou entre 18.000 a 5.000 a.C. pelos habitantes da Europa, Ásia e de parte do Mediterrâneo. De acordo com o SEBRAE (2008), a carne suína era o principal alimento dos homens sedentários, superando até mesmo o consumo de cereais e grãos.

Consumo da carne suína espalhou-se por toda a Europa, e por volta de 1493, com a era das grandes navegações, Cristóvão Colombo trouxe os suínos para a América, na região de São Domingos, América Central. Expandindo-se assim por toda América do Norte e após para alguns países do norte da América do Sul. (SEBRAE, 2008).

No Brasil, os primeiros suínos foram trazidos pelo navegador Martim Afonso de Souza, para o litoral paulista de São Vicente – SP, em 1532. Já no Rio Grande do Sul, em meados do Século XIX, foram introduzidos pelos imigrantes alemães, pois na Alemanha, a suinocultura era uma das principais atividades dos camponeses por ser economicamente viável, rentável e com porte de qualidade. (SEBRAE, 2008).

2.2 PRODUÇÃO DE CARNE SUÍNA

De acordo com Ferreira (2014), o Brasil tem aumentado sua participação no mercado mundial de carne suína, onde nos últimos 30 anos triplicou a sua produção, enquanto a produção mundial apenas duplicou, como mostrado na tabela 1.

Tabela 1 – Evolução na participação da produção mundial de carne suína

Ano	Produção Brasil (milhões T)	Produção mundial (milhões T)	Participação, %
1980	1,150	52,678	2,18
1990	1,040	69,862	1,49
2000	2,556	89,533	2,85
2010	3,238	102,745	3,15
2012	3,450	110,800	3,21

Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2014, p. 31).

Esse aumento na produtividade se deve muito a setores do ramo que não medem esforços nos estudos de novas tecnologias para criação de suínos. Resultando em um animal com uma evolução genética e nutricional que apresentam maior ganho de peso e menor acúmulo de gordura no momento do abate, como evidenciado na tabela 2.

Tabela 2 – Evolução do plantel e abates

	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2012
Nº de cabeças (milhões)	32,500	33,623	35,050	31,562	34,063	38,950	39,306
Produção de carne (milhões T)	1,150	1,040	1,470	2,556	2,709	3,238	3,450
Nº de abates (milhões cabeças)	17,7	19,2	20,1	32,3	33,9	39,6	40,5
Peso médio das carcaças (kg)	64,9	64,6	73,1	79,1	79,9	81,7	84,5
Desfrute (%)	54,4	53,6	57,3	102,3	99,5	101,6	103

Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2014, p. 31).

A região Sul tem se destacado na produção brasileira, sendo a região com maior produção de suínos, obtendo quase metade da produção nacional, onde em 2011, alcançou a marca de 20 milhões de cabeças, conforme mostrado na tabela 3.

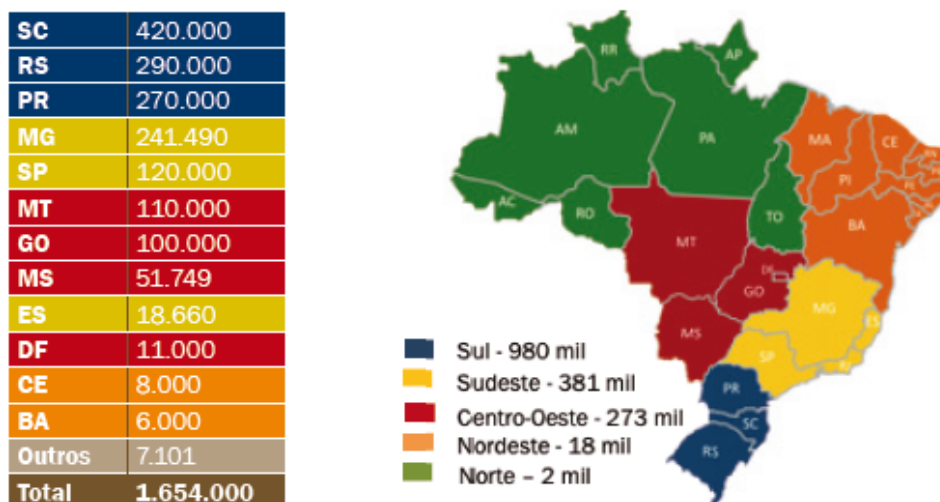
Tabela 3 – Evolução do consumo de carnes no Brasil (milhões de unidades)

Região	1980	1985	1990	1995	2000	2006	2010	2011
Norte	1,910	2,560	3,750	2,207	2,619	1,594	1,598	1,569
Nordeste	7,993	7,872	9,691	6,357	7,140	3,945	6,184	6,079
Sudeste	6,141	5,606	6,084	4,496	5,548	5,482	6,857	7,023
Sul	15,412	11,892	10,636	12,495	13,452	17,366	18,930	19,094
Centro-Oeste	2,874	2,548	3,459	2,253	2,801	3,559	5,381	5,539
Totais	34,33	30,48	33,62	27,81	31,56	31,95	38,95	39,30

Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2014, p. 34).

Conforme dados citados por Dias et al. (2011), a região Sul detém 60% das matrizes (suínos fêmeas destinadas para a reprodução) alojadas no Brasil, como podemos ver na figura 1.

Figura 1 – Número de matrizes alojadas no Brasil



Fonte: Dias et al. (2011, p. 7).

2.3 SISTEMAS DE CRIAÇÃO

Em conformidade com Souza et al. (2004), os fatores que contribuíram para o aumento da produtividade, destacam-se o manejo intimamente ligado as instalações bem planejadas e executadas, que reduzem os custos de produção, devido a maior eficiência de mão-de-obra, conforto, salubridade e produtividade dos animais, bem como maior satisfação do pecuarista.

De acordo com o SEBRAE (2008), A criação pode ser dar basicamente por dois tipos: intensivas ou extensivas:

- Na extensiva os animais são criados a soltas, sem nenhuma preocupação com práticas de higiene e instalações.
- Na intensiva os animais são criados em baias ou gaiolas, em uma área limitada, com foco máximo na produtividade.

2.3.1 Tipos de Produção

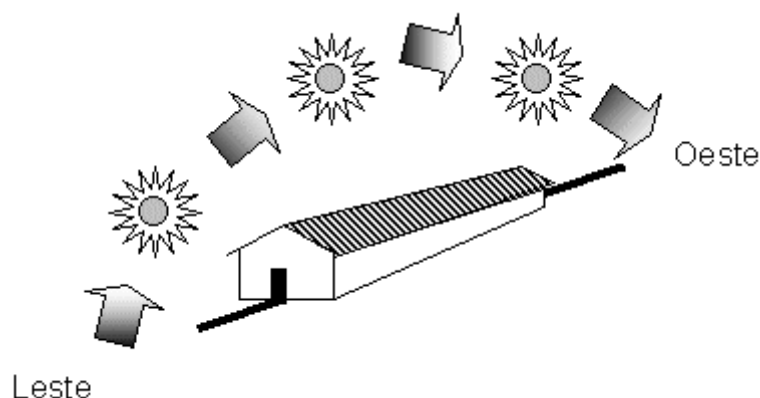
Segundo o SEBRAE (2008), o produtor pode optar por uma produção que envolva todo ciclo de produção, ou por apenas uma fase ou outra deste ciclo:

- A produção de um ciclo completo onde todas as fases da produção são abrangidas e tem como produto o suíno terminado;
- A produção de leitões que tem por produto final os leitões, onde envolve a fase de reprodução.
- A fase de creche, onde os leitões deixam a companhia da porca, e em substituição ao leite materno passam a se alimentar de ração;
- A produção de terminados abrange somente a fase de terminação e tem por produto final o suíno terminado;
- A produção de reprodutores, onde visa obter futuros reprodutores.

2.3.2 Dimensionamento das Instalações

De acordo com a Dias et al. (2011), as condições do ambiente são de grande importância e interferem diretamente na produtividade dos suínos. A área selecionada deve permitir a locação da instalação, de acordo com o projeto. O local deve ser escolhido para que se aproveite as vantagens da circulação do ar. O sol não é imprescindível à suinocultura, mas é melhor evita-lo dentro da instalações conforme mostra a figura 2.

Figura 2 - Posicionamento da unidade de terminação de suínos de acordo com o sol

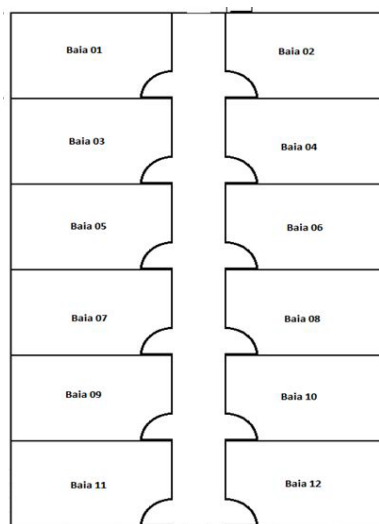


Fonte: Dias et al. (2011, p. 15).

Conforme Fávero et al. (2003), as instalações são divididas por baias, conforme figura 3, que são os locais onde os animais ficam confinados desde a saída das creches até a entrega

para comercialização. As baias podem ter o piso todo ripado ou parte ripado e parte com piso compacto. Para diminuir o custo, criadores optam por fazer 30% da baia com piso ripado e os outros 70% com piso compacto. O escoamento de dejetos deve ficar na parte da fora das baias, fazendo com que os suínos tenham uma melhor higiene e conseqüentemente melhor saúde.

Figura 3 – Planta baixa de uma unidade de terminação de suínos



Fonte: Adaptado de Souza (2004, p. 8).

Para isso tem-se um declive de aproximadamente 3% a 5% no piso. Para facilitar a limpeza do local as paredes laterais devem ser de concreto. Cuidados com eventuais frentes frias e também calor devem ser levados em contas, pois dependendo do tamanho dos animais, há uma grande formação de calor, gases e dejeções que podem prejudicar o meio ambiente. A baia deve ter 0,70, 0,80 ou 1,00 m² por animal para qualquer tipo de piso. O correto dimensionamento das baias renderá mais conforto e qualidade de vida dos animais, possibilitando assim um maior e melhor ganho de produtividade. (FÁVERO et al., 2003).

2.3.3 Limpeza e Desinfecção

Em conformidade com a Amaral et al. (2006), para obter um controle eficiente de doenças, não basta somente limpar as áreas próximas àquelas onde se encontram alojados os animais. É indispensável que se siga um programa de limpeza e desinfecção (PLD). Entende-se por PLD um conjunto de atividades que visam eliminar das instalações todos micróbios capazes de causar doenças.

Uma limpeza diária é necessária para reduzir a probabilidade da ocorrência de uma série de problemas e doenças que podem acometer os animais. Consiste na remoção de toda sujeira presente no piso, paredes, cochos, bebedouros e saleiros. De acordo com os equipamentos e métodos utilizados, a limpeza pode ser classificada em seca, úmida e molhada. (AMARAL et al. 2006).

Segundo a Dias et al. (2011), na limpeza diária deve-se evitar o uso abundante de água, pois a umidade em excesso é prejudicial aos leitões. Também é recomendável o uso de raspador e vassoura para remoção dos dejetos, conforme figura 4. O momento em que os suínos se levantam para alimentar-se e tomar água, coincide com a defecação. Esse seria o momento ideal para a limpeza e remoção dos dejetos.

Figura 4 – Limpeza manual de uma baia das unidades de terminação



Fonte: Disponível em: <http://www.dailymotion.com/video/x35bmux> Acesso em: 10 nov. 2017.

2.4 SOLUÇÕES DISPONÍVEIS NO MERCADO

No que diz respeito à limpeza de unidades de terminação, não foram encontrados quaisquer produtos que tenham a mesma proposta do que está em desenvolvimento. O único emprego de tecnologia encontrado, para esse tipo de limpeza, foi o removedor de cascão, como visto na figura 5.

Figura 5 – Removedor de cascão



Fonte: Termoaves (2017).

Tais equipamentos servem para auxiliar na remoção dos dejetos que já estão em um estado crítico, onde os dejetos já estão calcificados, e uma simples limpeza com jato e raspador não resolvem.

Também foi encontrado um raspador semelhante ao desenvolvido nesse trabalho, porém aplicado na criação de bovinos conforme a figura 6.

Figura 6 – Raspador de corredores livres



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9p8lRMLAqe8> Acesso em: 10 nov. 2017.

No entanto, tal equipamento é apenas para corredores livres. Não sendo o adequado para unidades de terminação que são divididas por baias.

2.5 PROJETO MECÂNICO

2.5.1 Velocidade Angular

Segundo Melconian (2012), descrevendo uma trajetória circular de raio “r”, um ponto material “P” apresenta uma variação angular($\Delta\varphi$) em um determinado intervalo de tempo(Δt)

Define-se a velocidade angular do movimento de acordo com a relação entre a variação angular($\Delta\varphi$) e o intervalo de tempo(Δt).

$$\omega = \frac{(\Delta\varphi)}{(\Delta t)} \quad (1)$$

Onde, ω – velocidade angular [rad/s]; ($\Delta\varphi$) – variação angular [rad] e (Δt) – variação de tempo [s].

2.5.2 Relação de Transmissão

A relação de transmissão (i), segundo Melconian (2012), a relação de transmissão pode ser dada por diversas grandezas, como:

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (2)$$

Onde, d é o diâmetro das polias envolvidas, n é a rotação, z é o número de dentes da roda dentada. Exigindo apenas que estas estejam na mesma grandeza (ambas rotações em rotações por minuto por exemplo), pois a relação de transmissão será adimensional.

2.5.3 Motores Elétricos

Motor elétrico é uma máquina que tem como finalidade transformar energia elétrica em energia mecânica. Conforme Peixoto (2000), é o tipo de motor mais utilizado devido suas inúmeras vantagens como construção simples e grande versatilidade de adaptação de cargas. Também combina as vantagens da utilização de energia elétrica como baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando.

2.5.4 Coeficiente de Segurança

É utilizado no dimensionamento dos elementos de construção, visando obter o equilíbrio entre a qualidade da construção e seu custo final. O coeficiente pode ser obtido em normas ou ser determinado em função das circunstâncias apresentadas.

Para determinar o Coeficiente de Segurança em função das circunstâncias apresentadas, deverá ser utilizada a expressão a seguir: $SG = x \cdot y \cdot z \cdot w$, e estabelecer os valores de acordo com o quadro 1.

Quadro 1 – Coeficiente de segurança

Critério	Valor	Classificação
Fator do tipo material	x = 2 x = 1,5	para materiais comuns para aços de boa qualidade e aço liga
Fator do tipo de solicitação	y = 1 y = 2 y = 3	para carga constante para carga intermitente para carga alternada
Fator do tipo de carga	z = 1 z = 1,5 z = 2	para carga gradual para choques leves para choques bruscos
Fator que prevê possíveis falhas na fabricação	w = 1 a 1,5 w = 1,5 a 2	para aços para fofo

Fonte: Adaptado de Stemmer (1979, p. 291).

2.5.5 Momento Torçor

De acordo com Melconian (2012) o Momento Torçor se define por meio do produto entre carga (F) e a distância entre o ponto de aplicação da carga e o centro da seção transversal da peça.

Desse modo:

$$M_t = F_t \cdot r \quad (3)$$

Onde, M_t é o momento torçor (Newton-metro); F_t é a força tangencial (Newton) e r é o raio (metro).

2.5.6 Forças de Atrito

De acordo com Hibbeler (2011, p. 290), “atrito é uma força que resiste ao movimento de duas superfícies em contato que se deslizam uma em relação à outra”.

É definido pela equação:

$$F_f = \mu * F_N \quad (4)$$

Onde, F_f é a força de atrito (Newton), μ é o coeficiente de atrito (adimensional) e F_N é a força normal (Newton).

Para objetos que são empurrados ou puxados horizontalmente a força normal (N) é simplesmente a força gravitacional (F_g) em outras palavras seu próprio peso.

Então tem-se que:

$$F_N = F_g = m * g \quad (5)$$

E por predefinição:

$$g = 9,81m/s^2$$

Onde F_g é a força gravitacional (Newton), m é a massa do corpo (quilogramas) e g é a aceleração gravitacional (metros por segundo ao quadrado).

Quanto aos coeficientes de atrito, há dois tipos: estático e cinético. O coeficiente de atrito estático é maior que o cinético, pois a força aplicada deve vencer uma resistência maior para dar início ao movimento do corpo. Enquanto que para vencer o atrito dinâmico, ou seja, manter o objeto em movimento, é necessário um menor esforço. (HIBBELER, 2011)

A seguir, apresenta-se um quadro 2 com valores de coeficientes de atrito estático e dinâmico conforme tipo de material:

Quadro 2 – Coeficiente de atrito estático de acordo com o material

Combinação de materiais		Coeficiente de atrito estático
Borracha	Concreto seco	0,6 - 0,85
Borracha	Concreto úmido	0,45 - 0,75
Ferro Fundido	Ferro Fundido	1,1
Aço	Aço	0,5 - 0,8

Fonte: <https://www.engineeringtoolbox.com>

2.5.7 Comprimento da Circunferência

A equação da circunferência é dada por:

$$C = 2 * \pi * r \quad (6)$$

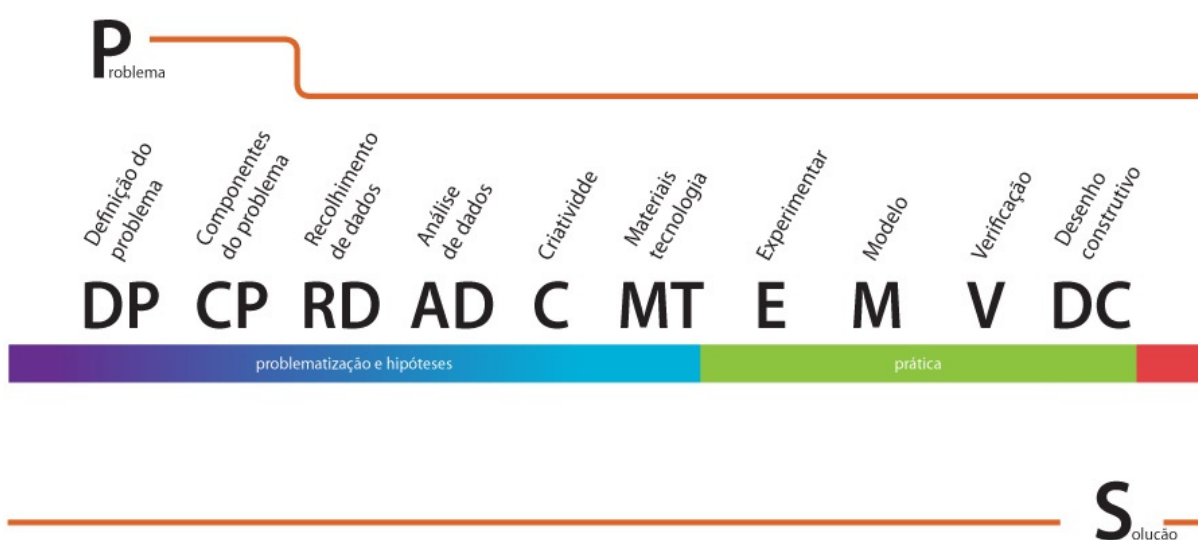
Onde C é o comprimento da circunferência (metros), r é o raio da circunferência (metros) e π é uma constante matemática de valor 3,14.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

De acordo com Munari (2000), o método projetual consiste em uma série de operações necessárias como podemos ver na figura 7, disposta por ordem lógica, que tem por objetivo atingir o melhor resultado. O método projetual não é nada absoluto nem definitivo, é algo que pode modificar-se ao se encontrar novas formas e meios que melhoram o processo.

Figura 7 – Metodologia projetual de Munari



Fonte: Adaptado de Munari (2008, p. 66).

Este projeto visa explorar um problema buscando fornecer informações para uma investigação futura mais detalhada e precisa. Sendo assim, a pesquisa é de caráter exploratório.

O presente trabalho procura buscar informações de dimensões das baias e rotina de funcionamento dessas unidades de terminação, e dimensionar apenas as partes funcionais do sistema, descartando assim escolhas de caráter técnico dos materiais, como dureza ou tratamento térmico que um determinado material deveria ter.

3.2 DIMENSIONAMENTOS

No que diz respeito ao dimensionamento, as partes críticas do sistema devem ser dimensionadas para atender ao projeto para minimizar seu custo e maximizar sua eficiência.

3.2.1 Software SolidWorks

Desta forma será usado a ferramenta SolidWorks com a finalidade de auxiliar no projeto, desenhar os conjuntos, avaliar o funcionamento e as interferências com os demais componentes.

O Solidworks uma ferramenta de desenho computacional destinada a modelagem 3D, muito utilizada por engenheiros, projetistas e outros profissionais da área, para a criação e simulação de projetos de produtos e também na identificação de problemas antes mesmo do produto ser fabricado.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 RECOLHIMENTO DE DADOS

Visando recolher informações sobre o problema, foi feita a busca de informação sobre as unidades de terminação, analisando sua estrutura, material do piso e também suas dimensões para melhor desenvolvimento do sistema.

4.1.1 Visitação das Unidades de Terminação de Suínos

Como primeiro contato com o problema, foi realizada a visitação de uma unidade de terminação de suínos, onde foram tomadas as dimensões e condições do espaço onde são criados os animais e, também adquirido informações adicionais com os responsáveis pela limpeza diária do local.

O piso é feito concreto uniforme, sem apresentar desníveis significativos. Os pilares e o alimentador se situam entre as muretas divisórias, não permitindo que o raspador passe por toda extensão da baia. Essas informações podem ser vistas na figura 8. Verificou-se que os suínos não largam dejetos próximo a parte do alimentador. Tendo maior concentração de dejetos na parte central da baia (após os pilares).

Figura 8 – Visitação em uma unidade de terminação padrão ALIBEM S.A.



Devido a uma leve inclinação, se forma uma lâmina d'água na extremidade da baia. Na figura 9 podemos ver a planta baixa da baia com todas suas dimensões e na figura 10 podemos ver toda a unidade com as 24 baias.

Figura 9 – Planta baixa da baia (medidas em mm)

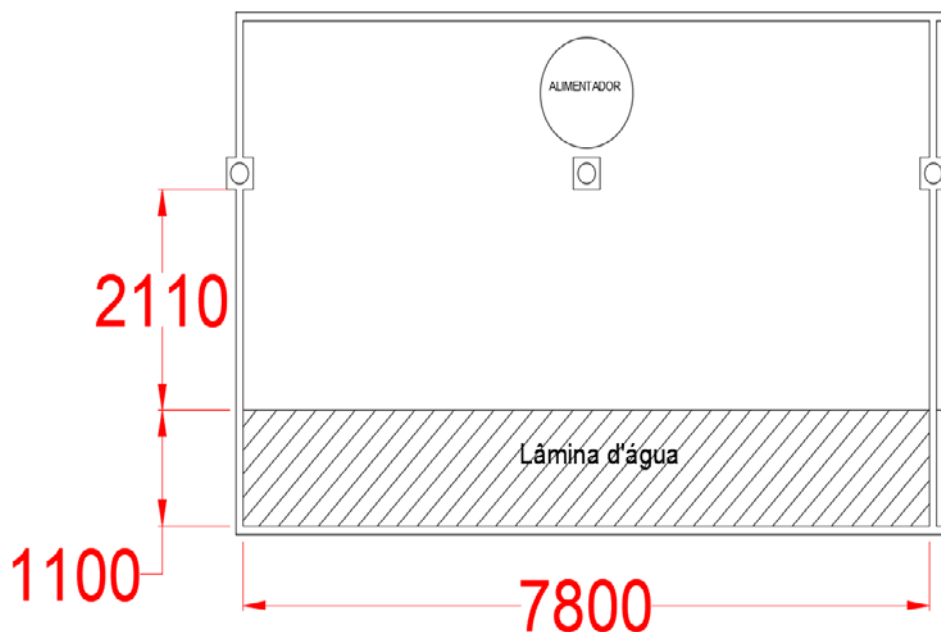
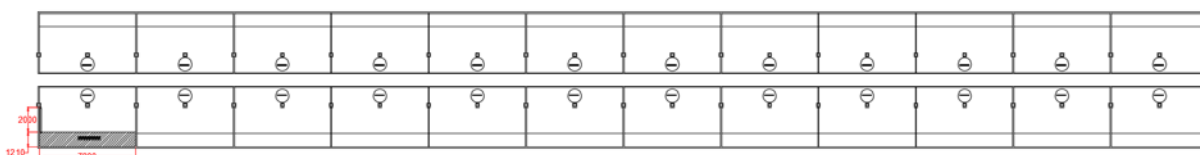


Figura 10 - Planta baixa da unidade de terminação com as 24 baias



A limpeza atual é feita totalmente de maneira manual, onde os dejetos são empurrados até a lâmina d'água, onde com o tempo se dissolvem e depois são evacuados da baia juntamente com a água acumulada. Essa atividade demanda em torno de 4 horas diárias.

4.2 SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE MOVIMENTO

Nesta sessão encontram-se os cálculos de transmissão do sistema.

4.2.1 Comprimento e Movimento Angular do Raspador

O raspador deve direcionar os dejetos para a lâmina d'água tanto na ida quanto na volta. Então, o eixo de rotação foi deslocado do centro do perfil C, para que este tenha o seu movimento no lado desejado.

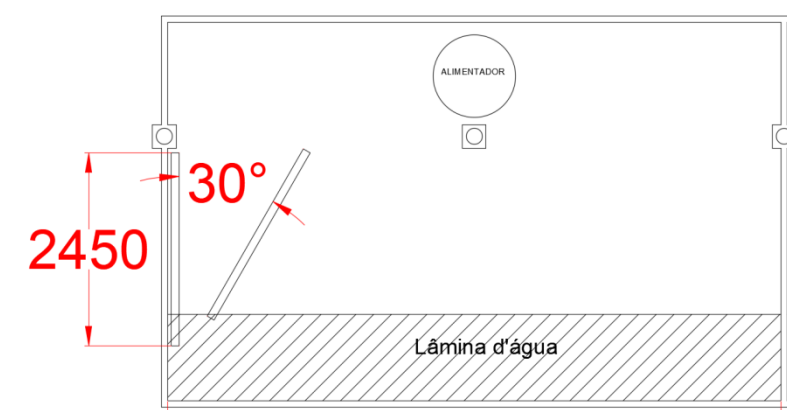
O primeiro passo para iniciar todo dimensionamento foi a definição do comprimento do raspador. Pois o mesmo deve ter um comprimento que abrange toda a linha a ser limpada.

Quadro 3 – Relação comprimento x ângulo do raspador

x (mm)	Θ	Hipotenusa (mm)
2110	15°	2184,3
2110	30°	2436,5
2110	45°	2984,4

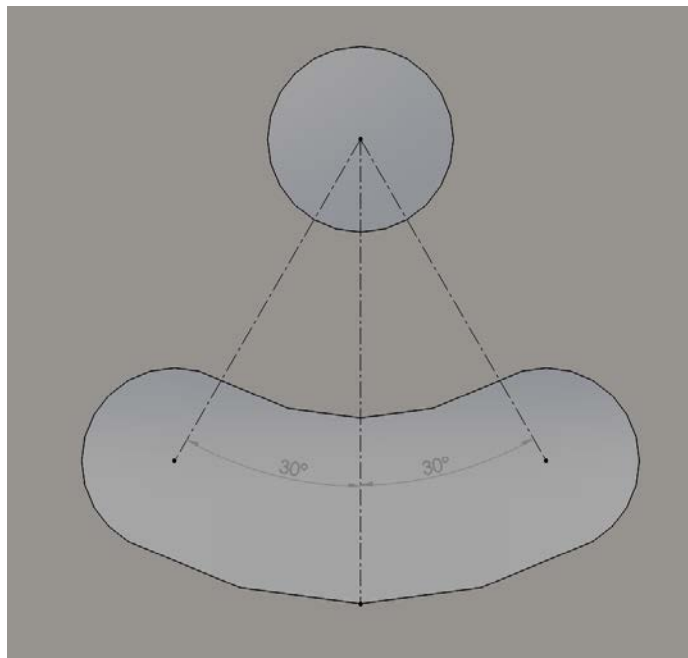
O ângulo de rotação do raspador foi limitado em 30° para cada lado (totalizando em 60° o ângulo de ação), e comprimento real de 2450 mm conforme figura 11, com justificativa no seu comprimento total necessário para abranger todo espaço a ser limpo, que na baia em questão vai ser de aproximadamente 2,11 m. O ângulo de 15° foi descartado, por ser insuficiente para fazer a limpeza e o de 45° por precisar de um raspador com comprimento de 45% maior.

Figura 11 – Demonstrativo comprimento e giro do raspador



A movimentação do raspador para um lado ou para o outro, é limitada por cortes feitos com a geometria adequada ao movimento, de acordo como é mostrado na figura 12.

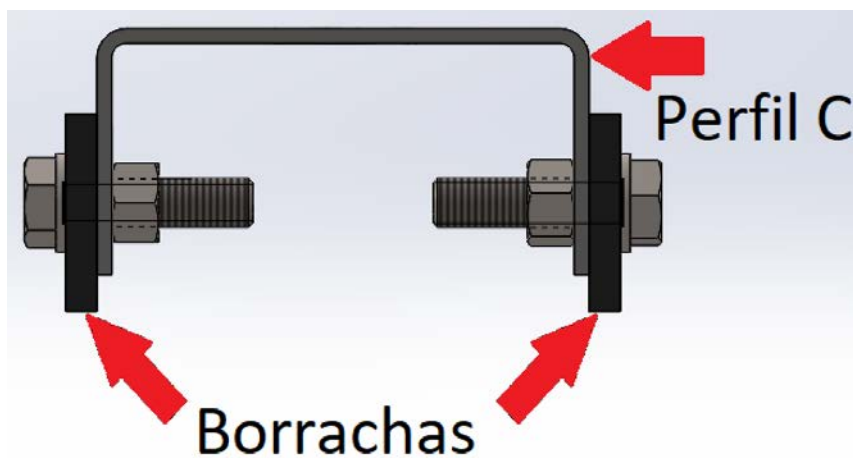
Figura 12 – Recorte perfil C



4.2.2 Formato do Raspador

No que diz respeito ao raspador, definiu-se que o material a ser utilizado vai ser o perfil C indicado na figura 13. Pois assim apresenta menos riscos à segurança dos animais, caso esses venham colidir ou pisotear o conjunto.

Figura 13 – Perfil C com as borrachas fixadas



No perfil C serão fixadas tiras de borracha, pois estas apresentam um menor coeficiente de atrito com o piso, evitando desgaste excessivo do equipamento.

4.2.3 Carga Tracionada

A carga a ser tracionada é dada pelo somatório dos raspadores em todas as baias. Então primeiro se estimou a massa de um raspador, onde aplicou-se um metal comum no perfil C no Solidworks e uma borracha natural para ter como resultado a massa total do conjunto, totalizando 13,5 kg.

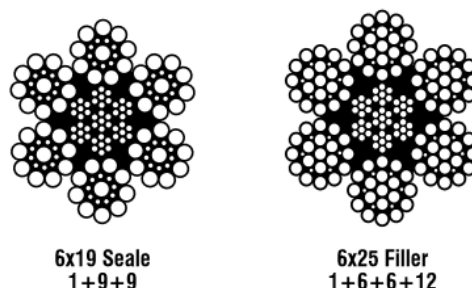
Em seguida, utilizou-se a equações 4 e 5, para calcular quanto de força lateral é necessário aplicar para mover um raspador apoiado no piso de concreto, o coeficiente de atrito considerado entre piso e borracha foi 0,6. O resultado da força necessária ficou em 79,5 N. Como a unidade de terminação de suínos tem um total de 24 baias, esse valor foi multiplicado, resultando em 1908 N.

Como não se tem dados quanto a coeficiente de atrito entre o piso e os dejetos, foi considerado um acréscimo de carga de 1,5 vezes o peso total dos raspadores, o que resulta em uma carga de 2862 N.

4.2.4 Cabo de Aço

Foi escolhido o cabo de aço, construção 6x19 com diâmetro de 3/16'' ou 4,8 mm, que apresenta carga de ruptura de 1460 kgf, sendo mais que suficiente para suportar a carga de 13737 N, conforme indicado na figura 14.

Figura 14 – Cabo de aço construção 6x9 com diâmetro de 3/16''



Diâmetro		Massa Aprox. (kg/m)	Carga de Ruptura Mínima (tf)	
mm	pol.		IPS	EIPS
3,2	1/8"	0,040	0,65	0,73
4,8	3/16"	0,096	1,46	1,64
8,0	5/16"	0,268	-	4,80
9,5	3/8"	0,352	-	6,86
11,5	7/16"	0,519	-	9,30

Fonte: Catálogo CIMAF (2017, p. 61).

4.2.5 Polias

As polias do sistema são dimensionadas de acordo com os cabos de aço. Onde para o cabo de construção 6x19 multiplica-se o diâmetro do cabo por 34. Conforme mostrado na figura 15.

Figura 15 – Dimensionamento das polias de acordo com os cabos de aço

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: Catálogo CIMAF (2017, p. 27).

Então, ao calcular o diâmetro mínimo da polia, obteve-se o valor de 161,8mm.

4.2.6 Motor

Utilizando os valores da carga de 2862 N obtida nos cálculos do item 4.3.3, e o diâmetro de 161,6 mm da polia do item 4.2.4, na equação 3, obtém-se que o torque necessário na polia motriz é de 231,6 Nm.

A escolha do motor MOVIMOT visto na figura 16, se deu principalmente por sua baixa velocidade de rotação e suas características que atendem ao trabalho exigido, onde o mesmo abrange a faixa de 280 à 1400 rpm, inversor de frequência integrado e redutor de relação 100:1. Possui torque de 2,52 Nm até 23,3 Nm. Seguem as especificações do motor na figura 17.

Figura 16 – Motor MOVIMOT® com inversor de frequência integrado.



Fonte: SEW-Eurodrive (2017).

Figura 17 – Especificações do motor

Technical data					
Speed range [rpm]	Voltage [V]	Connection	Power [kW] (HP)	Torque [Nm]	Motor type
280 - 1400 (1700) 300 to 1500	3 x 380 - 500	Star	0.37 - 4.0	2.52 - 27.3 2.35 - 25.5	DRS., DRE., DRN.. DRE..J, DRU..J
290 - 2900 300 - 2610	3 x 380 - 500	Delta	0.55 - 4.0 0.37 - 4.0	1.81 - 13.2 1.35 - 14.6	DRS., DRE., DRN.. DRE..J, DRU..J
280 - 1700	3 x 200 - 240	Star-Star	0.37 - 2.2	2.08 - 12.4	DRE., DRS..

Fonte: SEW-Eurodrive (2017).

Para o acionamento do motor é necessário o módulo de controle MBG11A visto na figura 18. Este módulo permite ajustar a velocidade remotamente no intervalo de -100% a +100%.

Figura 18 - Módulo de controle MBG11A

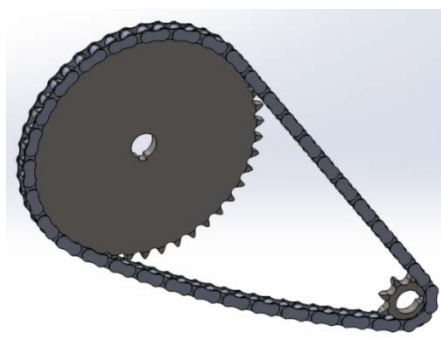


Fonte: SEW-Eurodrive (2017).

4.2.7 Velocidade de Movimento do Raspador

Então, se utilizando da redução de 1:100 integrada ao motor e mais uma de corrente, conforme figura 19 de 1:5, em conjunto com as relações de transmissão, equação 2, torna-se possível diminuir a velocidade de rotação da polia motriz para 0,56 rpm.

Figura 19 – Redução por corrente



Então, através da equação 6, obteve-se a circunferência da polia, que é de 508 mm aproximadamente. E em seguida multiplicou-se pela rotação, resultando assim na velocidade de deslocamento de 4,75 mm/s. Sendo que em sua rotação máxima pode se deslocar a 23,7 mm/s, resultando em um tempo de limpeza de 27 minutos em sua velocidade mínima e 5,5 minutos em sua velocidade máxima.

A velocidade de 4,75 mm/s permite a segurança dos animais, que poderão tranquilamente do equipamento. Evitando que venham a se machucar.

4.2.8 Momento Torçor

Então, utilizando a carga de 2862 N do item 4.3.3 e o diâmetro da polia de 161,8 mm do item 4.35 na equação 3, tem-se que o valor que precisa de torque na polia motriz é de 231,6 Nm. Ao dividir esse valor pelas reduções de 1:100 e 1:5, chega-se no valor de 0,46 Nm, que é o torque mínimo que o motor deve ter para poder movimentar todo sistema.

Como o motor tem um torque mínimo de 2,52 Nm, este é mais do que o suficiente para fazer todo o conjunto funcionar na velocidade desejada.

4.3 SISTEMA PROJETADO

Sistema final projetado no SolidWorks de acordo com as dimensões da unidade de terminação de suínos.

Na figura 20 temos uma vista superior de uma baia com o sistema de raspador motorizado instalado. Já na figura 21 temos a vista lateral do motor com sistema de redução e das polias fixadas na parte externa da baia.

Figura 20 – Vista superior de uma baia com o sistema de raspador motorizado instalado

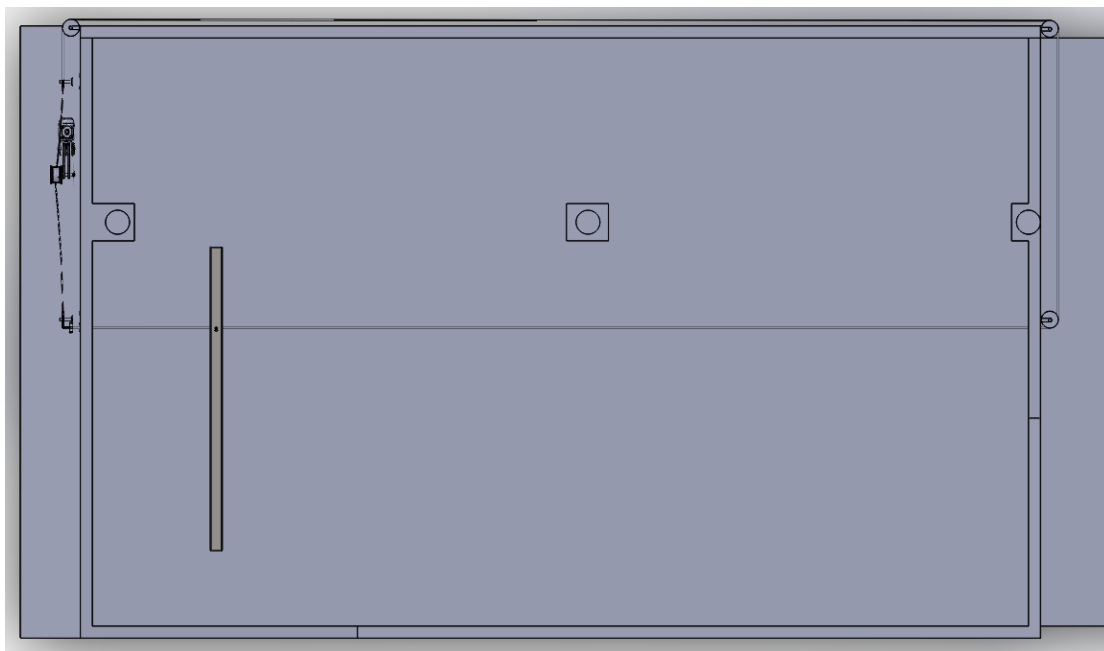


Figura 21 – Vista lateral do motor com redução e polias fixadas na parte externa da baia

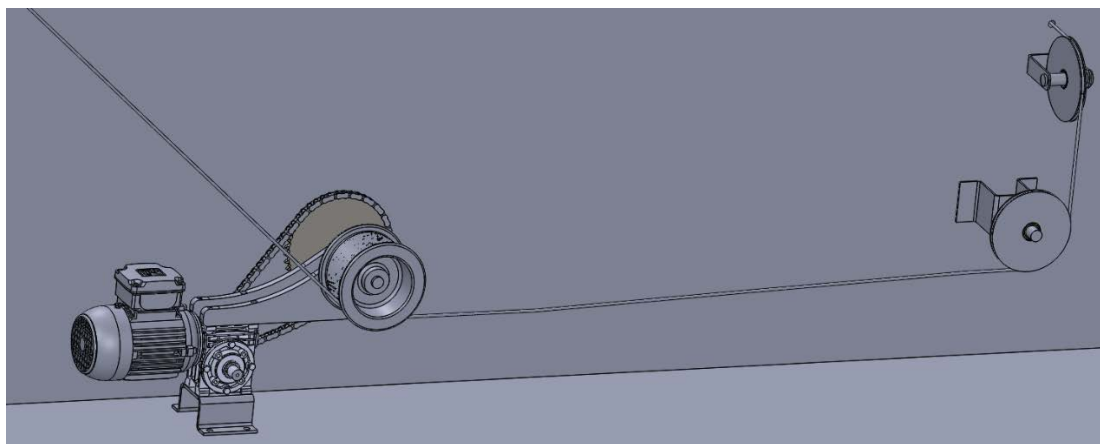
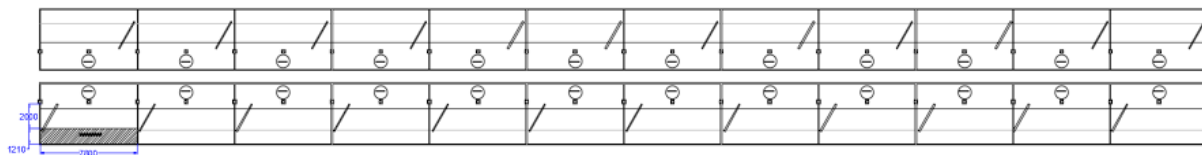


Figura 22 – Vista superior do sistema instalado nas 24 baias



CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado o projeto de um sistema de raspador motorizado para limpeza de unidades de terminação de suínos, onde o raspador percorre todo o trajeto da unidade removendo os dejetos até a lâmina d'água.

O desenvolvimento do presente estudo, possibilitou a busca de bibliografia que suportasse a evolução do projeto. Incluindo informações sobre a criação de suínos, equipamentos já existentes no mercado e equações e dados que servem de embasamento aos cálculos de dimensionamento do equipamento.

Com o dimensionamento do sistema concluído, foi possível a modelagem 3D de um equipamento mais condizente com as reais necessidades do problema. Tal modelagem permitiu uma melhor visualização de funcionamento do sistema e pontos que o projeto pode ser melhorado.

Em razão dos resultados obtidos neste presente trabalho, conclui-se que é possível chegar a concepção de equipamentos automatizados e eficazes, que satisfaçam a necessidade do mercado de suinocultura.

SUGESTÕES DE MELHORIAS

- Temporizador do sistema: projetar um temporizador que automaticamente inicie as atividades do raspador. Podendo ser programado conforme a necessidade de limpeza da unidade de terminação;
- Sensor de fim de curso: instalação de um sensor que faça o sistema mudar de sentido assim que o raspador chegar ao final da baia;
- Sistema que permite compensar o diferente comprimento das baias, já que na construção civil há uma certa variação entre uma baia e outra;
- Catraca: com a automação do equipamento, será necessário um sistema de segurança a fim de evitar que o cabo rompa ou o motor estrague, com eventuais elevações de carga quando o raspador colidir com os animais;
- Sistema de engate rápido: um sistema de engate que permita a remoção e acoplamento do raspador, facilitando a limpeza e manutenção do equipamento;
- Roldana de amortecimento: acrescentar nas pontas do raspador, roldanas que amortecem o impacto dos cantos do perfil C com as divisões da baia, evitando assim danos às instalações;
- Concretagem do raspador: concretar o raspador, para que tenha maior peso, forçando o contato deste, mesmo que tenha um volume maior de dejetos. Estudar possível mudança no perfil do raspador.

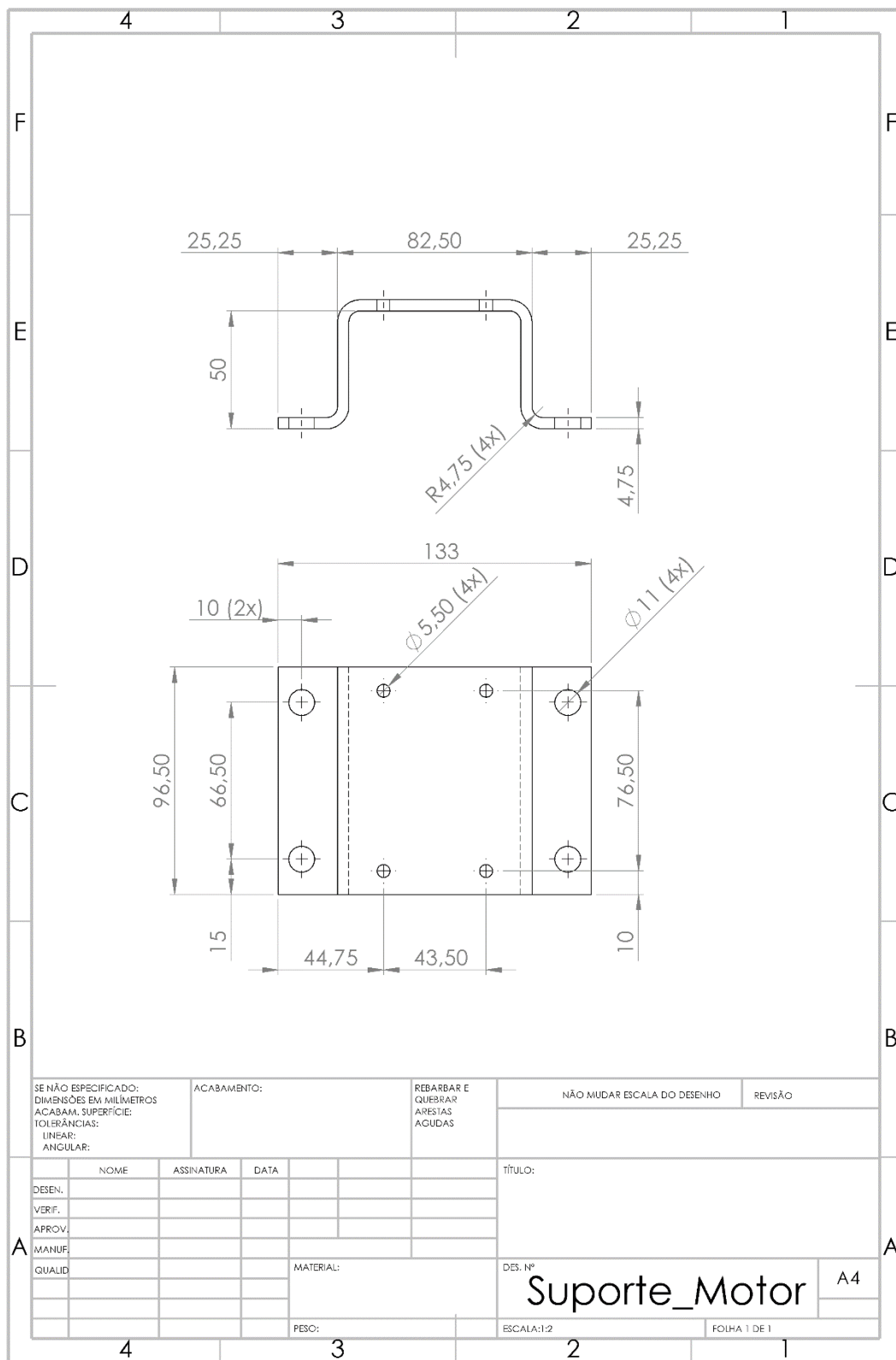
REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. L. et al. **Boas Práticas de Produção de Suínos**. Concórdia: EMBRAPA, 2006.
- CIMAF. **Manual Técnico de Cabos**. Osasco: 2009. Disponível em: <<http://www.internacionalcabos.com.br/CatalogoCimaf.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- DIAS, A. C. et al. **Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos**. Brasília: ABCS; Concórdia: EMBRAPA, 2011.
- ENGINEERING toolbox. Disponível em <<https://www.engineeringtoolbox.com>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- FAVERO, J. A. et al. **Produção de Suínos**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/construcao.html>>. Acesso 3 jun. 2017.
- FERREIRA, A. H. et al. **Produção de Suínos: Teoria e Prática**. Brasília: ABCS, 2014.
- HIBBELER, R. C.; **Estática: Mecânica para Engenharia**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- MELCONIAN, S.; **Elementos de Máquinas**. 10. ed. São Paulo: Editora Érica, 2012.
- MUNARI, B.; **Das Coisas Nascem Coisas**. 2. ed. São Paulo: Martins Editora, 2008.
- PEIXOTO, J. A.; **Eletrotécnica Básica**. Gravataí: Senai, 2000.
- SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS. **Suinocultura**. São Paulo: ESPM, 2008.
- SEW-EURODRIVE. USA: 2017. Disponível em: <<http://www.seweurodrive.com/produkt/movimot-gearmotor-with-integrated-frequency-inverter.htm>>. Acesso em: 12 out. 2017.
- SOUZA, C. F.; TINOCO I. F. F. **Informações Básicas Para Projetos de Construções Rurais**. Viçosa: DEA – UFV, 2004.
- STEMMER, C. E.; **Projeto e Construção de Máquinas**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Globo, 1979.
- TERMOAVES. **Removedor de Dejetos para Suinocultura**. Erechim: 2017. Disponível em <http://www.termoaves.com.br/destaques_desc.php?id=6>. Acesso em 4 out. 2017.

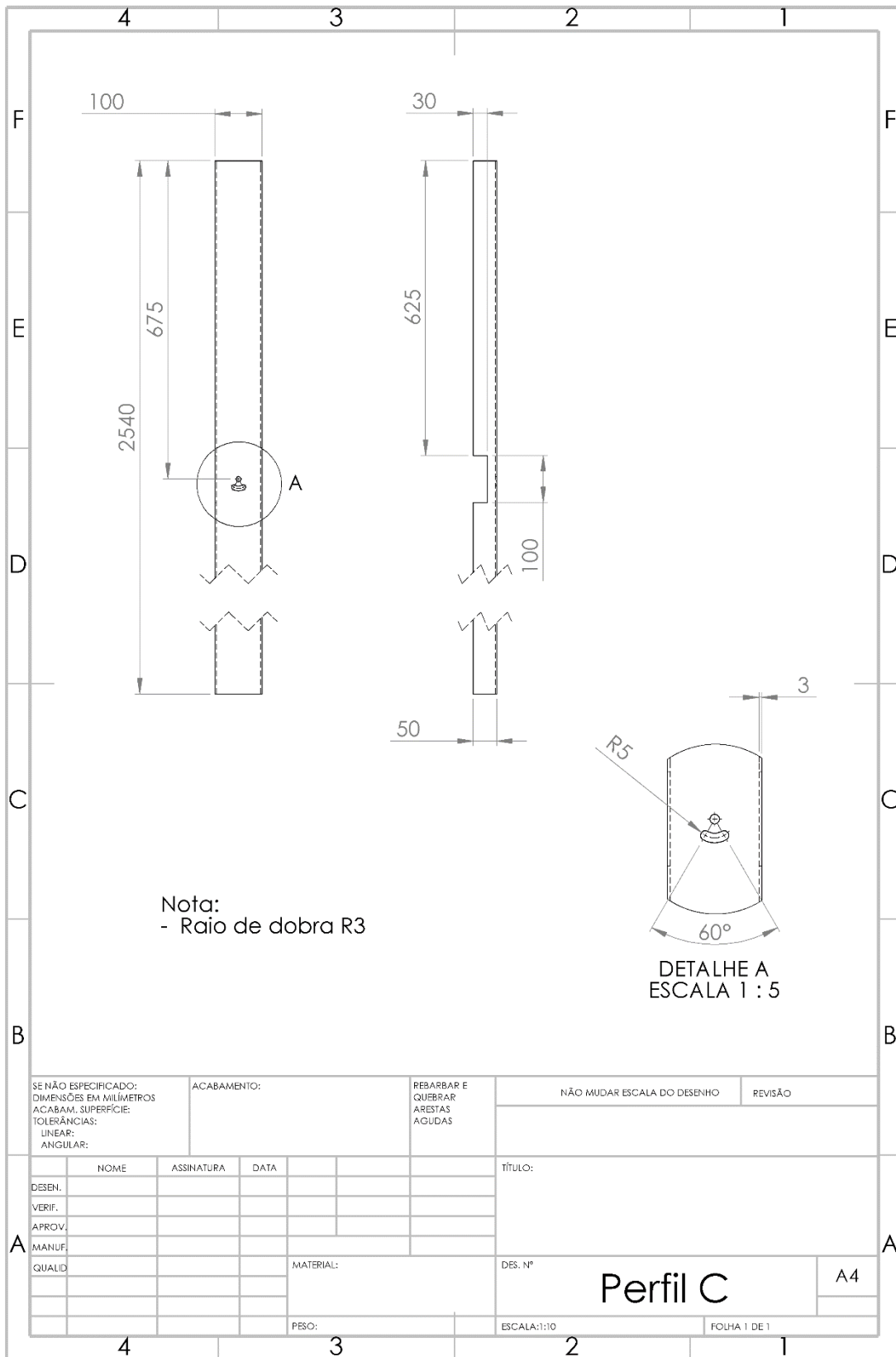
APÊNDICES

Apêndice A 39

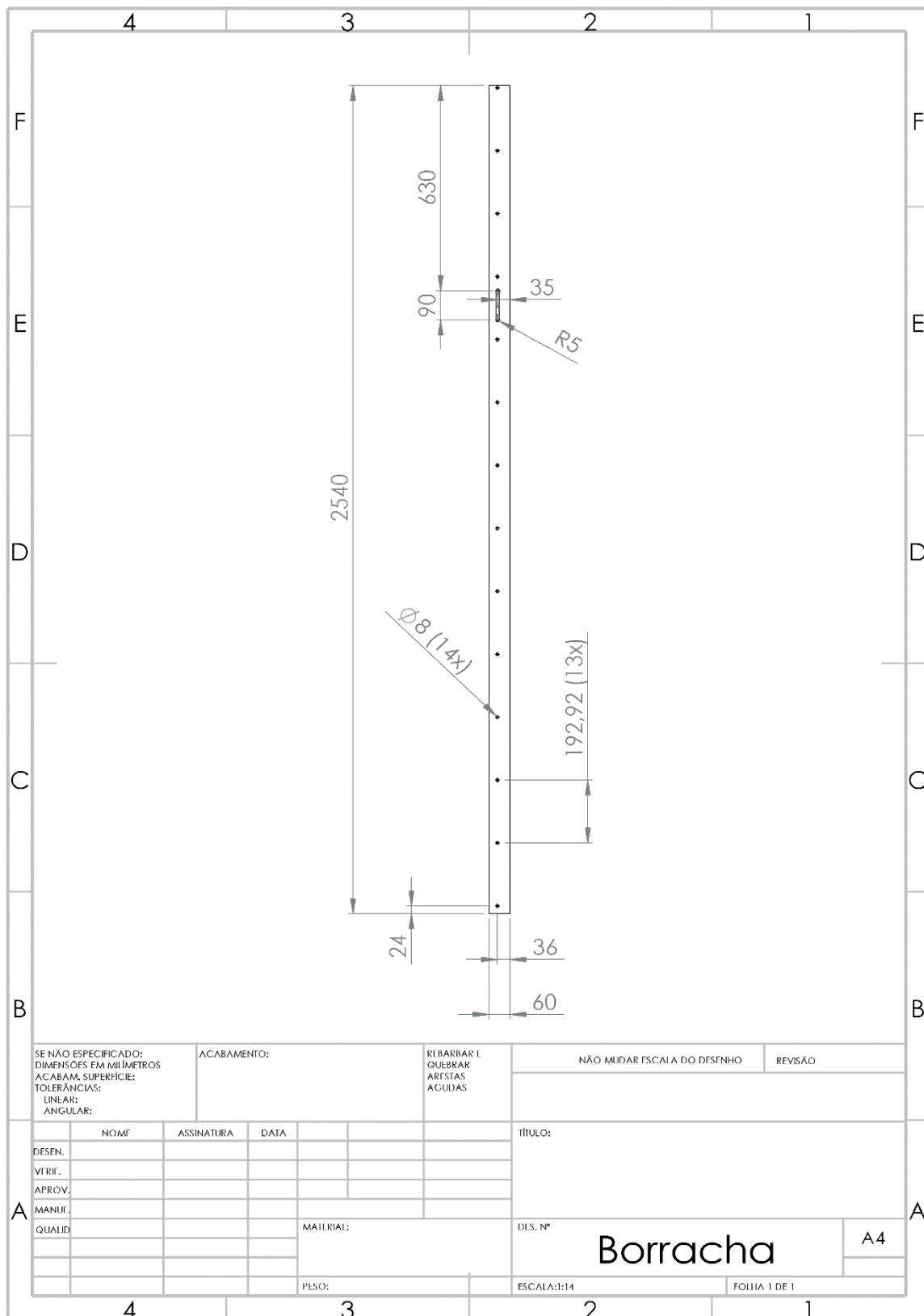
Apêndice A



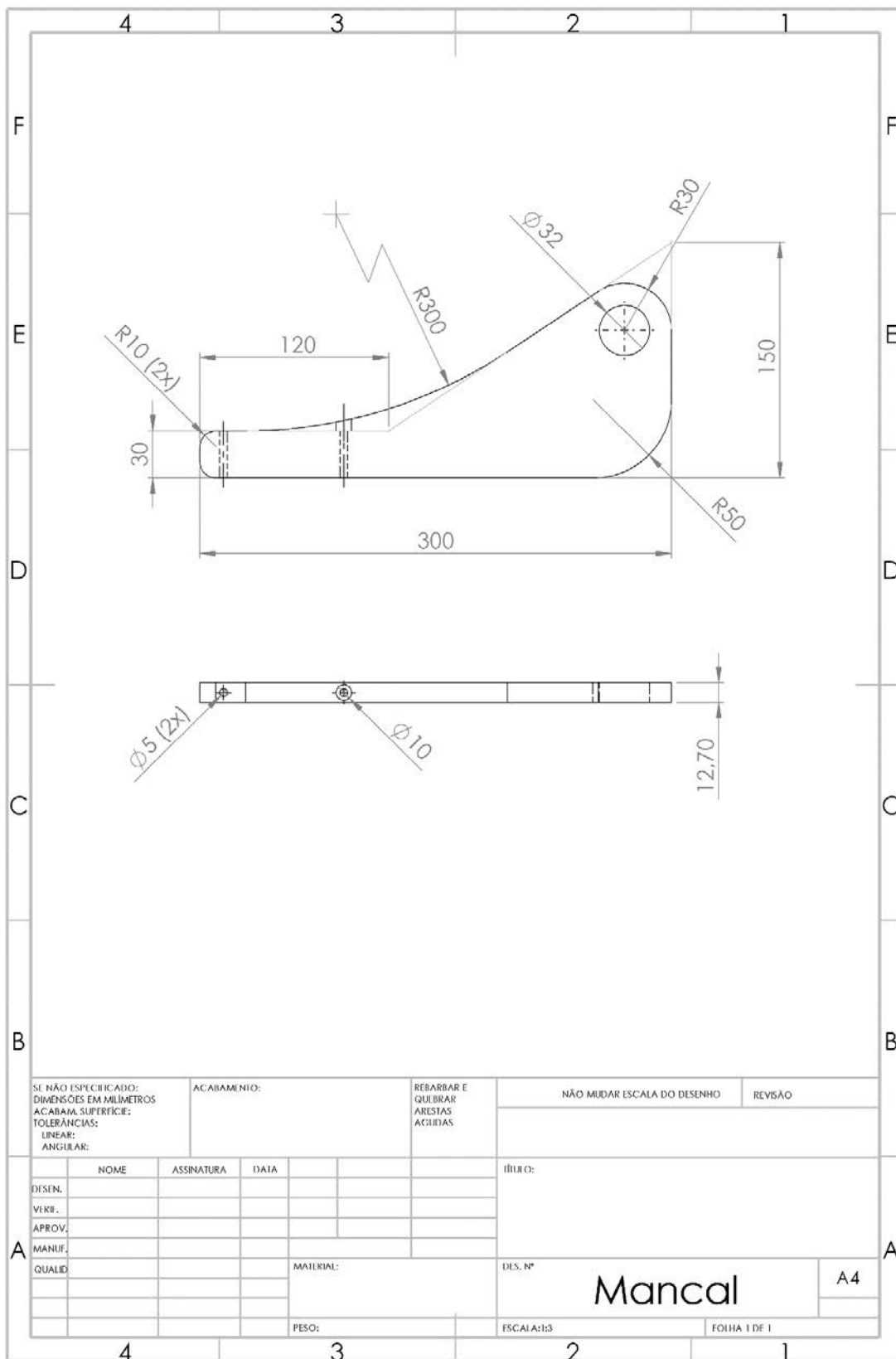
Apêndice B



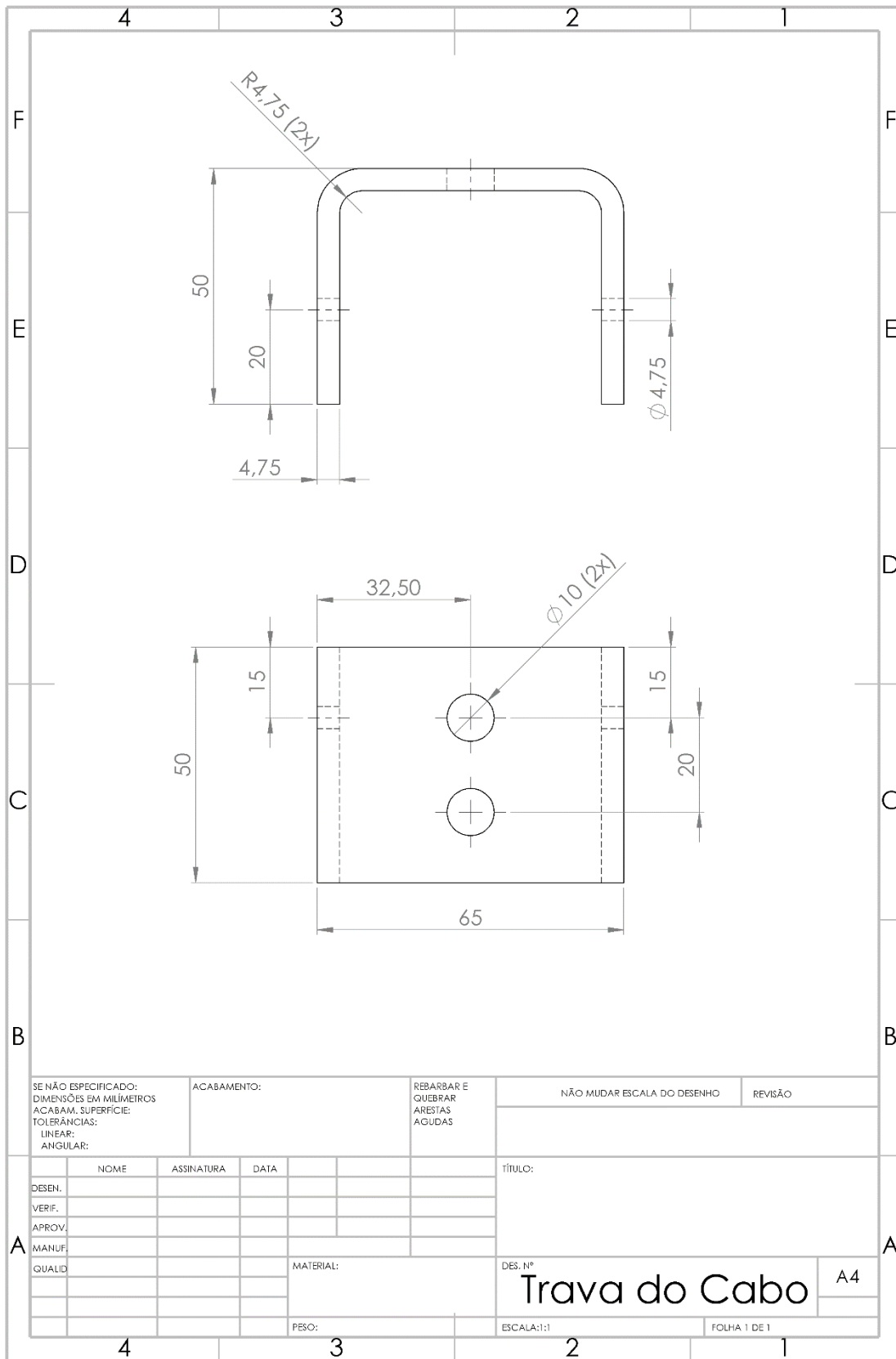
Apêndice C



Apêndice D



Apêndice E

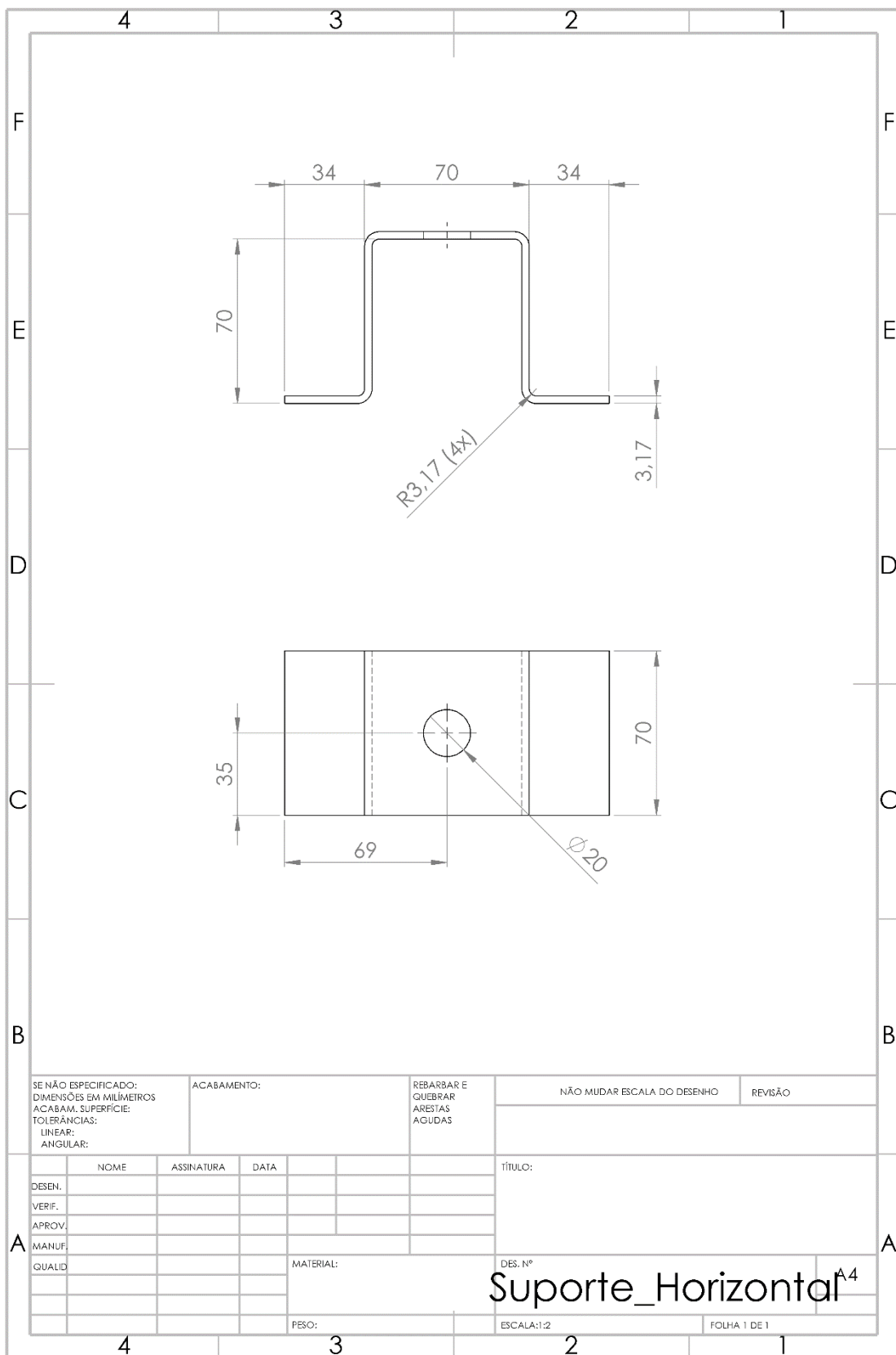


SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAM. SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS: LINEAR: ANGULAR:		ACABAMENTO:		REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		REVISÃO	
NOME		ASSINATURA		DATA		TÍTULO:			
DESEN.		VERIF.		APROV.		DES. Nº			
MANUF.		QUALID.		MATERIAL:					
				PESO:					
				ESCALA:1:1		FOLHA 1 DE 1			

Trava do Cabo

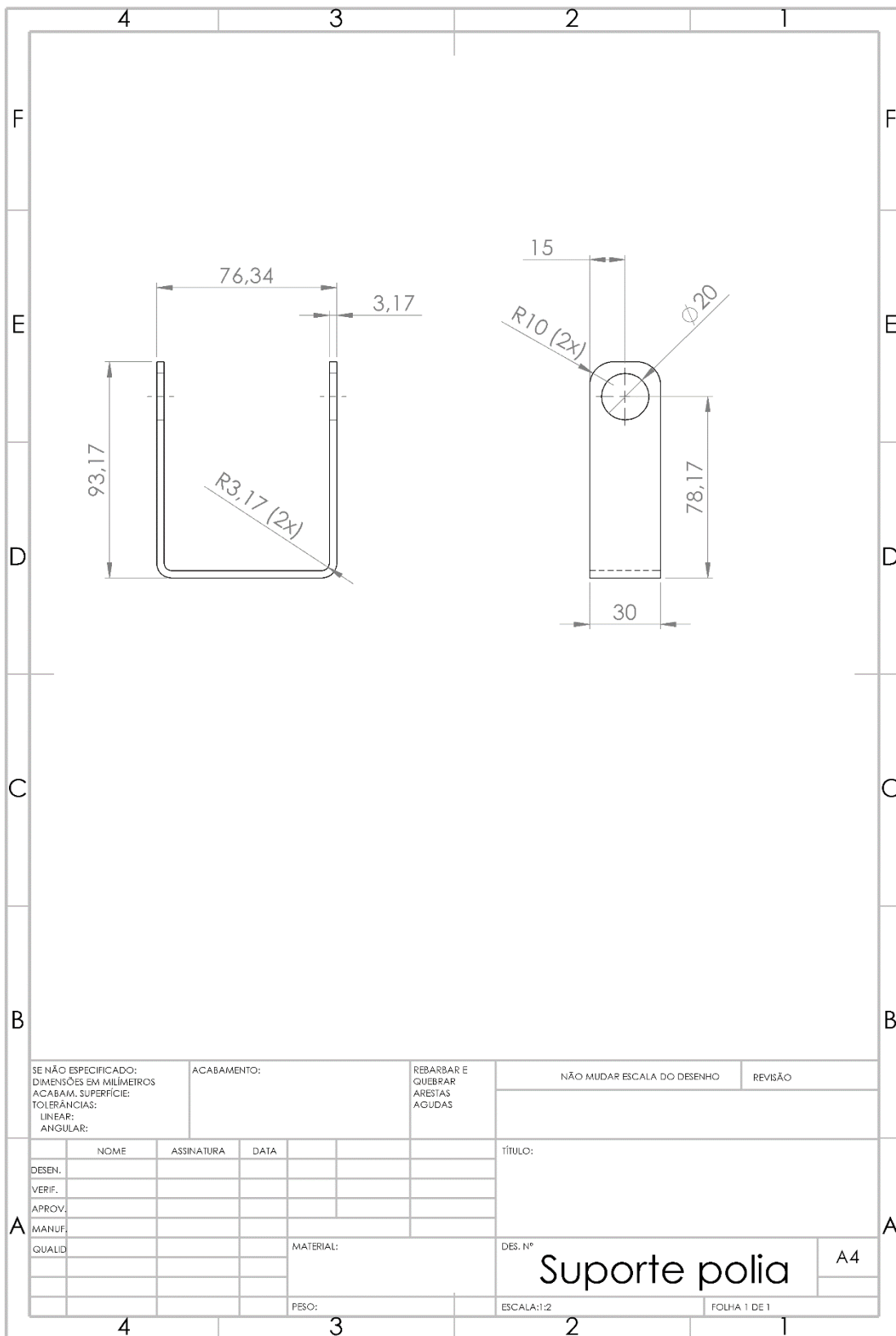
A4

Apêndice F

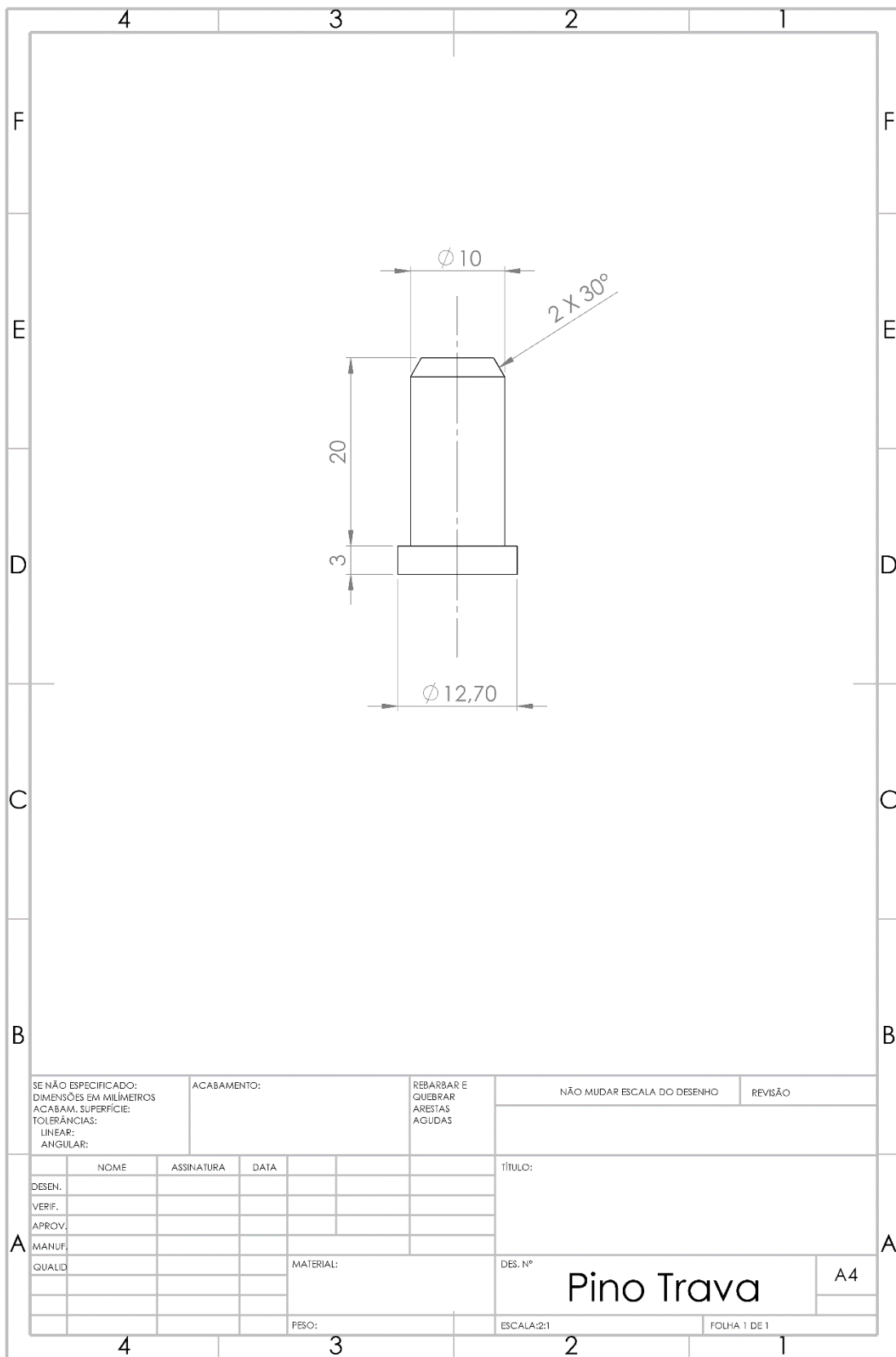


SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAM. SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS: LINEAR: ANGULAR:		ACABAMENTO:	REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS	NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	REVISÃO
DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA	TÍTULO:	
VERIF.				Suporte_Horizontal ^{A4}	
APROV.					
MANUF.					
QUALID			MATERIAL:	DES. Nº	
			PESO:	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1

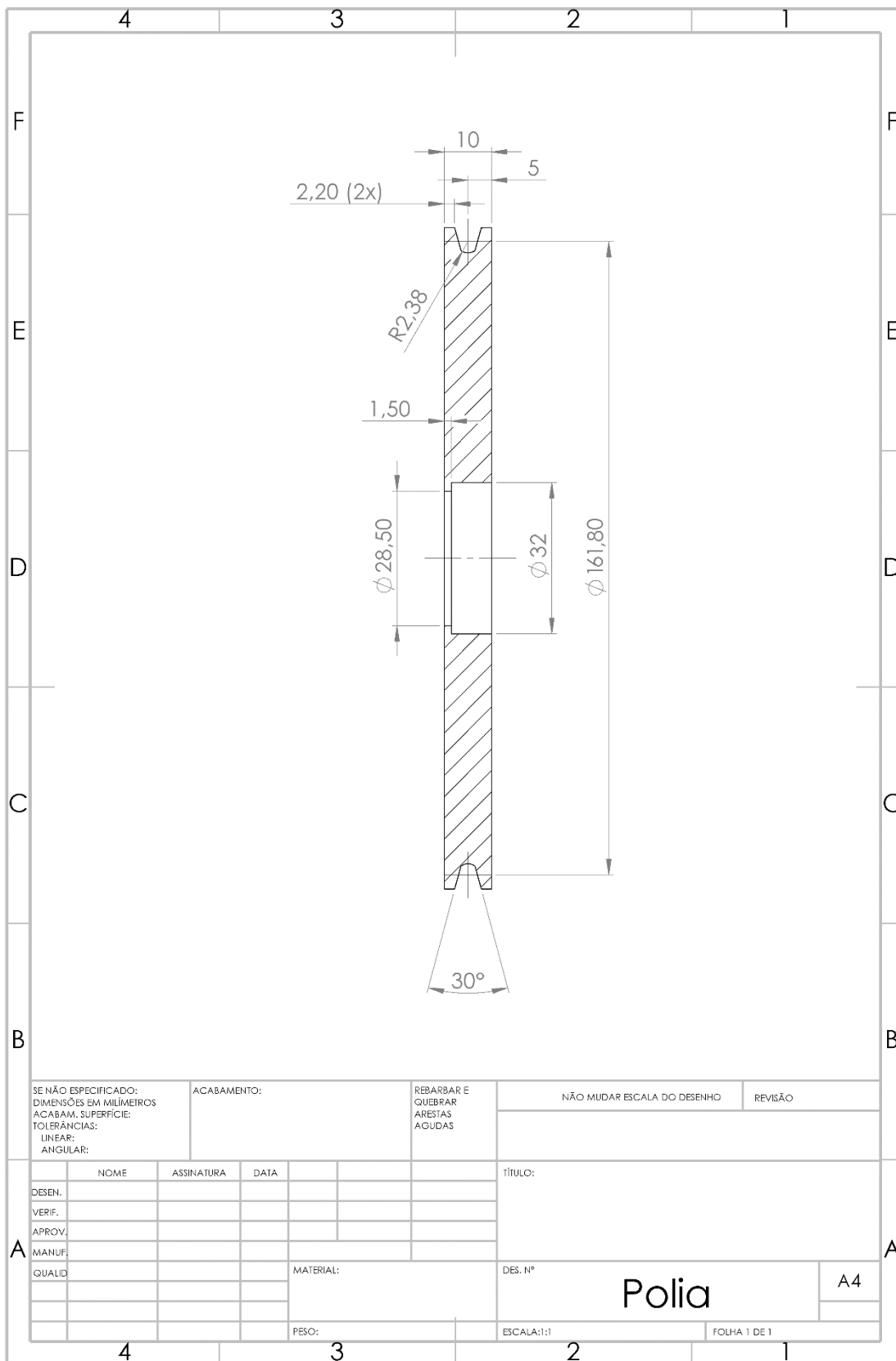
Apêndice G



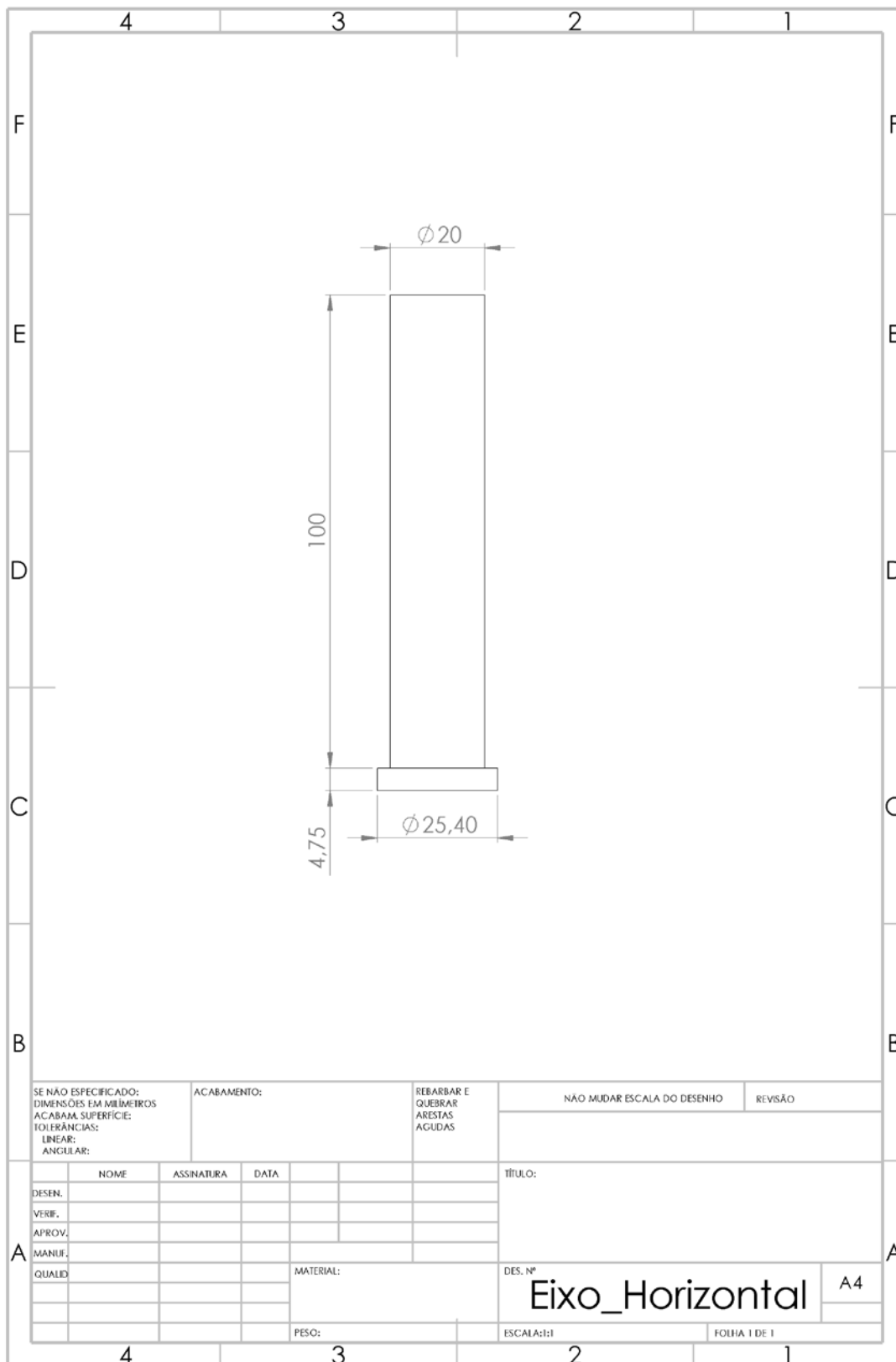
Apêndice H



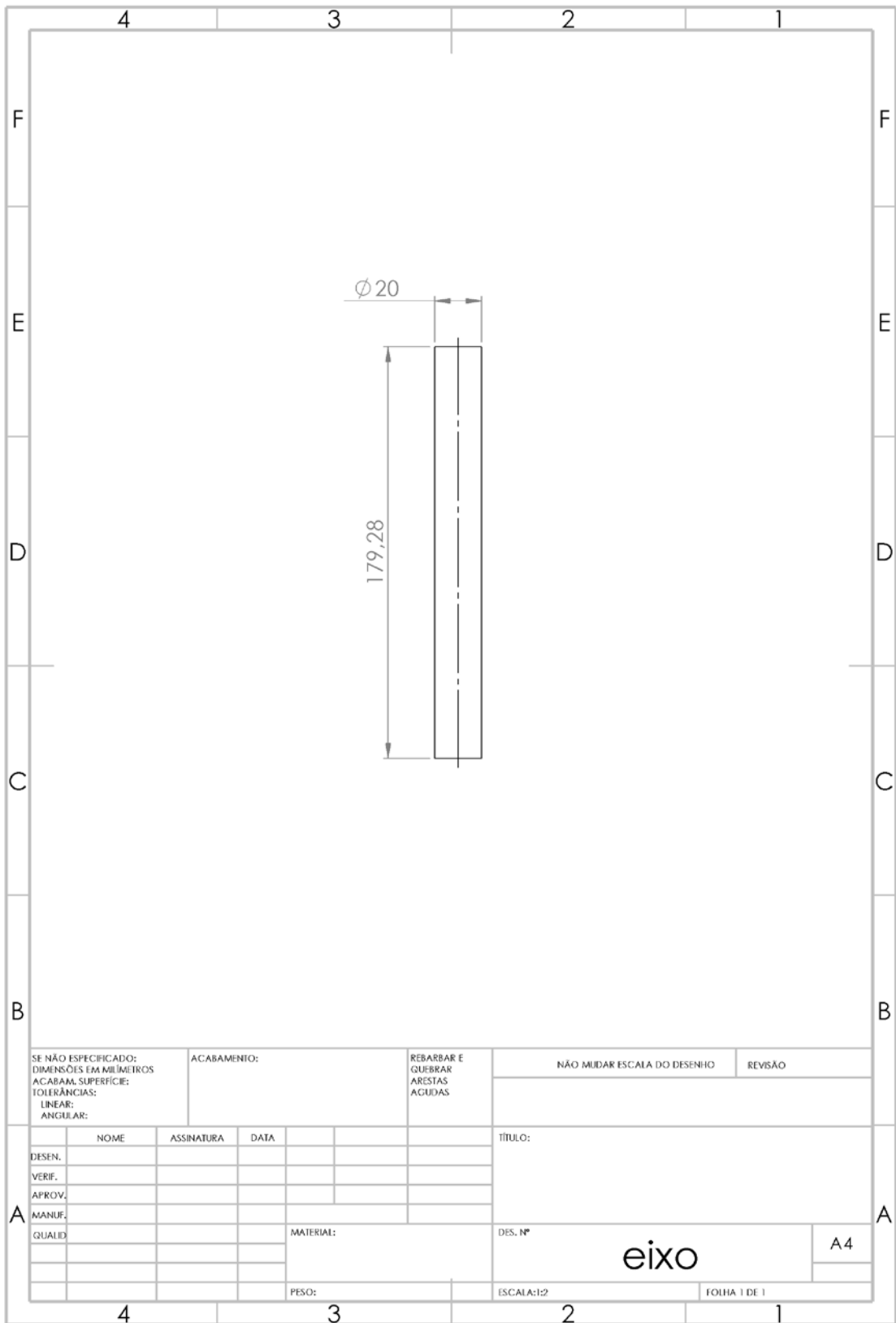
Apêndice I



Apêndice J



Apêndice L



Apêndice M

