



**Diego Michael Cornelius dos Santos**

**PROJETO CONCEITUAL DE UM MEIO DE TRANSPORTE UTILIZADO  
PARA O ABASTECIMENTO DA LINHA DE MONTAGEM**

Horizontalina - RS

**2018**

**Diego Michael Cornelius dos Santos**

**PROJETO CONCEITUAL DE UM MEIO DE TRANSPORTE UTILIZADO  
PARA O ABASTECIMENTO DA LINHA DE MONTAGEM**

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. Me. André Rogério Kinalski Bender.

**Horizontina - RS**

2018

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

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

**“Projeto Conceitual de um meio de transporte utilizado para o abastecimento da linha de montagem”**

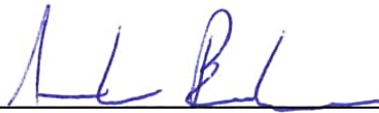
**Elaborado por:**

**Diego Michael Cornelius dos Santos**

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

Aprovado em: 29/11/2018

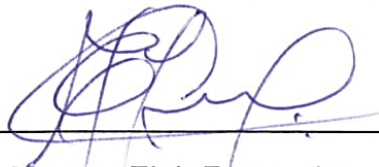
Pela Comissão Examinadora



---

Mestre. André Rogério Kinalski Bender

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



---

Mestre. Eloir Fernandes

FAHOR – Faculdade Horizontina



---

Mestre. Francine Centenaro

FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS**

**2018**

## Dedicatória

Aos meus pais, por sua capacidade de sempre confiar em mim e pela oportunidade de concretizar e encerrar mais uma caminhada em minha vida. A meu tio Alceu (in memoriam), que infelizmente não estará presente neste momento tão especial de minha vida, mas que não poderia deixar de dedicar esta conquista a ele, pois se hoje estou aqui, é porque devo muitas coisas a ele, seja por seus ensinamentos ou pelos valores passados. Obrigado por tudo! Eternas saudades!

## AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por permitir que eu sempre pudesse ir atrás de meus sonhos.

A minha família, pelo apoio incondicional e por tudo que fizeram em meu benefício ao longo de minha vida.

Em especial a minha namorada Bruna, por contribuir com sugestões e questionamentos ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos, pelos raros, porém prazerosos momentos de lazer e descontração que tivemos ao longo dos últimos anos.

Ao meu orientador André Bender, por toda a colaboração e conhecimento transmitido durante o desenvolvimento deste trabalho.

A todos que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Meu muito obrigado a todos!

“Não importa o que você seja, quem você seja, ou o que deseja na vida, a ousadia em ser diferente reflete na sua personalidade, no seu caráter, naquilo que você é. E é assim que as pessoas lembrarão de você um dia”.

(Ayrton Senna)

## RESUMO

Em relação à logística, destacam-se as ineficiências relacionadas as pequenas movimentações de material, as quais são realizadas inúmeras vezes e que podem resultar em perda de produtividade e geração de novos custos, quando aplicadas durante determinado período de tempo. Baseado nessas premissas, ao realizar o incremento de 1.537 itens a um mercado de peças que já possuía 1.613, houve uma sobrecarga do meio de transporte utilizado para enviar essas peças à linha de montagem, sendo necessária a realização de horas extras para que o abastecimento fosse realizado conforme a necessidade da linha de produção. O meio de transporte atual permite o carregamento de uma quantidade limitada de caixas, seja por seu espaço limitado ou por sua estrutura física suscetível a quebras. Desta forma, o objetivo geral deste trabalho é projetar conceitualmente, um meio de transporte mais robusto e que seja capaz de atender a necessidade da linha de montagem, melhorando a produtividade e garantindo a segurança dos operadores envolvidos. Assim sendo, será necessário identificar os riscos e estabelecer as especificações do projeto, assim como será necessário definir a estrutura funcional, elaborar e selecionar uma concepção que atenda às necessidades levantadas. Para o desenvolvimento do projeto será realizada uma pesquisa bibliográfica em livros, teses, dissertações e artigos científicos publicados em revistas. Além disso, será aplicado um questionário para os operadores avaliarem o meio de transporte atual, também será coletado os dados referente a quantidade de caixas que devem ser transportadas. Após desenvolver as etapas relacionadas ao projeto de produto, será possível determinar possíveis soluções para cada uma das funções elementares do produto, ampliando o espaço e a sua capacidade de carga, em relação ao meio de transporte utilizado atualmente. Além disso, também será realizada a modelagem digital da concepção escolhida, por meio da utilização do *software* Solidworks. Evidencia-se com este trabalho, que os meios de transporte devem ser desenvolvidos em função de atender as variações de demanda da linha de montagem, considerando o custo operacional. Em relação ao projeto do produto, destaca-se que a sequência de etapas e fases de projeção deve ser seguida de forma responsável, para que as necessidades levantadas sejam atendidas, e que as soluções encontradas satisfaçam as especificações do projeto.

**Palavras-chave:** Projeto. Abastecimento. Logística.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Equipamentos utilizados para a movimentação de materiais .....	18
Figura 2 - Modelo de reboque .....	19
Figura 3 - Macrofases, fases e saídas da fase de projeto de produto.....	20
Figura 4 - Planejamento de Projeto .....	21
Figura 5 - Projeto Informacional .....	22
Figura 6 - Modelo da matriz de QFD. ....	24
Figura 7 - Projeto Conceitual.....	25
Figura 8 - Etapas do Planejamento do Projeto.....	27
Figura 9 - Etapas do Projeto Informacional .....	28
Figura 10 - Etapas do Projeto Conceitual.....	30
Figura 11 - Estrutura analítica do projeto .....	36
Figura 12 - Modelo de caixa Bin.....	42
Figura 13 - Modelo caixa Klt.....	42
Figura 14 - Dimensões da caixa Bin.....	42
Figura 15 - Dimensões da caixa Klt.....	42
Figura 16 - Diagrama de Mudge.....	47
Figura 17 - Função global.....	54
Figura 18 - Funções parciais .....	55
Figura 19 - Funções elementares.....	56
Figura 20 - Concepção escolhida.....	61
Figura 21 - Acondicionamento das caixas Bins.....	64
Figura 22 - Acondicionamento das caixas KIts.....	64
Figura 23 - Proteção contra quedas .....	65
Figura 24 - Sistema de direção .....	66
Figura 25 - Conjunto pneu e aro.....	67
Figura 26 - Sistema de amortecimento .....	67
Figura 27 - Trava das prateleiras .....	68



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronograma de atividades .....	32
Quadro 2 - Escopo do projeto .....	34
Quadro 3 - Avaliação dos riscos.....	37
Quadro 4 - Necessidade dos operadores.....	45
Quadro 5 - Requisitos dos operadores.....	45
Quadro 6 - Requisitos do projeto.....	48
Quadro 7 - Hierarquização dos requisitos de projeto .....	50
Quadro 8 - Especificações do projeto .....	52
Quadro 9 - Matriz morfológica .....	57
Quadro 10 - Princípios de solução .....	58
Quadro 11 - Materiais reaproveitados .....	62
Quadro 12 - Análise dos requisitos de projeto.....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Partes envolvidas no projeto .....	31
Tabela 2 - Matriz de priorização de problemas .....	39
Tabela 3 - Nível de segurança do meio de transporte utilizado.....	40
Tabela 4 - Análise das caixas recebidas e enviadas.....	41
Tabela 5 - Análise da demanda das caixas Bins.....	43
Tabela 6 - Análise da demanda de caixas Klt .....	44
Tabela 7 - Classificação dos requisitos dos operadores .....	47
Tabela 8 - Análise das concepções.....	60
Tabela 9 - Materiais que precisam ser adquiridos.....	63

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
1.1 TEMA.....	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA .....	13
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
1.4 HIPÓTESES .....	14
1.5 JUSTIFICATIVA.....	14
1.6 OBJETIVOS.....	15
1.6.1 Objetivo Geral.....	15
1.6.2 Objetivos Específicos .....	15
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	16
2.1 Definindo Logística .....	16
2.1.1 Fluxo de materiais .....	16
2.1.2 Transporte de materiais.....	17
2.2 Projeto de Produto .....	19
2.2.1 Planejamento do projeto.....	21
2.2.2 Projeto Informacional.....	22
2.2.3 Projeto Conceitual .....	25
3 METODOLOGIA.....	27
3.1 Planejamento do projeto .....	27
3.2 Projeto informacional .....	28
3.3 Projeto conceitual .....	29
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	31
4.1 Planejamento do Projeto.....	31
4.1.1 Indicar interessados no Projeto .....	31
4.1.2 Determinar atividades e sequência .....	32
4.1.3 Definir o escopo do produto.....	33
4.1.4 Elaborar o Escopo do projeto .....	34
4.1.5 Detalhar o escopo do projeto.....	36
4.1.6 Avaliação dos riscos.....	37
4.2 Projeto Informacional .....	38
4.2.1 Questionário sobre o meio de transporte utilizado .....	38
4.2.2 Avaliar meio de transporte utilizado.....	39

4.2.3 Identificar a necessidade dos operadores .....	44
4.2.4 Definir os requisitos dos Operadores .....	45
4.2.5 Avaliar os requisitos dos operadores.....	46
4.2.6 Estruturar os requisitos de projeto .....	48
4.2.7 Hierarquizar os requisitos de projeto .....	50
4.2.8 Definir as especificações do projeto .....	51
4.3 Projeto Conceitual.....	54
4.3.1 Estrutura Funcional .....	54
4.3.2 Princípios de solução .....	56
4.3.3 Analisar concepções .....	58
4.3.4 Definir concepção ideal .....	59
4.3.5 Monitorar viabilidade econômica .....	61
4.3.6 Detalhar concepção escolhida.....	64
4.3.7 Análise do desempenho do projeto .....	68
CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	73
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO.....	75
APÊNDICE B – MATRIZ QFD.....	76
APÊNDICE C – COMPARAÇÃO ENTRE O MODELO ATUAL E PROPOSTO .....	77
APÊNDICE D – DESENHOS DETALHADOS DOS COMPONENTES .....	78

## 1 INTRODUÇÃO

Devido as circunstâncias atuais relacionadas a globalização da produção mundial, é possível observar o crescente aumento da competitividade entre as empresas, seja por meio das mudanças tecnológicas, políticas e econômicas, as quais exigem que as empresas administrem de forma simultânea o fluxo de informações e materiais, a manufatura e a distribuição de seus produtos, visando sempre a qualidade, a produtividade e a redução de seus custos (MARIOTTO, 1991). Neste cenário, a logística possui papel fundamental para garantir que as empresas atendam suas demandas com qualidade e pontualidade na entrega do produto ao cliente, garantindo desta forma, sua permanência no mercado (GUARNIERI e HATAKEYAMA; 2010).

Dentre os diversos setores de uma fábrica de máquinas agrícolas, a logística destaca-se por proporcionar as condições práticas para que as metas definidas pelo marketing da empresa sejam alcançadas. Ou seja, trata-se de um processo de planejamento, implementação, controle de fluxo e armazenagem de produtos, visando sempre atender aos requisitos do consumidor (NOVAES, 2004). Nas grandes indústrias brasileiras, dentre as atividades de logística, o transporte é a operação que consome a maior parte dos recursos, com média de 64%, seguida da armazenagem, cerca de 21%, e demais atividades são responsáveis por 15% do custo total (WANKE, FIGUEIREDO e FLEURY; 2004).

Este trabalho será elaborado devido ao surgimento de uma dificuldade que impacta o fluxo de materiais a serem transportados diariamente à linha de produção, por meio da utilização de um meio de transporte. Após o incremento de 1.537 novos itens a um mercado de peças, o meio de transporte utilizado, também conhecido como reboque, passou a ser incapaz de transportar todos os itens necessários a linha de montagem. Esta situação resultou no atraso do abastecimento da linha de produção, gerando gargalos no processo produtivo e a ocorrência de quase acidente com os operadores envolvidos, devido a quebra do meio de transporte e da queda de caixas das prateleiras. Desta forma, será elaborado o desenvolvimento do estudo de uma nova concepção de um reboque, que apresente maior segurança aos operadores, aumento da capacidade de transporte de caixas a serem transportados

e que seja mais robusto, evitando possíveis quebras que possam resultar em acidentes ou que afetem o abastecimento de peças à linha de montagem.

### 1.1 TEMA

O foco principal baseia-se no desenvolvimento de uma nova concepção do meio de transporte utilizado, melhorando a produtividade do processo e que apresente maior segurança aos colaboradores envolvidos nesta atividade.

### 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A delimitação do tema situa-se no desenvolvimento da fase de projeto conceitual de um reboque, que garanta o abastecimento da linha de montagem, sem causar atraso ou restrições no ciclo produtivo.

Para que isso seja possível, o meio de transporte deverá ser projetado levando em consideração a quantidade de caixas necessárias a serem transportadas para a linha de montagem, assim como a eliminação das questões que envolvam as quebras e a falta de espaço físico do reboque.

Para orientar o desenvolvimento deste projeto, será utilizada a metodologia abordada por Romano (2013), que apresenta um método baseado nas seguintes macrofases: Planejamento, Projetação e Implementação. Em relação a esse trabalho, serão desenvolvidas as fases de Planejamento de projeto, Projeto informacional e Projeto conceitual, que correspondem as macrofases de Planejamento e Projetação.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Com a união de dois mercados de peças, houve o incremento de 1.537 itens do mercado B ao mercado de peças A, totalizando 3.150 tipos de peças armazenadas em um único mercado. Os tipos de peças e elementos armazenados variam desde pequenas porcas e parafusos, até peças soldadas e usinadas. Com este incremento, houve um aumento de 40% nas caixas que retornavam vazias da linha de montagem, resultando em uma maior carga de trabalho para garantir o abastecimento da linha de produção. O abastecimento de peças é realizado por meio de rotas, onde transportam-se caixas pequenas (Bins) e médias (KLT - *Klein*

*lagerung und transport* ou acondicionamento e transporte de pequenos componentes) utilizando um meio de transporte. Porém, a partir do incremento dos novos itens, o reboque utilizado se mostrou ineficiente, devido ao pouco espaço físico que ele possui para alocar as caixas e a sua fragilidade, a qual gera constantes quebras e, por consequência, atraso no abastecimento de peças. Tais problemas resultaram em uma restrição no processo de logística, sendo necessária a realização diária de horas extras para que as atividades sejam realizadas de acordo com a necessidade da linha de produção.

Desta forma, o presente trabalho se propõe a realizar a elaboração de um novo conceito de reboque, o qual atenda a demanda da linha de montagem e que garanta a segurança dos colaboradores envolvidos. Com base nestas informações, o problema de pesquisa pode ser caracterizado pela seguinte questão: Qual a melhor forma de projetar conceitualmente um reboque que atenda a necessidade da linha de montagem e que apresente os níveis de segurança e produtividade necessários para impedir o surgimento de restrições nesta etapa do processo?

#### 1.4 HIPÓTESES

Considerando que o transporte de materiais é responsável por consumir 64% dos recursos das grandes indústrias brasileiras, e sabendo que o incremento de novos itens ao mercado de peças gerou um gargalo no abastecimento de peças à linha de produção, a hipótese levantada neste trabalho é de que para solucionar esse problema um novo reboque deverá ser manufaturado. Porém, para que o reboque proposto atenda a demanda da linha de produção da forma devida, antes de ele ser manufaturado, ele deverá ser projetado seguindo as fases de Planejamento do projeto, projeto Informacional e Projeto Conceitual, onde será possível encontrar a(s) solução(ões) para as quebras ocorridas e para a falta de espaço que o reboque atual apresenta.

#### 1.5 JUSTIFICATIVA

Os processos produtivos realizados nos mais variados ramos da indústria, seja a indústria automobilística, agrícola, de aviação, entre outras, possuem seus

processos de produção devidamente balanceados, aumentando a eficiência de seus colaboradores, evitando-se desperdícios e perda de capital investido.

Na área de logística, a eliminação de movimentação desnecessária, é fundamental para que o transporte de materiais se mantenha sob um fluxo constante, sem causar atrasos no abastecimento da linha de produção. Para realizar o transporte dos elementos ou componentes de máquinas, utilizam-se meios de transporte, os quais precisam estar devidamente dimensionados para atender a demanda solicitada de acordo com a produção atual. Neste contexto, qualquer alteração na sistemática de trabalho ou nos equipamentos utilizados poderá resultar em atraso na entrega dos produtos ou restrições no ciclo produtivo.

Desta forma, este trabalho tem como proposta elaborar o Projeto Conceitual de um reboque, que permita diminuir a movimentação, garantindo o abastecimento da linha de produção, sem que ocorra a geração de gargalos produtivos ou a necessidade de realização de horas extras.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo Geral

Desenvolver a fase de Planejamento de Projeto, Projeto Informacional e Projeto Conceitual de um meio de transporte que será utilizado para realizar o abastecimento de peças na linha de produção em uma indústria de máquinas agrícolas, buscando o aumento da produtividade e a segurança dos colaboradores.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral seja alcançado, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar e avaliar os riscos que podem surgir ao longo do projeto;
- b) Definir as especificações de projeto e estipular metas para cada uma delas;
- c) Determinar a estrutura funcional do meio de transporte;
- d) Avaliar as concepções e indicar qual a mais apropriada;
- e) Verificar se as especificações de projeto foram atendidas.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 DEFININDO LOGÍSTICA

A data específica da ocorrência do surgimento da Logística não é conhecida, porém, sabe-se que a construção das pirâmides do Egito exigiu alto grau de planejamento, tanto na sua construção, assim como a questão da escolha e transporte dos materiais. Os primeiros passos da Logística como ciência, ocorreram no período da 2ª Guerra Mundial, onde além de atitudes rápidas, era necessário o envio de mantimentos no lugar exato e no tempo apropriado. Neste ponto, destaca-se o planejamento e a questão operacional do lado aliado, o qual garantia a chegada de munição aos combatentes na linha de frente da batalha (PAURA, 2012).

Novaes (2004) conceitua logística conforme a definição adotada pelo *Council of Logistics Management*, o qual trata a logística como um processo de planejamento, implementação e controle eficiente da armazenagem e fluxo de produtos, bem como serviços e informações associadas, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor.

A Logística vem se transformando num processo cada vez mais importante para diversas empresas, pois trata-se de um conjunto de atividades funcionais, que agregam valor ao produto final, as quais se repetem inúmeras vezes ao longo do processo produtivo pelo qual a matéria-prima vai sendo convertida em produto. Uma boa administração logística interpreta cada atividade na cadeia de suprimentos como contribuinte do processo de agregação de valor. Quando pouco valor pode ser agregado, torna-se questionável a própria existência dessa atividade. Contudo, agrega-se valor quando os consumidores estão dispostos a pagar, por um produto ou serviço, mais que o custo de colocá-lo ao alcance deles. Para incontáveis empresas no mundo inteiro, a logística vem se transformando num processo cada vez mais importante (BALLOU, 2006).

#### 2.1.1 Fluxo de materiais

Toda empresa fabricante adquire materiais e serviços de fornecedores, processa os materiais para realizar algo de maior valor e fornece produtos e/ou

serviços para seus clientes. O fluxo desses materiais e produtos é essencial para garantir o sucesso da empresa, assim como os tipos de processos empregados, a variedade de produtos ou os clientes servidos (PLOSSL, 1993).

O fluxo de materiais associados à logística envolve a armazenagem ou transporte da matéria prima e dos produtos acabados, assim como o processamento dos materiais. Ou seja, o fluxo de materiais está diretamente envolvido com todo processo produtivo, partindo desde os fornecedores, passando pela fabricação, seguindo ao varejista, para finalmente atingir o alvo principal de toda a cadeia de suprimentos, o consumidor final (NOVAES, 2004).

Ballou (2006) relata que o fluxo interno de materiais corresponde ao transporte de produtos em pequenas quantidades e por distâncias relativamente pequenas, quando comparadas com as longas distâncias de movimentação, realizadas pelas companhias transportadoras. Seu interesse se encontra na rápida movimentação e baixo custo das mercadorias. Como essas atividades de manuseio precisam ser realizadas diversas vezes, pequenas ineficiências em qualquer tipo de transporte podem resultar na perda de produtividade ou, até mesmo, grandes custos, quando aplicadas a muitos produtos por determinado período de tempo.

### 2.1.2 Transporte de materiais

O abastecimento dos suprimentos realizado na indústria, seja na automotiva ou na indústria de máquinas agrícolas, caracteriza-se por realizar a coleta e abastecimento de peças em um determinado tempo, por meio da realização de rotas, visando sempre minimizar os custos de transporte e operação, além de aproveitar melhor a capacidade do meio de transporte (MOURA e BOTTER, 2002).

Moura e Botter (2016) complementam que existem três tipos básicos de canais de fornecimento:

- Direto: o fornecedor é responsável pela entrega dos materiais diretamente no local de fabricação, optando por um dos modais de transporte;
- Montagem: a entrega do material é realizada pelo fornecedor em um determinado ponto da linha de montagem e em volumes relativamente pequenos;
- Milk-Run: o material é coletado em diversos fornecedores por uma transportadora, e em seguida, a entrega da carga é realizada no local de fabricação.

No entanto, para garantir que o sistema de abastecimento de peças e demais componentes seja realizado de forma eficaz, Mei *et al.* (2017) complementa que o meio de transporte utilizado, nos canais de fornecimento, precisa possuir as seguintes características:

- Ser dinâmico, de forma que permita atender variações na demanda, ao mesmo tempo em que controla o custo operacional;
- Embalagens com tamanhos diferentes precisam ser armazenadas em locais específicos, levando em consideração o percurso a ser realizado;
- O meio de transporte utilizado para o abastecimento dos suprimentos precisa ser otimizado e deve permitir a combinação com uma variedade de veículos.

Essas características estão diretamente ligadas aos mais variados tipos de cargas a serem movimentadas no interior das empresas. Desta forma, é possível encontrar comercialmente uma ampla variedade de projetos referentes a este tipo de equipamento. Portanto, independentemente do tipo de indústria, todo o processo de produção depende da escolha correta dos tipos de máquinas ou equipamentos a serem utilizadas na movimentação dos materiais (RUDENKO, 1976).

A movimentação de materiais e componentes nas indústrias pode ser realizada utilizando-se empilhadeiras, rebocador elétrico e a combustão, paleteiras, além de carrinhos manuais de aproximação, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Equipamentos utilizados para a movimentação de materiais



Fonte: Adaptado de Conventional warehousing (2018).

Em muitos casos, utilizam-se as máquinas de movimentação de materiais para transportar os mais variados tipos de peças e componentes, utilizando-se um meio de transporte, popularmente conhecido como reboque, o qual é puxado por um rebocador, conforme pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 - Modelo de reboque



Fonte: Adaptado de Enis, 2018.

O rebocador é responsável por transportar o reboque utilizado, para abastecer a linha de produção, pode ser elétrico ou movido a combustão e o seu tamanho pode variar de acordo com a forma ou com as características das peças a serem transportadas.

## 2.2 PROJETO DE PRODUTO

Projeto pode ser considerado como um esforço temporário, o qual permite a criação de um novo produto ou serviço. Por serem considerados temporários, os projetos possuem início e término previamente definidos. O término é alcançado quando os objetivos do projeto são atingidos ou quando não podem ser alcançados. Cada projeto cria um produto, serviço ou resultado único, embora sejam empregados elementos repetitivos em produtos diferentes (PMI, 2017).

Um projeto pode ser considerado como um processo de transformação que tem seu início a partir de uma necessidade e resulta na criação de um produto ou serviço com características que satisfaçam ou até mesmo superem as expectativas do cliente. Desta forma, o projeto precisa ser administrado de forma que as

informações de entrada sejam transformadas em atividades a serem realizadas ao longo do projeto, garantindo que o resultado final atenda as necessidades abordadas inicialmente (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002).

Para Romano (2013), as fases relacionadas ao Projeto de Produto podem ser divididas em três macrofases, onde as macro fases são subdivididas em oito fases distintas, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Macrofases, fases e saídas da fase de projeto de produto



Fonte: Romano (2003).

Destaca-se na Figura 3, que ao final de cada fase, ocorre à avaliação do resultado obtido, autorizando a passagem para a fase posterior do processo em questão.

O projeto de produto pode ser considerado como um processo que cada vez se torna mais crítico em relação à competitividade das empresas, principalmente com a ampliação dos níveis de globalização entre os mercados. Isso faz com que a diversidade e variedade de produtos aumentem cada vez mais, ao mesmo tempo em que se reduz o ciclo de vida dos produtos disponíveis no mercado. Desta forma, este processo permite a criação de produtos novos e mais competitivos em um intervalo de tempo menor, atendendo as mudanças de mercado e as variações nas demandas de seus clientes, sejam no campo da tecnologia, saúde, meio ambiente ou segurança (ROZENFELD *et al.*, 2006).

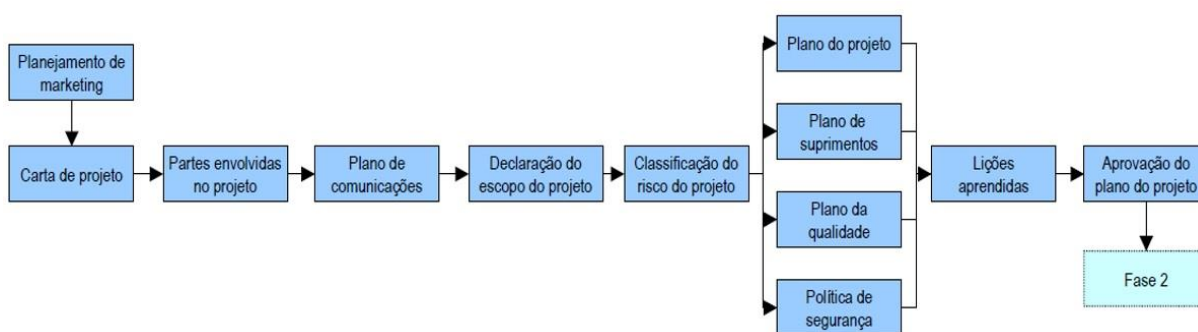
Back *et al.* (2008), sugere que o termo produto refere-se a um objeto concebido, produzido industrialmente, com características e funções que atendam às necessidades requeridas. No entanto, novos produtos não significam produtos com características únicas e intrínsecas, mas sim produtos com modificações e características melhoradas. Desta forma, os produtos podem ser classificados em:

- i. Variantes de produtos existentes: trata-se de produtos com versões modificadas e novas formas;
- ii. Inovativos: consequência de realizar modificações em um produto que já existe, resultando em maior tempo de desenvolvimento e maior custo de pesquisa;
- iii. Criativos: tratam-se de novos produtos, onde seu tempo de desenvolvimento e custo de pesquisa é longo, e o risco ao ser lançado no mercado é alto.

### 2.2.1 Planejamento do projeto

O planejamento do projeto corresponde à primeira macrofase do processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas e é uma fase destinada a planejar o projeto de acordo com o plano de negócio da empresa, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Planejamento de Projeto



Fonte: Romano (2003).

Durante as etapas realizadas ao longo do planejamento do projeto, todas as atividades e recursos devem ser identificados, assim como a melhor forma de integrá-los para que o projeto seja desenvolvido com o mínimo de erros possíveis (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Esta fase destina-se ao planejamento de um novo projeto em relação a organização e realização das atividades ao longo do processo, sendo que inicia a partir da identificação das partes envolvidas no projeto (BACK *et al.*, 2008).

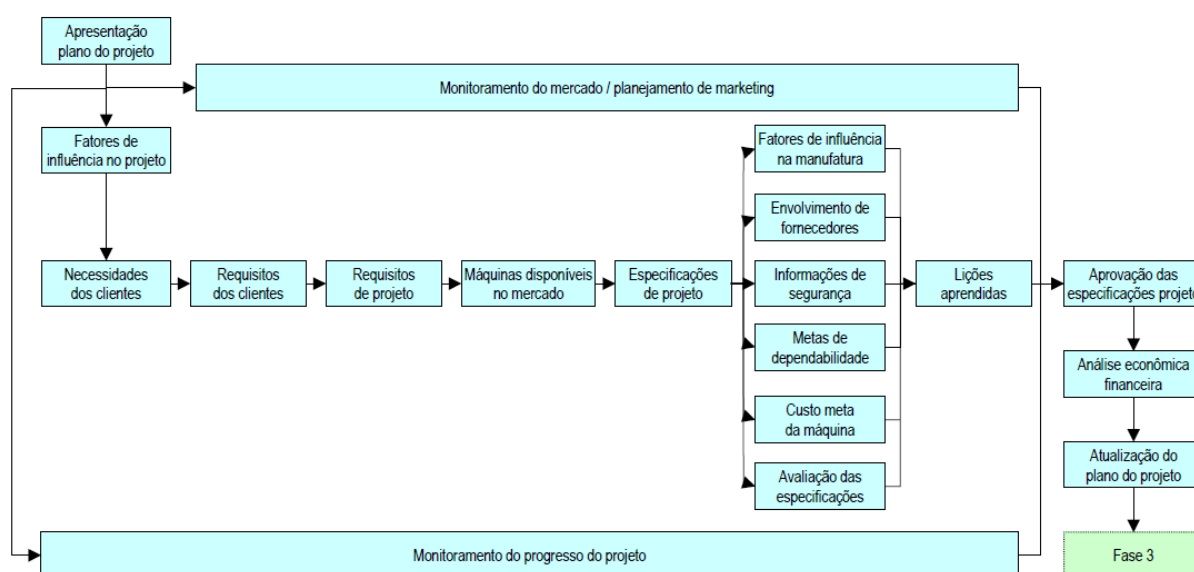
Durante a etapa de planejamento, será definido o escopo do projeto que será definido com maior especificidade, de acordo com o surgimento das informações a respeito do projeto. Os riscos existentes, premissas e restrições também devem ser

analisados, a fim de verificar sua integridade, permitindo que informações sejam acrescentadas ou atualizadas. Além disso, o planejamento do projeto também fornece informações a respeito dos recursos necessários, do tempo necessário para cada atividade e do estabelecimento de uma base acordada para a avaliação dos riscos (PMI, 2017).

### 2.2.2 Projeto Informacional

Diversos autores, entre eles Pahl e Beitz (2005), Rozenfeld *et al.* (2006), Back *et al.* (2008), Romano (2013), propõem que durante o projeto informacional as seguintes etapas precisam ser abordadas, conforme ilustração da Figura 5: definição dos clientes; identificação dos requisitos dos clientes; conversão dos requisitos dos clientes em requisitos do produto e obtenção das especificações de projeto.

Figura 5 - Projeto Informacional



Fonte: Romano (2003).

A partir dessa fase é possível determinar os requisitos de projeto, considerando-se os mais variados atributos: funcionais, ergonômicos, de segurança, entre outros. Dos requisitos de projeto derivam-se as especificações de projeto, ou seja, os objetivos que a máquina ou equipamento deverá atender (ROMANO, 2003).

Rozenfeld *et al.* (2006) complementa que esta fase do projeto tem como principal objetivo o desenvolvimento de um conjunto de especificações, as quais irão

fornecer a base de informações sobre a qual serão montados os critérios de avaliação e de tomada de decisão, utilizados nas etapas posteriores do processo de desenvolvimento. Esse conjunto de informações irá refletir as características que o produto deverá ter para atender as necessidades dos clientes.

O projeto informacional estabelece as necessidades dos clientes ou usuários, tratados neste trabalho como operadores, as quais posteriormente são transformadas em requisitos do cliente. A partir disso, é possível definir os requisitos de projeto do produto, considerando os mais variados atributos: funcionais, ergonômicos, de segurança, de confiabilidade, de modularidade, estéticos, entre outros (BACK *et al.*, 2008).

Em relação aos requisitos de clientes, eles podem ser definidos por meio de questionários de avaliação, que utilizam a escala Likert para avaliar produtos e/ou processos. Ela é utilizada quando é necessário mensurar a intensidade de determinadas características ou funções, contribuindo para a definição das necessidades dos clientes (LUCIAN e DORNELAS, 2015).

A identificação dos requisitos dos clientes é obtida por meio de três atividades: coletar as necessidades dos clientes, definir requisitos dos clientes e valorar requisitos dos clientes. O resultado final do projeto informacional tem como objetivos: guiar as etapas seguintes do desenvolvimento do produto e servir de critério para as decisões tomadas ao longo do projeto (NICKEL, 2010).

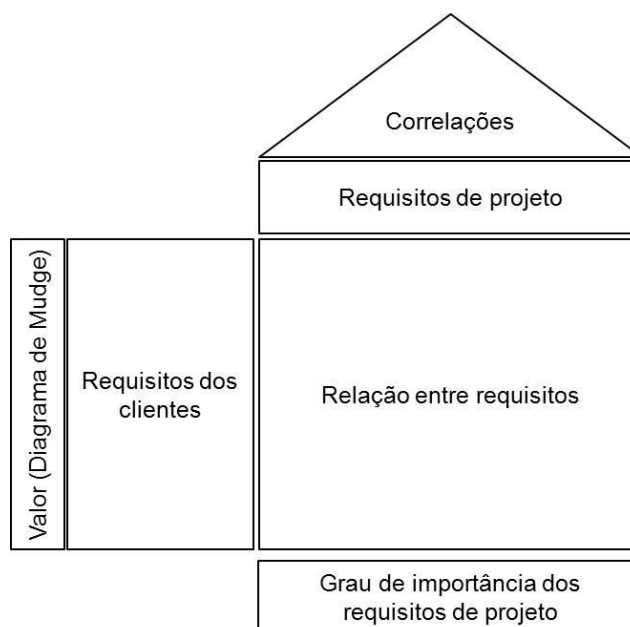
A valoração dos requisitos de cliente pode ser realizada utilizando-se o Diagrama de Mudge, que de acordo com Santos *et al.* (2008), permite que os requisitos sejam priorizados de acordo com a importância que eles representam para o cumprimento das exigências requeridas pelos clientes. Esse método consiste em realizar uma comparação entre os pares de requisitos abordados, resultando na definição de um grau de importância para cada exigência.

Outra ferramenta de apoio a realização de projetos é a Matriz de QFD (*Quality Function Deployment* ou desdobramento da função qualidade), a qual permite hierarquizar os requisitos de projeto de acordo com a sua importância, relacionando os requisitos de projeto com os requisitos de cliente, como pode ser visualizado na Figura 6. Porém nada impede que a utilização dessa ferramenta seja realizada em



outras etapas do projeto, como a pesquisa de mercado ou a própria adequação dos meios de produção (BAXTER, 2011).

Figura 6 - Modelo da matriz de QFD.



Fonte: Adaptado de Guimarães (2003).

Cada um dos requisitos de projeto recebe uma pontuação ao ser comparado com os requisitos dos clientes, resultando da definição do grau de importância de cada requisito de projeto. Posteriormente pode ser realizada uma correlação entre os requisitos de projeto, que pode resultar em algumas mudanças em relação a pontuação dos requisitos de projeto (ABREU, 1997).

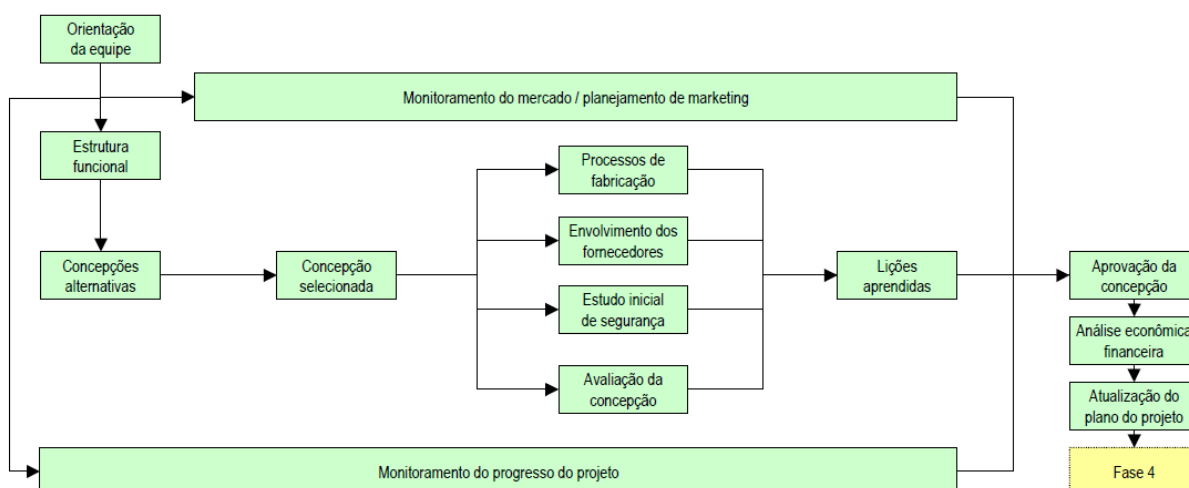
Para Back (2008) as especificações do projeto possuem papel fundamental, pois proporciona a descrição e entendimento do problema de forma funcional, qualitativa e quantitativa. Além disso, é responsável por fornecer a base de informações sobre a qual serão tomadas as decisões e definição dos critérios de avaliação a serem tomadas nas fases posteriores. Neste contexto, para que seja possível dimensionar uma concepção que suporte transportar a quantidade de caixas necessárias à linha de produção, será realizado uma coleta de dados referentes ao tipo e a quantidade de caixas enviadas à linha de montagem ao longo do dia.

### 2.2.3 Projeto Conceitual

O desenvolvimento das concepções é iniciado de acordo com as especificações de projeto e envolve a identificação das funções do produto, permitindo a elaboração dos princípios de solução em relação aos respectivos problemas encontrados, assim como a geração de alternativas de concepção (FERREIRA, 2002; BACK *et al.*, 2008; BAXTER, 2011).

Romano (2013) destaca que o Projeto Conceitual, ilustrado na Figura 7, trata do desenvolvimento da concepção da máquina e para atingir este propósito deve ser estabelecida a estrutura funcional da máquina ou equipamento. Esta etapa envolve a definição da função global a ser executada assim como as suas respectivas subfunções.

Figura 7 - Projeto Conceitual



Fonte: Romano (2003).

Diferentemente da fase de Projeto informacional, nesta fase as atividades do projeto relacionam-se com a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto. O processo de criação de soluções é direcionado por meio das necessidades, requisitos e especificações de projeto do produto. Por outro lado, a representação dos resultados pode ser feita por meio de esquemas, croquis e desenhos, sendo que a seleção das soluções é realizada com base em métodos e critérios que se apoiam nas necessidades dos clientes ou requisitos do projeto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Para que o propósito desta fase seja atingido, devem ser realizadas atividades que busquem estabelecer a estrutura funcional do projeto (BACK *et al.*, 2008; ROMANO, 2013). Para estabelecer toda a estrutura funcional do projeto poderá ser utilizada a matriz morfológica, a fim de garantir a decomposição da estrutura funcional em subfunções, onde serão levantadas as possíveis soluções para cada problema. A matriz morfológica trata-se de uma técnica desenvolvida por Fritz Zwicky, entre as décadas de 40 e 50, e caracteriza-se por ser uma técnica voltada a inovação e não apenas a solução de problemas já existentes nos produtos. A aplicação desta técnica consiste na decomposição do problema em subfunções e/ou partes, seguida da associação de partes distintas, permitindo a visualização de novas formações do conjunto e a criação de ideias inovadoras (PLENTZ, 2011).

Com as subfunções da estrutura funcional devidamente identificada, é necessário realizar a escolha das possíveis soluções abordadas. A escolha pode ser realizada por meio do auxílio de uma matriz de decisão, onde as alternativas podem ser avaliadas de acordo com os critérios que forem julgados necessários. Além disso, podem ser definidos diversos tipos de concepções alternativas, variando de acordo com a necessidade. A determinação da concepção mais adequada é realizada por meio de uma análise comparativa entre todas as concepções alternativas (ROMANO, 2013).

### 3 METODOLOGIA

Para a realização deste projeto utilizou-se como base estratégica o livro desenvolvido por Leonardo Nabaes Romano, pois se trata da elaboração de um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas, apresentando um modelo completo e estruturado, o qual serviu de guia para a elaboração do meio de transporte utilizado para atender o setor de máquinas agrícolas.

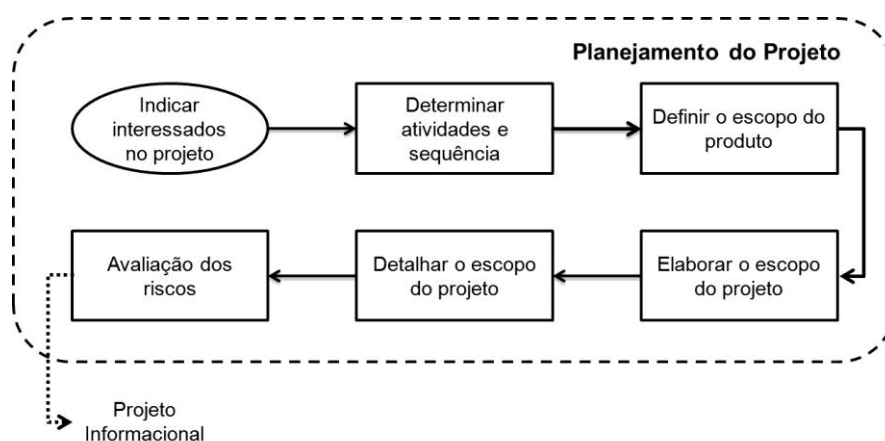
Tendo em vista que este trabalho se caracteriza por ser um projeto de nível acadêmico e a manufatura da concepção escolhida dependerá de investimento e da autorização da empresa, este projeto será desenvolvido até a conclusão da fase de Projeto Conceitual, onde será possível definir a concepção ideal de reboque a ser utilizado.

Com base no material bibliográfico utilizado, o trabalho será dividido em três fases, as quais foram adaptadas de acordo com o produto a ser projetado.

#### 3.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Essa fase do projeto será realizada em seis etapas, conforme Figura 8, onde além de definir os interessados no desenvolvimento do projeto, também serão abordados os aspectos relacionados a sequência de atividades, definição e detalhamento do escopo do projeto e a avaliação dos riscos do projeto.

Figura 8 - Etapas do Planejamento do Projeto



Fonte: Autor (2018).

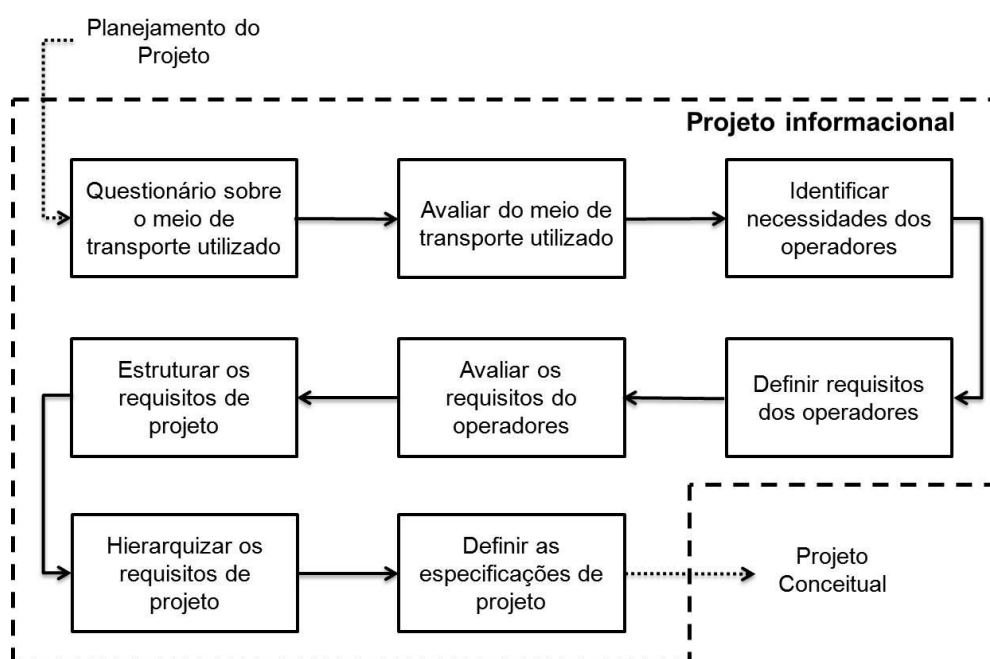
Inicialmente, a sequência de etapas foi definida em função da metodologia de Romano (2013), porém a partir da definição do escopo do produto as etapas foram adaptadas de acordo com a necessidade do projeto a ser realizado, devido as peculiaridades do projeto a ser realizado. Sendo assim, algumas etapas foram eliminadas, porém outras precisam de maior detalhamento ou pequenos ajustes no seu desenvolvimento.

A avaliação dos riscos conclui a fase de Planejamento do Projeto e dá início a fase de Projeto Informacional, a qual irá determinar os requisitos do cliente e as especificações de projeto.

### 3.2 PROJETO INFORMACIONAL

Com o intuito de evidenciar a necessidade dos operadores, será realizado um questionário sobre a situação atual do reboque utilizado, o qual pode ser visualizado no Apêndice A. Baseado nessas informações será possível definir os requisitos dos operadores, que neste caso são os clientes, e por consequência delinear os requisitos de projeto, conforme a sequência de atividades ilustradas na Figura 9.

Figura 9 - Etapas do Projeto Informacional



Fonte: Autor (2018).

Também será avaliado o nível de segurança do meio de transporte utilizado, permitindo que, juntamente do questionário aplicado, seja possível determinar as necessidades dos operadores. Esta avaliação será realizada em conjunto com os operadores, onde serão levantados os riscos e seus respectivos motivos de ocorrência. Cada risco será avaliado em relação à frequência com que ocorre, consequência da ocorrência e o impacto que causa na produtividade do processo. A avaliação dos riscos será realizada de acordo com a escala Likert e será avaliada conforme a nota atribuída pelos operadores.

A definição das demais etapas da fase Informacional foram definidas por meio da revisão bibliográfica, levando em consideração que o projeto a ser desenvolvido, será realizado para uma determinada função, sem a necessidade de produção em série. Desta forma, algumas etapas não foram utilizadas e outras adaptadas, conforme as necessidades do projeto em questão.

Para auxiliar o desenvolvimento desta fase do projeto serão utilizadas as seguintes ferramentas:

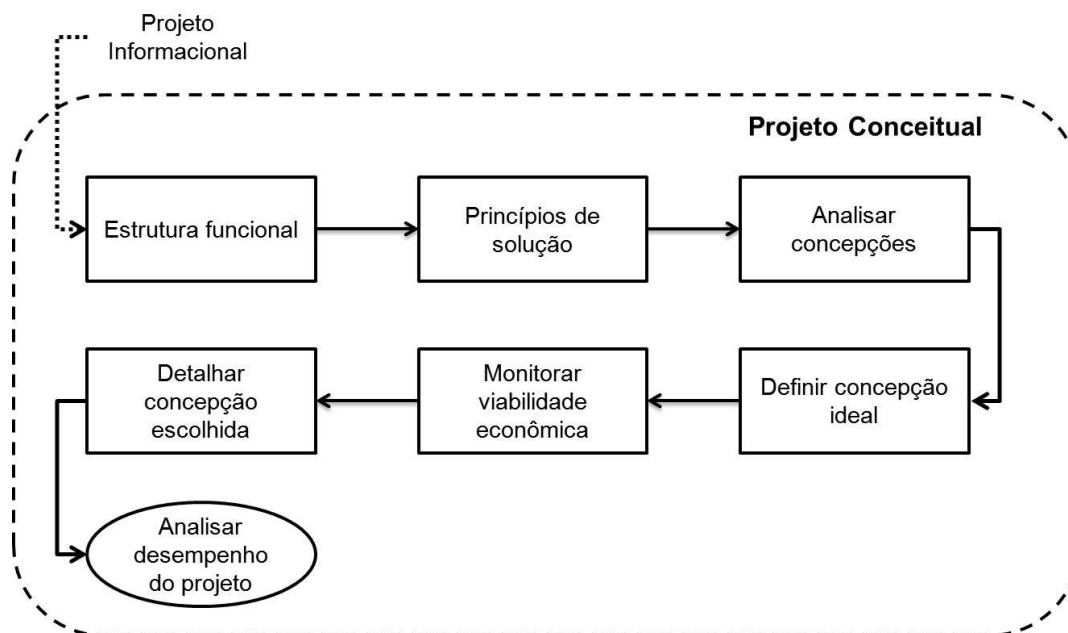
- Diagrama de Mudge: sua aplicação está ligada a definição do grau de importância dos requisitos dos operadores.
- QFD: também conhecida como desdobramento da função qualidade, a matriz de QFD está diretamente ligada a classificação dos requisitos do projeto.

O resultado final do projeto informacional tem como propósito guiar as etapas seguintes do desenvolvimento do produto e servir de critério para as decisões tomadas ao longo do projeto.

### 3.3 PROJETO CONCEITUAL

Esta fase do projeto se caracteriza pela busca de soluções alternativas que possam ser utilizadas para resolver o problema de estudo, cada qual com suas características próprias. Conforme ilustrado na Figura 10, o projeto conceitual será dividido em sete etapas, sendo que ao final desta fase deverá ser realizada uma análise de desempenho em relação as especificações de projeto.

Figura 10 - Etapas do Projeto Conceitual



Fonte: Autor (2018).

Inicialmente é necessário determinar uma função global do produto, a qual será dividida em diversas funções auxiliares, resultando na estrutura funcional. Após determinar a estrutura funcional, será utilizada a ferramenta conhecida como matriz morfológica, que irá permitir que sejam realizadas combinações entre as possíveis soluções abordadas. Além disso, em aplicação conjunta a essa ferramenta, também será utilizado sistema do tipo CAD, para realizar o desenho do reboque atual e do modelo proposto a fim de comparar as características de ambos.

A definição da concepção ideal pode ser realizada utilizando-se uma matriz de criticidade, avaliando as especificações de projeto em relação as concepções definidas. Desta forma, é possível comprovar qual das concepções melhor se enquadra no desenvolvimento do projeto. Após determinar a concepção os custos de projeto devem ser monitorados, por meio de um levantamento de preços com os fornecedores, a fim de verificar se o projeto desenvolvido encontra-se com o custo dentro do orçamento previsto.

Por fim, as especificações de projeto são comparadas em relação a concepção, para verificar se o produto desenvolvido atende as necessidade iniciais levantadas pelos operadores.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

#### 4.1.1 Indicar interessados no Projeto

Inicialmente foram identificadas as partes interessadas no projeto, como pode ser visualizado na Tabela 1. Cada parte interessada foi avaliada, com uma nota de 1 a 5, nos quesitos de “Poder” e “Interesse”. O grau de importância de cada parte interessada é resultado direto do produto entre os parâmetros “Poder” e “Interesse”. A classificação das partes de acordo com o seu grau de importância foi realizada da seguinte maneira:

- Valores de 1 a 8: Importância baixa;
- Valores de 9 a 16: Importância intermediária;
- Valores de 17 a 25: Importância alta.

Tabela 1 - Partes envolvidas no projeto

Partes interessadas	Função	Poder	Interesse	Importância
Diego M. C. Santos	Gerente Projeto	5	5	25
André. R. K. Bender	Equipe de projeto	5	5	25
Empresa	Patrocinador	5	4	20
Operadores do reboque	Cliente	3	5	15
Supervisor	Cliente	2	5	10
Operadores da Linha de produção	Cliente	1	4	4
Manutenção	Cliente	3	1	3
Área de manufatura reboque	Cliente	1	1	1
Fornecedores	Fornecedor	1	1	1

Níveis de importância: 1 - Muito baixo; 3 - Intermediário; 5 - Muito alta.

Fonte: Autor (2018).

Neste contexto, três partes interessadas foram classificadas com grau de importância alta: o autor da pesquisa, o professor orientador e a empresa que utiliza o reboque. Duas partes foram avaliadas com grau de importância intermediária:





Quadro 1 - Cronograma de atividades

(conclusão)

Fase Projeto	Atividade	Meses																		
		Jul	Ago	Set	Out	Nov														
Projeto Informacional	Hierarquizar os requisitos de projeto																			
	Definir as especificações de projeto																			
Projeto Conceitual	Estrutura funcional																			
	Princípios de solução																			
	Analisar concepções																			
	Definir concepção ideal																			
	Monitorar viabilidade econômica																			
	Detalhar a concepção escolhida																			
	Analisar desempenho do projeto																			

Fonte: Autor (2018).

#### 4.1.3 Definir o escopo do produto

A próxima etapa do planejamento do projeto será a definição do escopo do produto, o qual será responsável por detalhar as características e funções básicas do produto. Desta forma, o escopo do projeto ficou definido da seguinte maneira:

“O equipamento deve ser capaz de transportar uma quantidade mínima de embalagens, de acordo com a necessidade da linha de produção, sem que impacte o abastecimento dos pontos de uso ou o que cause restrições no andamento das atividades relacionadas ao abastecimento da linha de montagem. Além disso, o equipamento deve ser projetado de forma que elimine o risco de queda de caixas;

apresente facilidade de manutenção, em caso de ocorrência de quebras; seja robusto; e que facilite o abastecimento dos pontos de uso na linha de produção”.

#### 4.1.4 Elaborar o Escopo do projeto

Após a definição do escopo do produto, é realizada a definição do escopo do projeto, o qual é abordado no Quadro 2, definindo características que irão delimitar o conteúdo a ser trabalhado ao longo do projeto.

Quadro 2 - Escopo do projeto

(continua)

Título do Projeto	Equipamento utilizado para abastecer uma linha de montagem
Contexto	O equipamento utilizado atualmente não possui espaço físico para carregar todas as caixas necessárias, causando atrasos no abastecimento. Além disso, a fragilidade do reboque utilizado causa quebras repentinas e constantes tombamento de caixas com peças em seu interior.
Justificativa	O produto será projetado de forma que atenda a necessidade da linha de montagem e que facilite o abastecimento da mesma.
Objetivos	Garantir que a linha de produção seja abastecida de forma rápida, precisa e com segurança.
Partes envolvidas	Equipe de projeto: Diego M. dos Santos, André R. Bender.
	Patrocinador: Empresa.
	Clientes: Operadores, Supervisor, Área de manutenção e manufatura.
	Fornecedores
Metas	Desenvolver um reboque capaz de atender as necessidades para as quais foi desenvolvido

## Quadro 2 - Escopo do projeto

(conclusão)

Premissas, limitações e restrições.	1. A aprovação da concepção escolhida dependerá da empresa
	2. O orçamento para realizar a construção do protótipo dependerá da empresa
	3. O protótipo será utilizado somente para transporte de caixas Bins e caixas KLT.
	4. O custo dos materiais a serem adquiridos não pode ultrapassar o valor de R\$ 1200,00.
	5. O projeto conceitual precisa ser concluído até o dia 09/11/2018.
Eliminar do projeto	1. Utilização de materiais frágeis
	2. Pneus com diâmetros inferiores a 8 polegadas
	3. Rebarbas, cantos vivos, etc..
	4. Parafusos e porcas inferiores a classe de resistência 10.9

Fonte: Autor (2018).

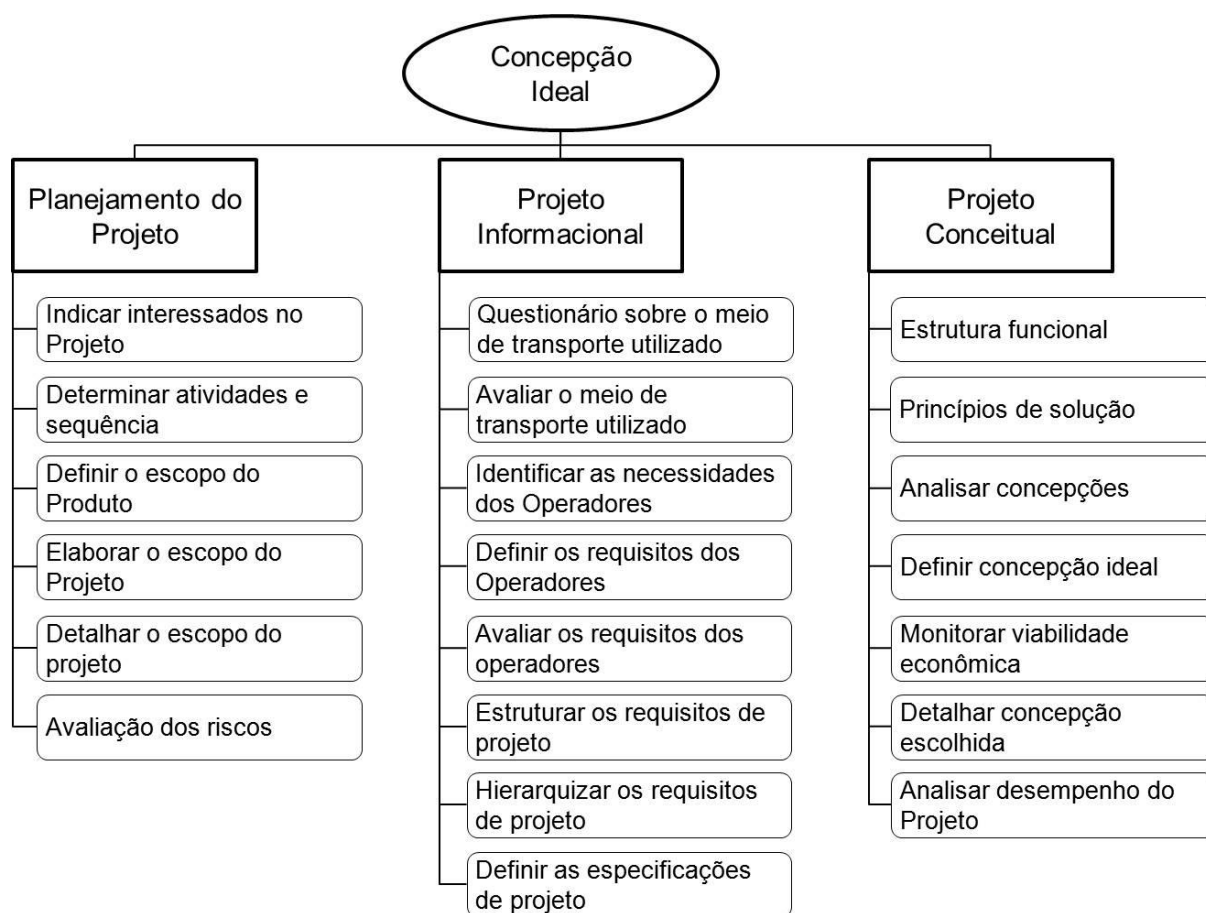
A definição do escopo apresenta algumas informações que já foram abordadas anteriormente neste trabalho, como por exemplo, o título, a justificativa e as partes envolvidas. Porém algumas informações novas foram inseridas no projeto, tais como, o custo máximo do equipamento, materiais que devem ser impedidos de serem utilizados no projeto, responsáveis pela aprovação do projeto e pelo investimento necessário. Destaca-se nessa etapa o custo referente aos materiais que devem ser adquiridos, o qual não deve ultrapassar R\$ 1.200,00. Definiu-se esse valor, pois ele refere-se ao valor total de horas extras realizadas em três meses, onde um operador realiza 32 horas extras mensais com o acréscimo de 60% sobre cada hora trabalhada. Por outro lado, alguns materiais não serão contabilizados, pois serão reutilizados de retalhos e peças que não mais serão utilizadas, que é o caso das chapas metálicas, tubos e barras redondas. Além disso, a mão de obra empregada não será contabilizada, pois um setor de melhoria contínua da empresa será o responsável pela realização da manufatura do produto.

Além disso, vale salientar que o projeto deverá ser resistente a quebras e apresentar segurança aos operadores e demais colaboradores envolvidos. Desta forma, optou-se por eliminar do projeto qualquer tipo de material com baixa resistência mecânica, parafusos com classe de resistência igual ou inferior a 8.8, pneus com diâmetro inferior a 8 polegadas, assim como a eliminação de rebarbas e cantos vivos.

#### 4.1.5 Detalhar o escopo do projeto

O detalhamento do escopo do projeto foi organizado de acordo com a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), onde as etapas necessárias para a definição da concepção ideal foram divididas em 21 pacotes de trabalho, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Estrutura analítica do projeto



Fonte: Autor (2018).

## 4.1.6 Avaliação dos riscos

A etapa seguinte trata da avaliação dos riscos que podem surgir ao longo do projeto. Estes riscos serão descritos, classificados de acordo com sua severidade, além de abordar as possíveis formas de evitar que tais riscos causem qualquer tipo de impacto indesejado no resultado final do projeto, como pode ser visualizado no Quadro 3.

Quadro 3 - Avaliação dos riscos

(continua)

Descrição do risco	Descrição do impacto	Probabilidade	Impacto	Severidade	Ação	Descrição da ação
Não atender aos requisitos de segurança	Ocorrência de acidentes com os operadores envolvidos	4	5	20	Atender aos requisitos	Elaborar uma matriz de risco referente a segurança
Atraso no cronograma	Atraso na entrega do Projeto	3	5	15	Verificar	Atualizar o cronograma semanalmente
Custo de fabricação acima do valor estipulado	O projeto poderá se tornar inviável de ser fabricado	2	5	10	Analisar	Realizar pesquisa de mercado com pelo menos dois fornecedores
Prateleiras pequenas	O problema de abastecimento da linha permanecerá	2	5	10	Coleta de dados	Coletar dados para dimensionar prateleiras corretamente
Equipamento com dimensões elevadas	Dificuldade de manobrar, peso elevado	2	4	8	Otimizar espaço físico	Dimensionar as prateleiras conforme a necessidade

## Quadro 3 - Avaliação dos riscos

(conclusão)

Descrição do risco	Descrição do impacto	Probabilidade	Impacto	Severidade	Ação	Descrição da ação
Material com baixa resistência mecânica	Surgimento de quebras e ou deformação do reboque	1	5	5	Evitar utilização	Não utilizar materiais de baixa resistência mecânica

Fonte: Autor (2018).

De acordo com as informações ilustradas no Quadro 3, a coluna “Severidade” é resultado direto entre o produto do impacto causado e da probabilidade de ocorrência do risco. Identificou-se um total de seis riscos, os quais podem impactar de forma negativa no desenvolvimento do projeto. Neste contexto destaca-se o “não atendimento aos requisitos de segurança”, o qual possui o mais alto grau de severidade e se faz necessário para que o reboque seja utilizado de forma segura.

Além de identificar os riscos, aos quais o projeto encontra-se exposto, também foi descrita a ação a ser tomada para evitar o surgimento de tal risco.

## 4.2 PROJETO INFORMACIONAL

### 4.2.1 Questionário sobre o meio de transporte utilizado

Por meio de um questionário elaborado (Apêndice A), os colaboradores envolvidos com o abastecimento da linha de produção classificaram as características do meio de transporte utilizado, de acordo com a escala Likert. Esse tipo de escala caracteriza-se por enumerar as características de 1 a 5, onde 1 significa totalmente desfavorável e 5 indica que a característica é totalmente favorável. Desta forma, foi realizada uma matriz de priorização de problemas em relação às características do meio de transporte utilizado, conforme pode ser analisado na Tabela 2.

Tabela 2 - Matriz de priorização de problemas

Característica	Nota operador 1	Nota operador 2	Nota operador 3	Pontuação
Espaço das prateleiras	1	1	1	1
Segurança	2	1	2	4
Impacto das quebras	2	2	1	4
Dirigibilidade	2	3	3	18
Altura	3	5	2	30
Rodas e pneus	5	3	2	30
Direção	3	3	4	36
Organização das prateleiras	4	3	4	48
Largura	3	5	4	60
Comprimento	3	5	4	60

Fonte: Autor (2018).

Com isso, foi possível identificar os principais problemas que o reboque apresenta em função da sua aplicação. Neste contexto, evidenciou-se que o espaço das prateleiras, segurança e o impacto causado pelas quebras são os principais fatores que fazem deste reboque um equipamento ineficiente, causando restrições na realização das atividades e abastecimento da linha de produção.

#### 4.2.2 Avaliar meio de transporte utilizado

De acordo com as informações apresentadas na Tabela 2, destacaram-se os fatores relacionados à segurança e o impacto de uma possível quebra do meio de transporte. Desta forma, por meio de reuniões com os colaboradores, realizou-se novamente uma matriz de risco somente em função da segurança do meio de transporte utilizado, onde se considerou a frequência com que os riscos ocorrem, a consequência de sua ocorrência e qual impacto na produtividade dos operadores, como pode ser observado na Tabela 3.



Tabela 3 - Nível de segurança do meio de transporte utilizado

Risco	Motivo	Frequência	Consequência	Produtividade	Grau do risco
Queda de caixas	1. Não possui proteção nas laterais	3	3	2	18
	2. Excesso de caixas empilhadas				
Quebra da barra de direção	3. Excesso de peso	2	5	5	50
	4. Parafuso com classe de resistência inferior a 8.8				
Pneu furado	5. Excesso de peso	4	2	3	24
	6. Diâmetro do pneu				
Ruído	7. Partes móveis em contato	5	2	1	10
	8. Ausência de lubrificação				

Fonte: Autor (2018).

Evidencia-se na Tabela 3, que o excesso de peso e a utilização de parafusos com classe de resistência baixa são os principais motivos da ocorrência da quebra da barra de direção. Além disso, constatou-se também que as rodas de 6 polegadas utilizadas suportam uma carga máxima de 100 kg cada uma, resultando em uma capacidade de carga máxima de 400 kg. De acordo com a análise das cargas realizadas durante uma semana, constatou-se que cada rota de abastecimento é realizada com uma carga média de 200 kg, somente de peças transportadas à linha de produção. Deve-se levar em consideração também a massa do próprio meio de transporte, que corresponde a 165 kg. Desta forma, evidencia-se que as rodas do meio de transporte estão sendo utilizadas com cargas próxima do seu limite. Destacam-se também as quedas de caixas, devido às prateleiras não possuírem proteção lateral, e os constantes ruídos, originados pelo contato entre as partes móveis e a falta de lubrificação.

O espaço das prateleiras foi analisado e conforme as atividades foram sendo desenvolvidas, constatou-se que a cada rota realizada, sobravam caixas abastecidas, as quais acabavam sendo entregues na linha de montagem durante a realização das horas extras. O meio de transporte conta com 12 prateleiras, sendo que cada prateleira suporta armazenar 16 caixas bins ou 4 caixas KLTs. Desta forma, realizou-se uma análise referente a quantidade de caixas que o meio de transporte deixa de enviar a linha de montagem a cada rota realizada, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Análise das caixas recebidas e enviadas

Coleta de dados	Caixas Bins		Caixas KLT	
	Retornam da linha	Enviadas a Linha	Retornam da linha	Enviadas a Linha
Rota 1	145	112	29	20
Rota 2	135	112	27	21
Rota 3	146	112	30	20
Rota 4	142	112	25	22
Rota 5	134	112	27	20
Saldo médio de caixas por rota	29		7	

Fonte: Autor (2018).

Com as informações ilustradas na Tabela 4, constata-se que o meio de transporte utilizado não suporta enviar à linha de montagem todas as caixas necessárias. Ao longo do dia são realizadas três rotas de abastecimento e devido a padronização das atividades e seus respectivos tempos, a realização de quatro rotas se torna inviável, sendo necessária a realização de horas extras ou a contratação de um novo colaborador. Como pode ser observado, em média, 29 caixas bins (Figura 12) e 7 caixas KLT (Figura 13) deixam de ser entregues a cada rota de abastecimento, as quais precisam ser enviadas em uma rota adicional, que precisa ser realizada após o horário do expediente. Em relação as caixas bins, o valor de 28,4 da média de caixas por rota foi arredondado para 29, pois é impossível enviar somente 0,4 de uma única caixa à linha de montagem.

Figura 12 - Modelo de caixa Bin



Figura 13 - Modelo caixa Klt



Figura 14 - Dimensões da caixa Bin

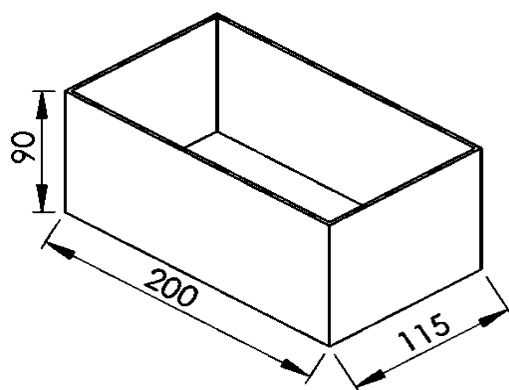
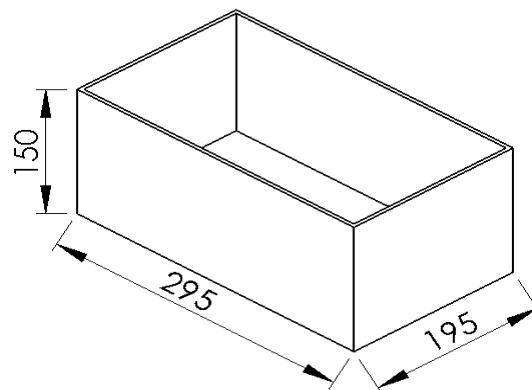


Figura 15 - Dimensões da caixa Klt



Fonte: Autor (2018).

Conforme ilustrado na Figura 14 e Figura 15, os dois tipos de caixas possuem dimensões diferentes, evidenciando que elas precisam ser alocadas, no meio de transporte, em locais diferenciados.

A linha de montagem possui 18 postos de trabalho, onde cada um deles possui uma série de prateleiras, que são utilizadas para armazenar as caixas abastecidas de peças. Cada item possui duas caixas identificadas em cada prateleira. No momento em que uma caixa é esvaziada, ela é recolhida, retorna ao mercado de peças, onde é reabastecida e enviada novamente ao seu local de origem na linha de montagem. Neste contexto, é importante salientar que quando ocorre um atraso no abastecimento de peças, a segunda caixa pode esvaziar, resultando em uma falta de peça na linha de montagem, podendo causar uma parada na realização das atividades no posto de trabalho em que ocorreu a falta.

Diversos postos utilizam somente caixas bins, outros utilizam caixas bins e KLTs. Em relação as caixas Bins, alguns postos possuem uma rotatividade maior de caixas, enquanto outros demandam quantidades menores, conforme dados coletados e exibidos na Tabela 5.

Tabela 5 - Análise da demanda das caixas Bins

Local	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4	Rota 5	Média de caixas por rota
Posto 6	11	12	19	17	11	14
Posto 15	9	11	15	13	12	13
Posto 10	11	12	11	14	12	12
Posto 4	9	11	10	11	14	11
Posto 1	9	8	10	8	10	9
Posto 11	9	7	8	9	9	8
Posto 12	8	8	7	8	4	7
Posto 16	8	9	8	6	4	7
Posto 7	8	6	7	7	7	7
Posto 8	8	6	7	6	8	7
Posto 2	7	5	6	5	7	6
Posto 5	9	5	5	7	4	6
Posto 13	7	5	6	5	7	6
Posto 18	5	7	6	6	6	6
Posto 3	8	6	6	5	5	6
Posto 14	6	6	6	7	5	6
Posto 9	6	6	4	4	5	5
Posto 17	7	5	5	4	4	5
Necessidade da linha de produção						141

Fonte: Autor (2018).

Em relação as caixas do tipo KLT, a demanda também varia de acordo com os postos de trabalho, porém a quantidade de caixas KLT é menor se comparado as caixas Bins, como pode ser analisado na Tabela 6.

Tabela 6 - Análise da demanda de caixas Klt

Local	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4	Rota 5	Média de caixas por rota
Posto 10	3	4	4	4	0	3
Posto 5	3	2	2	3	5	3
Posto 13	4	4	0	3	4	3
Posto 14	3	2	3	4	3	3
Posto 15	3	3	2	3	4	3
Posto 2	2	3	3	0	2	2
Posto 3	2	2	2	3	1	2
Posto 6	4	0	3	1	0	2
Posto 9	2	1	3	3	1	2
Posto 12	1	3	2	0	4	2
Posto 1	2	2	4	1	1	2
Posto 16	0	1	2	0	2	1
Necessidade da Linha de produção						28

Fonte: Autor (2018).

Esta análise da demanda de caixas utilizadas, em cada posto de trabalho, permitiu a identificação da real necessidade de caixas que precisam ser entregues à linha de montagem, em cada rota de abastecimento. Para garantir que o meio de transporte a ser projetado atenda essa demanda e possíveis variações na necessidade da linha de montagem, será estipulado que a quantidade ideal de caixas que o meio de transporte deve suportar é de 160 caixas Bins e 40 caixas Klt.

#### 4.2.3 Identificar a necessidade dos operadores

Analisando os dados inseridos na Tabela 2 e Tabela 3, identificaram-se as necessidades dos operadores, conforme lista apresentada no Quadro 4. A identificação destas necessidades foi definida por meio de uma reunião envolvendo os operadores, onde cada um dos envolvidos confirmou que tais necessidades refletem com a situação atual em que o objeto de estudo se encontra. Destaca-se nesta etapa a realização do questionário e da avaliação do meio de transporte utilizado, que contribuiu para a definição das necessidades.

Quadro 4 - Necessidade dos operadores

1	Maior espaço nas prateleiras
2	Evitar o tombamento das caixas
3	Não haver quebras do reboque
4	Caso ocorra quebra o conserto deve ser facilitado
5	Maior “leveza” ao ser dirigido
6	Arranjo das prateleiras conforme linha de produção
7	Pneus com maior capacidade de carga
8	Diminuição ruído
9	Ter custo acessível
10	Lugar extra, destinado a caixas do tipo KLT

Fonte: Autor (2018).

Vale salientar que a numeração utilizada no Quadro 4 não expressa a ordem de importância, mas sim a identificação de cada necessidade abordada. A identificação de cada uma das necessidades foi elaborada em uma reunião com os operadores do reboque.

#### 4.2.4 Definir os requisitos dos Operadores

Cada necessidade deverá ser relacionada a, pelo menos, um requisito dos operadores. Porém, algumas necessidades atuam em conjunto com mais de um requisito e alguns requisitos podem ser utilizados em diversas necessidades. Ou seja, a repetição de requisitos pode ocorrer para necessidades diferentes, como pode ser analisado no Quadro 5.

Quadro 5 - Requisitos dos operadores

(continua)

Necessidade dos Operadores	Número	Requisitos dos Operadores
Maior espaço das prateleiras	1	Aumentar dimensões da prateleira
Evitar tombamento de caixas	2	Ser seguro
Não haver quebras do reboque	2	Ser seguro
	3	Robusto
Caso ocorra quebra o conserto deve ser facilitado	4	Fácil manutenção
	5	Fabricação facilitada

## Quadro 5 - Requisitos dos operadores

(conclusão)

Necessidade dos Operadores	Número	Requisitos dos Operadores
Maior leveza ao ser manobrado	6	Dirigibilidade
	7	Lubrificação
	8	Eliminar contato entre partes móveis
	9	Montagem simplificada
	10	Operação facilitada
Arranjo das prateleiras conforme linha de produção	11	Organização
	12	Ser compacto
Pneus que apresentem maior vida útil	3	Robusto
	2	Ser seguro
Diminuição ruído	13	Ergonomia
	2	Ser seguro
	4	Fácil manutenção
	7	Lubrificação
Custo Acessível	5	Fabricação facilitada
	4	Fácil manutenção
Lugar extra, destinado a caixas do tipo KLT	1	Aumentar dimensões da prateleira
	2	Ser seguro
	6	Dirigibilidade
	11	Organização

Fonte: Autor (2018).

## 4.2.5 Avaliar os requisitos dos operadores

Após transformar as necessidades em requisitos dos operadores (clientes), foi necessário realizar a avaliação de cada um dos requisitos definidos, sendo que para realizar a avaliação utilizou-se uma ferramenta conhecida como Diagrama de Mudge. A avaliação ocorreu entre os pares de requisitos, onde foi estipulado um grau de importância que deveria ser avaliado em cada comparação. Desta forma foi possível definir os requisitos de acordo com seu grau de importância no projeto, como pode ser visualizado na Figura 16.

Figura 16 - Diagrama de Mudge

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Valor	%	
1	2C	3B	1B	1B	1B	1B	1C	1C	1B	1C	1B	1B	36	19,25%	
	2	2C	2C	2C	2B	2C	2C	2C	2B	2B	2B	2B	50	26,74%	
		3	3A	3B	6A	3A	3A	9C	10A	11A	3B	13A	12	6,42%	
			4	4B	4A	7B	4A	4B	4A	4A	4A	13A	11	5,88%	
				5	6B	7A	5B	5A	10B	11A	12B	13A	4	2,14%	
					6	6A	6A	6B	10A	11B	6B	13B	12	6,42%	
						7	7A	9B	10B	11A	12A	13A	5	2,67%	
							8	8A	10A	8A	8B	8A	6	3,21%	
								9	10B	9A	9B	13A	12	6,42%	
									10	10A	12A	12B	13	6,95%	
										11	11C	11A	10	5,35%	
											12	13B	5	2,67%	
												13	11	5,88%	
													Total	187	100,00%

Valor de importância		
A	Pouco mais importante	1
B	Mediamente mais importante	3
C	Muito mais importante	5

Fonte: Autor (2018).

Desta forma, foi possível classificar os requisitos dos operadores de acordo com o seu grau de importância através da utilização do Diagrama de Mudge, como pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7 - Classificação dos requisitos dos operadores

Número	Requisitos dos Operadores	Valor	Classificação
2	Ser seguro	50	1º
1	Aumentar dimensões da prateleira	36	2º
10	Operação facilitada	13	3º
3	Robusto	12	4º
6	Dirigibilidade	12	4º
9	Montagem simplificada	12	4º
4	Fácil manutenção	11	7º
13	Ergonomia	11	7º
11	Organização	10	9º
8	Eliminar contato entre partes móveis	6	10º
7	Lubrificação	5	11º
12	Ser compacto	5	11º
5	Fabricação facilitada	4	13º

Fonte: Autor (2018).



O Diagrama de Mudge possibilitou que os requisitos dos operadores fossem organizados de acordo com o seu grau de importância em relação ao projeto do reboque. Neste contexto, o requisito mais importante passou a ser o requisito 2, referente a segurança, pelo fato de que o reboque é responsável por sustentar cargas de aproximadamente 400 quilos, e sua quebra ou mal dimensionamento poderá acarretar em tombamentos de caixas sob os colaboradores envolvidos.

Como segundo requisito mais importante encontra-se o requisito número 1, que trata-se do aumento do tamanho da prateleira, onde o intuito é permitir o transporte do maior número possível de caixas de forma segura e eficiente.

Na sequência de importância encontra-se o requisito 4, que trata da facilidade com que a manutenção a ser realizada no equipamento quando necessário, a fim de evitar quebras e paradas desnecessárias.

De acordo com os resultados da utilização do diagrama de Mudge, conclui-se que os dois principais requisitos estão ligados as seguintes necessidades:

- Maior espaço das prateleiras (necessidade 1);
- Evitar tombamento de caixas (necessidade 2);
- Não haver quebras no reboque (necessidade 3);
- Pneus que apresentem maior vida útil (necessidade 7);
- Diminuição do ruído (necessidade 9);
- Lugar extra, destinado a caixas KLT (necessidade 11).

#### 4.2.6 Estruturar os requisitos de projeto

Por meio da quantificação e do desdobramento dos requisitos dos operadores foi possível definir os requisitos de projeto, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Requisitos do projeto

(continua)

Número	Requisitos dos Operadores	Número	Requisitos de projeto
1	Aumentar dimensões da prateleira	1	Tamanho adequado (quantidade de caixas)

Quadro 6 - Requisitos do projeto

(continuação)

Número	Requisitos dos Operadores	Número	Requisitos de projeto
2	Ser seguro	2	Ruído (db)
		3	Altura (mm)
		4	Resistência mecânica dos componentes (MPa)
		5	Proteção contra quedas de caixas
		6	Raio de concordância dos cantos vivos (mm)
3	Robusto	4	Resistência mecânica dos componentes (MPa)
4	Fácil manutenção	7	Nº de componentes principais (nº)
5	Fabricação facilitada	7	Nº de componentes principais (nº)
		8	Custo baixo (R\$)
6	Dirigibilidade	9	Rugosidade superficial das partes móveis ( $\mu\text{m}$ )
		10	Rodas (capacidade de carga)
7	Lubrificação	11	Viscosidade do lubrificante ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )
8	Eliminar contato entre partes móveis	11	Viscosidade do lubrificante ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )
9	Montagem simplificada	7	Nº de componentes principais (nº)
		12	Conexões parafusadas (nº)
10	Operação facilitada	13	Posição da prateleira (nº)
		1	Tamanho adequado (quantidade de caixas)

Quadro 6 - Requisitos do projeto

(conclusão)

Número	Requisitos dos Operadores	Número	Requisitos de projeto
11	Organização	13	Posição da prateleira (nº)
		1	Tamanho adequado (quantidade de caixas)
12	Ser compacto	1	Tamanho adequado (quantidade de caixas)
		7	Nº de componentes principais
13	Ergonomia	2	Ruído (db)
		3	Altura (mm)

Fonte: Autor (2018).

Foram definidos 13 requisitos de projeto, os quais devem ser hierarquizados, para identificar o seu respectivo grau de importância em relação ao projeto.

#### 4.2.7 Hierarquizar os requisitos de projeto

Para realizar a hierarquização dos requisitos de projeto utilizou-se o método QFD, ilustrado no Apêndice B. O grau de importância dos requisitos do projeto pode ser analisado no Quadro 7.

Quadro 7 - Hierarquização dos requisitos de projeto

(continua)

#	Classificação	Requisito do projeto	Valor importância
1	1º	Tamanho adequado (quantidade de caixas)	578,1
4	2º	Resistência mecânica dos componentes (MPa)	549,2
5	3º	Proteção contra quedas de caixas	542,8
11	4º	Rodas (capacidade de carga)	503,2
2	5º	Ruído (db)	459,4
13	6º	Conexões parafusadas (nº)	429,4

### Quadro 7 - Hierarquização dos requisitos de projeto

(conclusão)

#	Classificação	Requisito do projeto	Valor importância
14	7°	Posição da prateleira (n°)	416,6
6	8°	Raio de concordância dos cantos vivos (mm)	405,9
8	9°	Custo baixo (R\$)	325,7
7	10°	N° de componentes principais (n°)	322,5
3	11°	Altura (mm)	281,8
9	13°	Rugosidade superficial das partes móveis ( $\mu\text{m}$ )	244,4
12	14°	Viscosidade do lubrificante ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )	179,1

Fonte: Autor (2018).

A utilização do método de QFD na hierarquização dos requisitos do projeto indicou que o requisito mais importante é o requisito número 1, referente ao tamanho adequado das prateleiras. Este resultado é justificado pelo meio de transporte não ser capaz de transportar a quantidade de caixas necessárias à linha de produção, sendo necessária a realização de rotas adicionais e por consequência a realização de horas extras.

O segundo requisito do projeto mais importante, trata-se da utilização de componentes com elevado grau de resistência mecânica, de forma a evitar quebras do meio de transporte, que afetam a produtividade de forma direta, assim como podem causar acidentes de trabalho.

Destaca-se também, a proteção contra as quedas de caixas e a capacidade de carga das rodas utilizadas, classificadas como terceiro e quarto requisitos mais importantes, respectivamente. Tais fatores reforçam a necessidade de elaborar um meio de transporte mais seguro, robusto e com melhores níveis de produtividade.

#### 4.2.8 Definir as especificações do projeto

De acordo com as informações apresentadas no Quadro 8, cada requisito do projeto possui uma respectiva especificação, mantendo a mesma ordem de

prioridade de seu requisito correspondente. Além disso, também está identificado como a verificação poderá ser realizada e os possíveis riscos caso a especificação não seja totalmente atendida.

Quadro 8 - Especificações do projeto

(continua)

Classificação	Requisito do projeto	Valor meta	Modo de verificação	Possíveis riscos
1°	Tamanho adequado (quantidade de caixas)	Transportar, no mínimo, 160 bins e 40 Klts.	Medição	Atraso no abastecimento da linha de montagem
2°	Resistência mecânica dos materiais, chapas e tubos (MPa)	Utilizar materiais com as seguintes características: Tração mínima: 420 MPa. Escoamento mínimo: 350 MPa.	Teste de tração	Aumento do custo
3°	Proteção contra quedas de caixas	Impedir o tombamento de caixas do meio de transporte	Medição	Tombamento de caixas
4°	Roda (capacidade de carga)	Cada pneu deve suportar no mínimo 200 kg	Manual do produto	Atraso no abastecimento da linha de montagem
5°	Ruído (db)	Menor ou igual a 60 db	Decibelímetro	Poluição sonora e stress do operador
6°	Conexões parafusadas (MPa)	Utilizar parafusos com classe de resistência igual ou superior a 10.9. MPa.	Teste de tração mínima: 1000 MPa.	Quebra do meio de transporte, acidente de trabalho

Quadro 8 - Especificações do projeto

(conclusão)

Classificação	Requisito do projeto	Valor meta	Modo de verificação	Possíveis riscos
7°	Posição da prateleira (n°)	Criar prateleiras exclusivas para caixas KLTs	Contagem	Caixa sem localização específica
8°	Raio de concordância dos cantos vivos (mm)	Menor ou igual a 2 mm	Medição	Dano físico ao operador
9°	Custo baixo (R\$)	A soma total dos materiais, e demais componentes, não podem ultrapassar R\$ 1200,00	Estimativa de custo	Não cumprir com objetivo do projeto
10°	N° de componentes principais (n°)	Não pode possuir mais de 40 componentes	Contagem	Dificulta fabricação, montagem e aumenta o custo
11°	Altura (mm)	Altura máxima da prateleira superior de 1600 mm	Medição	Danos ergonômicos
13°	Rugosidade superficial das partes móveis ( $\mu\text{m}$ )	Menor ou igual a 50 $\mu\text{m}$	Rugosímetro	Desgaste prematuro
14°	Viscosidade do lubrificante ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )	Superior ou igual a 100 $\text{mm}^2/\text{s}$	Teste	Desgaste prematuro

Fonte: Autor (2018).

De acordo com as especificações de projeto abordadas no Quadro 8, destaca-se a importância em desenvolver um meio de transporte que possibilite o envio de todas as caixas, já abastecidas, de volta a linha de montagem. Neste

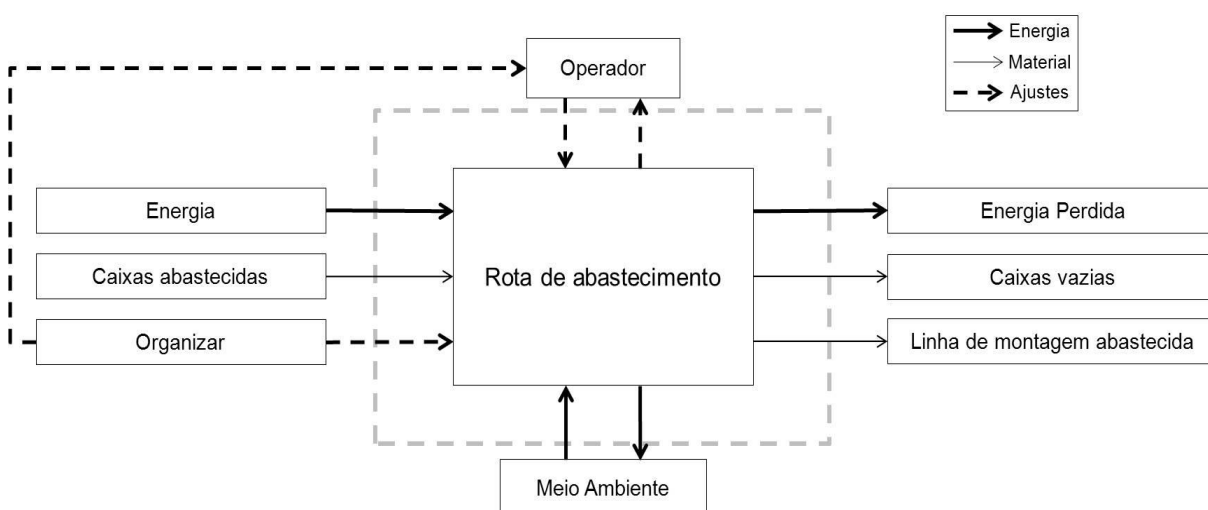
questo a meta referente ao tamanho adequado das prateleiras precisa ser alcançada, para garantir que o meio de transporte atenda a demanda da linha de montagem, melhorando a produtividade e eliminando a realização das horas extras. Além disso, também é possível observar que a capacidade de carga do meio de transporte precisa ser aumentada, seja por meio da utilização de pneus e juntas parafusadas mais resistentes. Neste contexto, é possível verificar que a questão relacionada à segurança e ergonomia dos operadores foi levada em consideração, pois os pontos relacionados ao tombamento de caixas, ruídos e altura foram abordados. Por fim, também deve ser destacado, que os materiais e componentes utilizados no projeto possuem meta de não ultrapassar o valor máximo de R\$ 1200,00.

### 4.3 PROJETO CONCEITUAL

#### 4.3.1 Estrutura Funcional

Para que seja possível definir a estrutura funcional, é necessário determinar qual será a Função global do meio de transporte. Neste caso, definiu-se que Função global do produto deverá ser: “Rota de abastecimento”. Além disso, também é necessário definir as entradas e saídas do sistema, que são realizadas por meio da interação entre Operador e Meio ambiente, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 - Função global



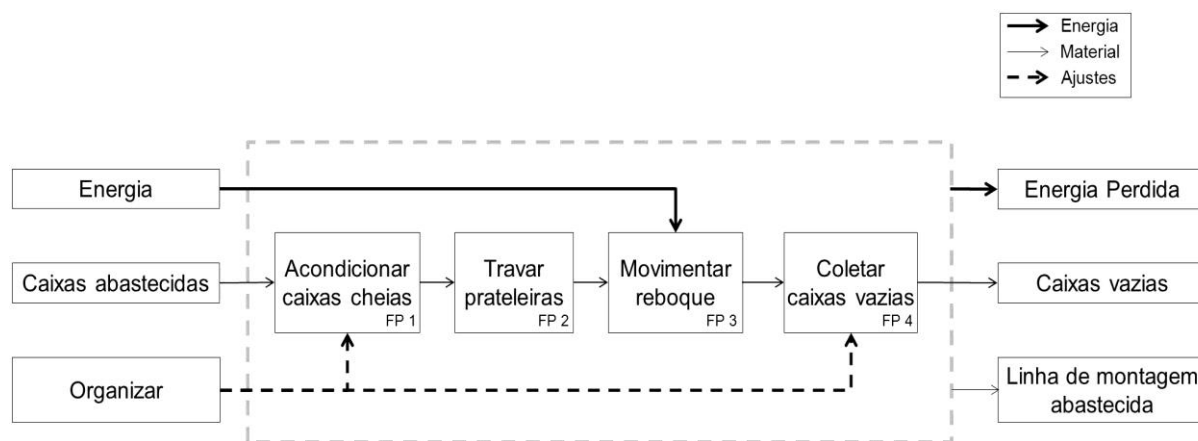
Fonte: Autor (2018).

Estabeleceu-se que as entradas no sistema seriam a Energia, caixas abastecidas e Organização das caixas no reboque. A energia foi determinada devido a necessidade de movimentação que o meio de transporte deve apresentar para realizar o abastecimento da linha de montagem. As outras entradas estão relacionadas ao acondicionamento das caixas abastecidas e que devem ser transportadas aos pontos de uso da linha de montagem.

Por outro lado, as saídas foram definidas como a energia perdida, caixas vazias e a linha de montagem abastecida. Dentro deste sistema, o operador será o responsável por realizar os ajustes necessários para garantir que a rota de abastecimento seja realizada da forma mais correta possível.

A fim de analisar Função global mais detalhadamente, ela foi dividida em funções básicas, também conhecidas como Funções parciais, as quais são utilizadas para mostrar a sequência do processo de abastecimento da linha de montagem, conforme ilustrado na Figura 18.

Figura 18 - Funções parciais



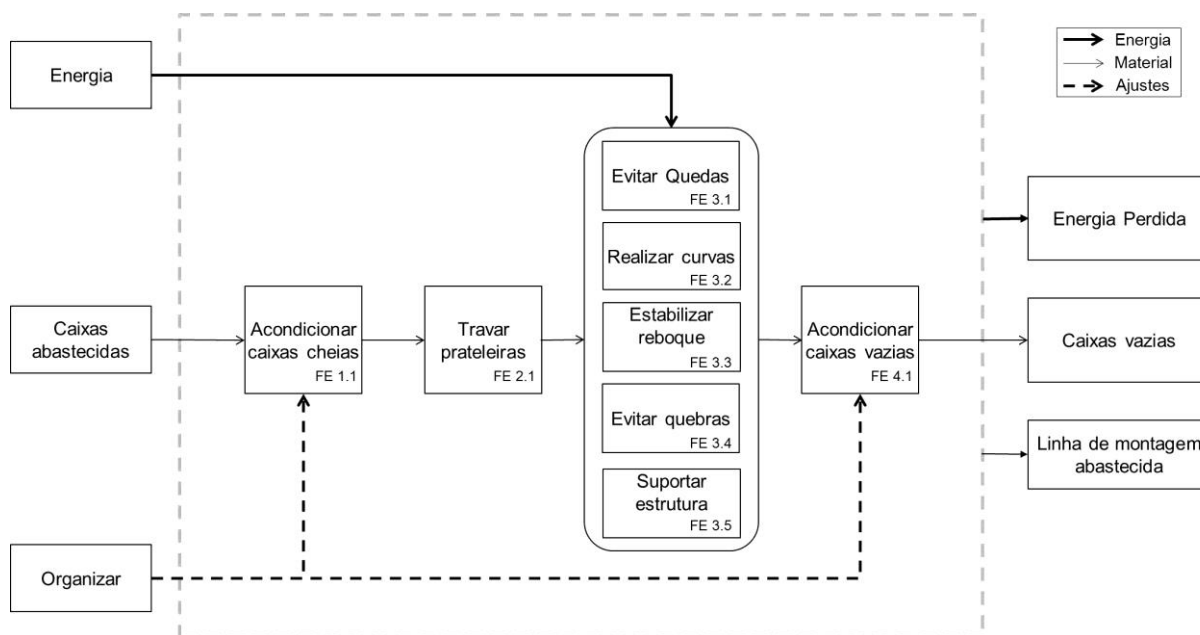
Fonte: Autor (2018).

O desmembramento da Função Global resultou em quatro Funções Parciais, sendo elas: Acondicionar caixas cheias (FP 1), travar prateleiras (FP 2), movimentar reboque (FP 3) e coletar caixas vazias (FP 4).

A FP 3 foi dividida em Funções Elementares (FE), que devem ser realizadas para movimentar o reboque, como pode ser observado na Figura 19.



Figura 19 - Funções elementares



Fonte: Autor (2018).





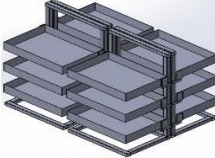
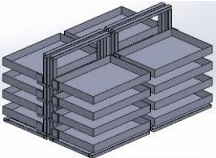
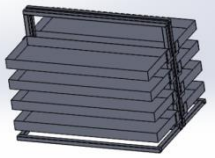
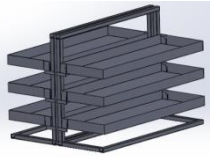
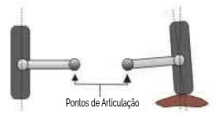
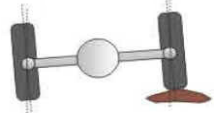



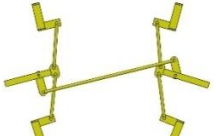
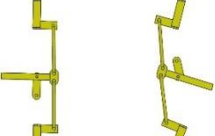




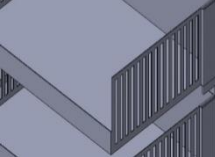

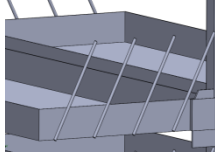
Desta forma, foi definido que a estrutura funcional do meio de transporte seria subdividida nas seguintes Funções Elementares: Acondicionar caixas cheias (FE 1.1), travar prateleiras (FE 2.1), evitar quedas (FE 3.1), realizar curvas (FE 3.2), estabilizar reboque (FE 3.3), evitar quebras (FE 3.4), suportar estrutura (FE 3.5) e coletar caixas (FE 4.1).

A definição da estrutura funcional representa uma fonte de informações valiosa em relação a pesquisa, que busca as possíveis soluções para cada uma das Funções elementares.

#### 4.3.2 Princípios de solução

Por meio de uma análise de mercado e disponibilidade de matéria prima a disposição no interior da empresa, foram determinados princípios de solução capazes de atender a necessidade de cada uma das funções elementares. Com isso foi possível elaborar uma matriz morfológica onde cada princípio de solução foi representado por meio de imagens obtidas em lojas eletrônicas, ou por outro lado, algumas tiveram que ser esboçadas no *Software Solidworks*, como pode ser visualizado no Quadro 9.

Quadro 9 - Matriz morfológica

Matriz Morfológica				
FE	Solução 1	Solução 2	Solução 3	Solução 4
Suportar estrutura	 Aro + Pneu 8' com câmara	 Aro + Pneu 12' com câmara	 Roda borracha maciça 8'	 Roda borracha maciça 12'
Acondicionar caixas	 12 Prateleiras	 16 Prateleiras	 8 Prateleiras	 6 Prateleiras
Estabilizar reboque (Suspensão)	 Independente	 Rígida	 Macpherson	 Triângulo duplo
Realizar curvas	 Pinhão e cremalheira	 Sistema de "quinta roda" dianteira e traseira	 Sistema de "quinta roda" na parte dianteira	 Sistema de direção hidráulica
Travar prateleiras	 Solda	 Pino	 Conjunto parafuso e porca	
Evitar quedas	 Chapa com cortes verticais	 Chapa lateral soldada	 Barras cilíndricas soldadas	

Fonte: Autor (2018).

Em relação ao acondicionamento de caixas, sejam elas cheias ou vazias, a armazenagem delas será realizada nas prateleiras do meio de transporte. Conforme as caixas abastecidas vão sendo retiradas do reboque as caixas vazias vão sendo recolhidas na linha de montagem e alocadas nas prateleiras.




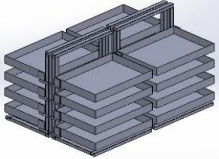
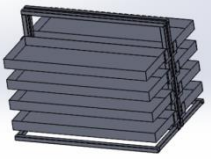
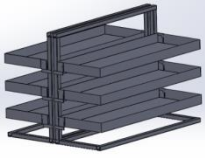
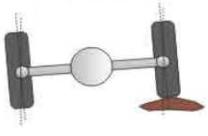
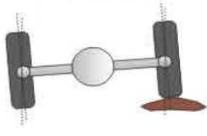
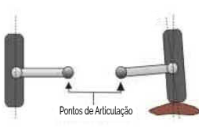
#### 4.3.3 Analisar concepções

De acordo com os princípios de soluções abordados na matriz morfológica, foram criadas três concepções alternativas, variando o tipo de solução em relação à função elementar. Como pode ser visualizado no Quadro 10, alguns princípios de solução não foram utilizados, devido a características físicas, financeiras ou complexidade.

Neste caso, o fator financeiro precisou ser destacado, pois o projeto precisa ser realizado dentro do orçamento de R\$ 1200,00. Desta maneira, princípios de solução muito complexos foram evitados, a fim de que o orçamento seja respeitado.

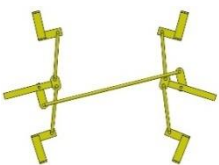
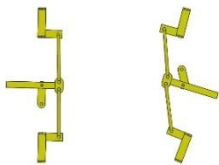





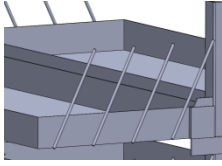
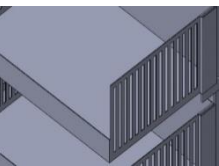
Quadro 10 - Princípios de solução

(continua)

Elementos	Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3
Suportar estrutura	 Roda maciça de borracha 12'	 Aro + Pneu 12' com câmara	 Aro + Pneu 8' com câmara
Acondicionar caixas	 16 Prateleiras	 8 Prateleiras	 6 Prateleiras
Estabilizar reboque	 Rígida	 Rígida	 Independente

Quadro 10- Princípios de solução

(conclusão)

Elementos	Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3
Realizar curvas			
	Sistema de "quinta roda" dianteira e traseira	Sistema de "quinta roda" dianteira	Pinhão e cremalheira
Travar prateleiras			
	Solda	Conjunto parafuso e porca	Pino
Evitar quedas			

Fonte: Autor (2018).

Desta forma, obtiveram-se três concepções, que poderiam ser utilizadas no meio de transporte, porém, é preciso definir qual das concepções melhor atende aos requisitos de projeto.

#### 4.3.4 Definir concepção ideal

Assim que as concepções estão definidas, é necessário decidir qual será a concepção que poderá vir a ser a versão final do projeto. Desta forma, utilizou-se uma matriz de decisão para auxiliar na escolha da concepção mais adequada aos requisitos do projeto. Nesta matriz, a coluna "Valor" representa o grau de importância de cada requisito do projeto, de acordo com a matriz QFD, ilustrada no Apêndice B. Além disso, cada concepção recebe uma pontuação que pode ser de:

- -1: apresenta influência negativa para o requisito;
- 0: influência neutra sobre o requisito;
- +1: apresenta influência positiva para o requisito.

O produto do grau de importância e da pontuação de cada concepção vai resultar em uma nota para cada requisito do projeto. Após concluir a avaliação da pontuação de cada requisito, é possível verificar qual das concepções será considerada ideal, conforme Tabela 8.

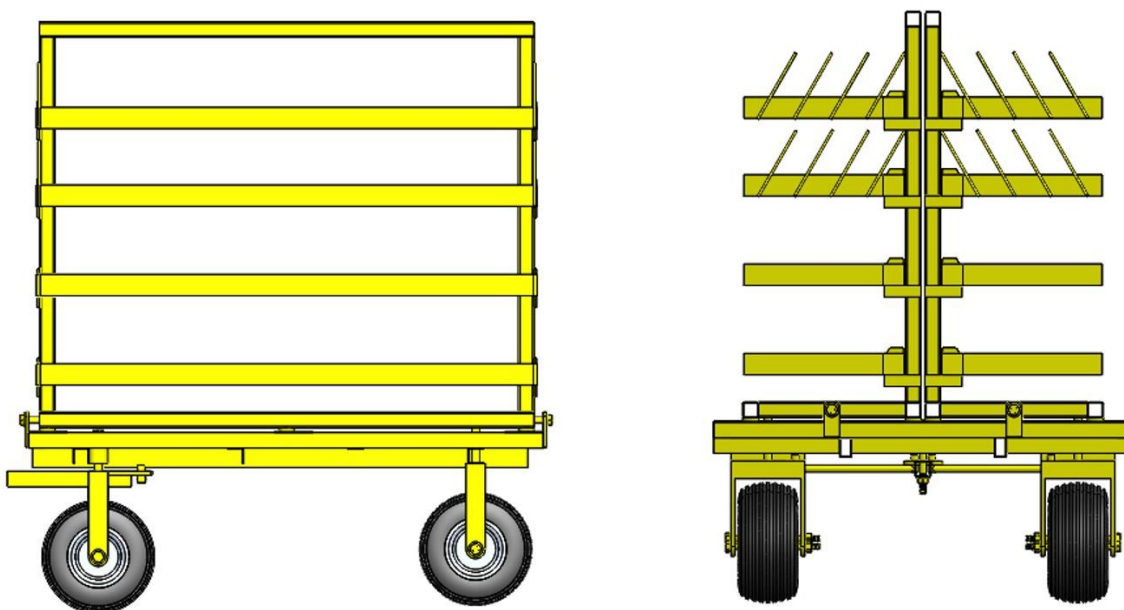
Tabela 8 - Análise das concepções

Requisito do projeto	Valor	Concepção 1		Concepção 2		Concepção 3	
Tamanho adequado (quantidade de caixas)	578,1	+1	578,1	+1	578,1	-1	-578,1
Resistência mecânica dos componentes (MPa)	549,2	0	0	0	0	0	0
Proteção contra quedas de caixas	542,8	0	0	0	0	0	0
Rodas (capacidade de carga)	503,2	+1	503,2	+1	503,2	-1	-503
Ruído (db)	459,4	0	0	0	0	0	0
Conexões parafusadas (nº)	429,4	+1	429,4	+1	429,4	-1	-429
Posição da prateleira (nº)	416,6	-1	-417	+1	416,6	-1	-417
Raio de concordância dos cantos vivos (mm)	405,9	0	0	0	0	0	0
Custo baixo (R\$)	325,7	+1	325,7	-1	-326	+1	325,7
Nº de componentes principais (nº)	322,5	-1	-323	+1	322,5	+1	322,5
Altura (mm)	281,8	0	0	0	0	0	0
Rugosidade superficial das partes móveis (mm)	244,4	0	0	0	0	0	0
Viscosidade do lubrificante (mm <sup>2</sup> /s)	179,1	0	0	0	0	0	0
Avaliação da concepção		1097,3		1924,1		-1279,1	

Fonte: Autor (2018).

Como resultado da aplicação da matriz de decisão, verifica-se que das três concepções avaliadas, a concepção 2 (ilustrada na Figura 20) melhor se enquadra nos requisitos de projeto.

Figura 20 - Concepção escolhida



Fonte: Autor (2018).

Na análise das concepções é possível verificar que a concepção escolhida possui um valor superior em relação às demais concepções, situação está que será analisada mais precisamente a seguir, onde será realizado um levantamento dos gastos envolvidos com a possível manufatura do projeto.

#### 4.3.5 Monitorar viabilidade econômica

Um dos requisitos de projeto se refere ao orçamento, que conforme foi definido anteriormente, não pode ultrapassar o valor de R\$ 1200,00. Desta forma, foi necessário realizar um levantamento da matéria prima e de elementos que poderiam ser utilizados sem que agregassem custo ao projeto, caso a empresa opte por realizar a manufatura do meio de transporte mais adiante.

O levantamento da matéria prima a disposição na empresa permitiu que materiais pudessem ser reaproveitados de retalhos de chapas, tubos, barras, e até mesmo elementos de máquinas que não são mais utilizados, mas que se encontram segregados no interior da empresa. Da lista geral de itens, será possível reutilizar matéria prima para a manufatura de 22 peças, conforme levantamento informado no Quadro 11.

Quadro 11 - Materiais reaproveitados

Desenho nº	Título	Quantidade
PMT_10	Tubo da suspensão	0,7 [m]
PMT_03	Tubo chassi_3	2,52 [m]
PMT_17	Barra de direção	2 [un.]
PMT_07	Bucha da suspensão	2 [un.]
PMT_08	Chapa da direção	2 [un.]
PMT_09	Pino da suspensão	2 [un.]
PMT_11	Lateral da suspensão	8 [un.]
PMT_14	Rolamento	2 [un.]
PMT_15	Arruela_1	2 [un.]
PMT_16	Pino da direção	4 [un.]
PMT_18	Elo de direção da ligação	1 [un.]
PMT_19	Trava da prateleira	4 [un.]
PMT_20	Chapa de suporte	3 [un.]
PMT_24	Arruela lisa	8 [un.]
PMT_25	Calço da prateleira	8 [un.]
PMT_26	Chapa prateleira_1	8 [un.]
PMT_27	Chapa prateleira_2	16 [un.]
PMT_28	Chapa prateleira_3	16 [un.]
PMT_29	Chapa dobrada	16 [un.]
PMT_30	Chapa em "L"	16 [un.]
PMT_34	Chapa da trava	4 [un.]
PMT_35	Proteção lateral	32 [un.]

Fonte: Autor (2018).

Por outro lado, em relação aos materiais que deveriam ser adquiridos, foi realizada uma pesquisa de mercado em pelo menos dois fornecedores, na busca pelos materiais faltantes necessários para a manufatura do meio de transporte. Desta forma, a soma total do investimento necessário para a realização do projeto foi de R\$ 1.136,82, conforme levantamento de preços informado na Tabela 9.

Tabela 9 - Materiais que precisam ser adquiridos

Desenho nº	Título	Quantidade	Custo unitário	Valor do item
PMT_33	Porca sext. Aut. M16-2,00 10.9	9 [un.]	R\$2,60	R\$23,40
PMT_32	Parafuso trava	4 [un.]	R\$4,00	R\$16,00
PMT_01	Tubo chassi_1			
PMT_02	Tubo chassi_2			
PMT_04	Tubo chassi_4			
PMT_05	Tubo chassi_5			
PMT_06	Tubo chassi_6	24 [m]	R\$17,00	R\$408,00
PMT_13	Tubo de direção			
PMT_21	Tubo prateleira_1			
PMT_22	Tubo prateleira_2			
PMT_23	Tubo prateleira_3			
PMT_12	Parafuso de direção	1 [un.]	R\$18,00	R\$18,00
PMT_31	Parafuso de roda	4 [un.]	R\$19,00	R\$76,00
PMT_37	Aro	4 [un.]	R\$30,15	R\$120,60
PMT_36	Pneu	4 [un.]	R\$120,00	R\$480,00
			Total	R\$1.142,00

Fonte: Autor (2018).

Conforme abordado, no escopo do projeto, a mão de obra necessária não será contabilizada, pois, caso a empresa opte por produzir a Concepção 2, o setor de melhoria contínua da empresa será responsável por realizar a manufatura do meio de transporte, evitando, desta forma, custo adicional ao projeto.

Para que seja possível visualizar os materiais ou elementos do projeto, foi realizado o detalhamento de cada componente em 2d, os quais podem ser analisados no Apêndice D.

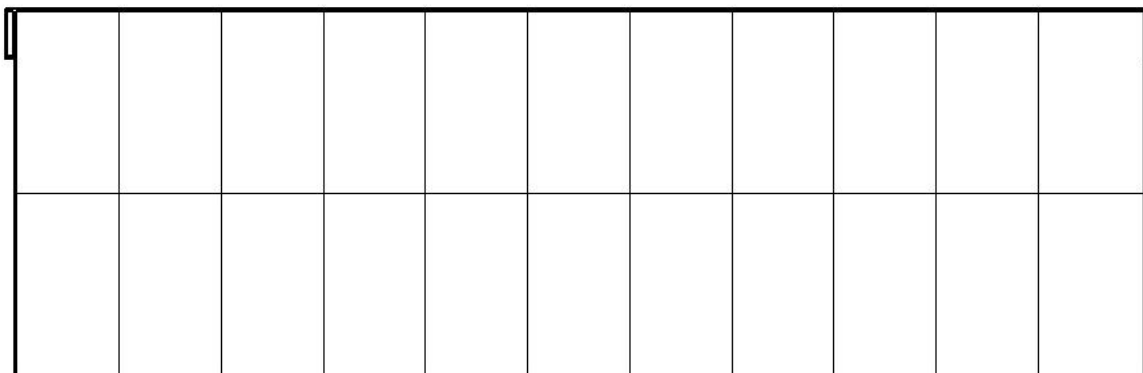
No total foram desenvolvidos o detalhamento de 39 peças, das quais algumas devem ser fabricadas e outras adquiridas conforme especificações ilustradas nos desenhos. Além disso, também foram desenvolvidos os detalhamentos dos conjuntos de peças, que representam um total de cinco conjuntos.



#### 4.3.6 Detalhar concepção escolhida

Com dimensões de 1270 mm de comprimento e 410 mm de largura, cada prateleira será capaz de armazenar 44 caixas bin (Figura 21) ou 10 caixas Klt (Figura 22).

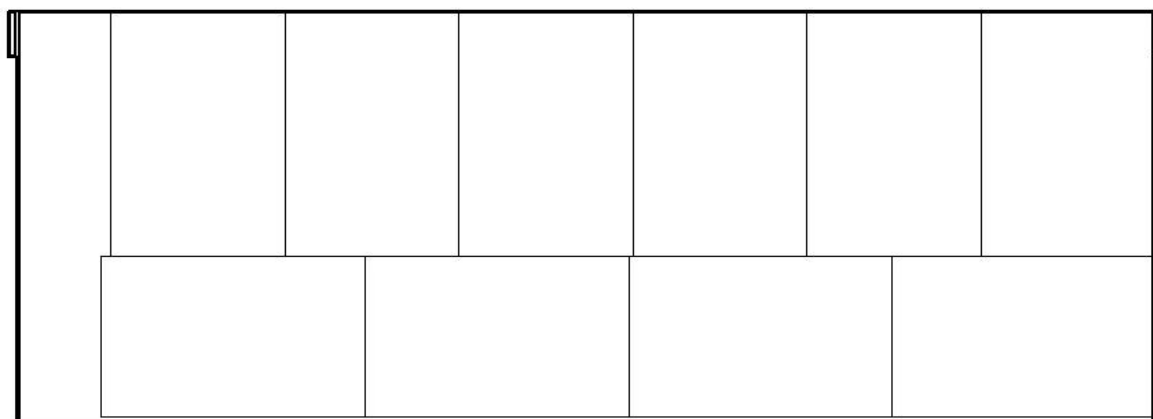
Figura 21 - Acondicionamento das caixas Bins



Fonte: Autor (2018).

No total, o meio de transporte possuirá 8 prateleiras, das quais 4 serão disponibilizadas para o armazenamento das caixas bins, totalizando uma capacidade de transporte de 176 bins por rota de abastecimento. As prateleiras superiores serão destinadas as caixas Bins.

Figura 22 - Acondicionamento das caixas KIts



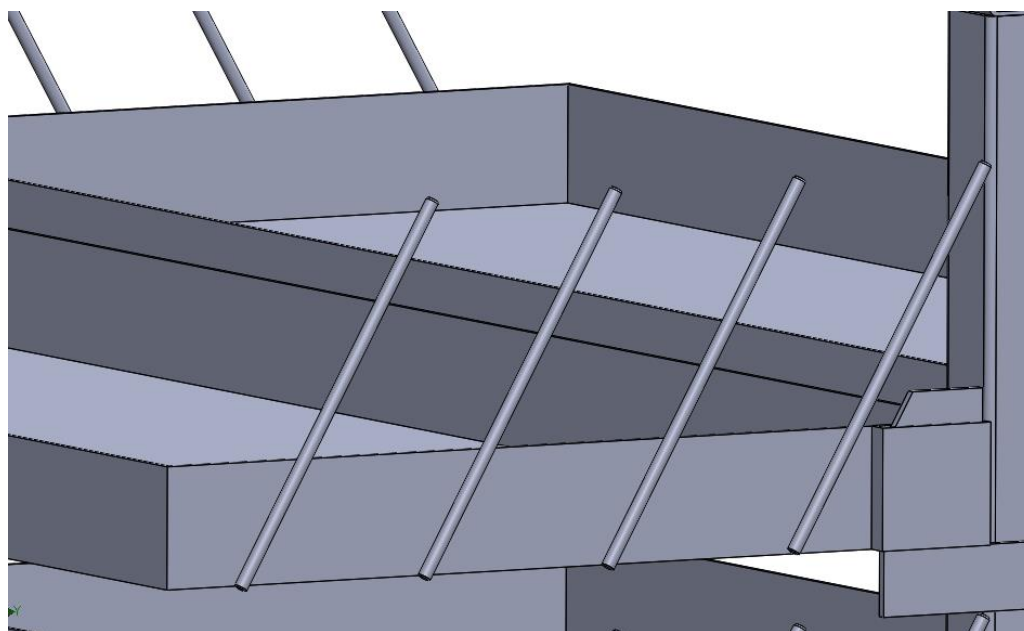
Fonte: Autor (2018).

Serão destinadas 4 prateleiras para o acondicionamento das caixas Klts, permitindo o envio de 40 caixas, por rota de abastecimento, à linha de produção, as quais serão acondicionadas conforme ilustração da Figura 22.

Em relação as prateleiras, fica comprovado que a demanda da linha de produção será atendida com a utilização do meio transporte desenvolvido neste trabalho, pois a quantidade de caixas que podem ser transportadas (176 caixas Bins e 40 caixas Klts) supera a necessidade da linha de montagem (141 caixas Bins e 28 caixas Klts). Desta forma, evidencia-se a melhoria em relação da produtividade, eliminando a realização de horas extras, e por consequência, eliminando gastos adicionais ao processo de abastecimento da linha de produção.

Para evitar as quedas das caixas bins das prateleiras será utilizado barras cilíndricas de 6 mm de diâmetro, soldadas de forma inclinada nas laterais das prateleiras, como pode ser visualizado na Figura 23. Destaca-se que a proteção contra queda de caixas será utilizada apenas nas prateleiras superiores, as quais serão responsáveis pelo transporte das caixas Bins. As caixas Klts não serão empilhadas, evitando a sua queda da prateleira.

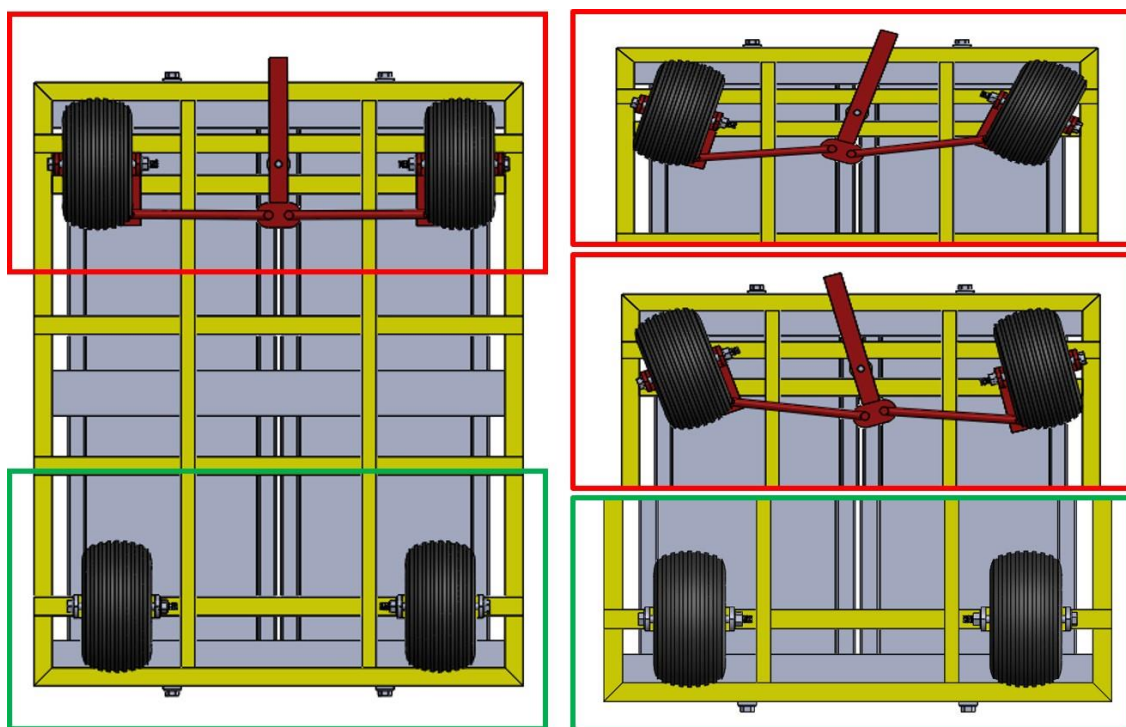
Figura 23 - Proteção contra quedas



Fonte: Autor (2018).

Em relação a direção do meio de transporte, as rodas traseiras serão fixas, enquanto que as rodas dianteiras serão responsáveis pela realização de curvas, permitindo maior simplicidade e facilidade de fabricação, montagem e manutenção, como pode ser analisado na Figura 24.

Figura 24 - Sistema de direção



Fonte: Autor (2018).

O meio de transporte utilizado atualmente possui sistema de quinta roda interligado entre as rodas dianteiras e traseiras, dificultando a manutenção do meio de transporte. Desta forma, com o intuito de simplificar a direção e facilitar possíveis manutenções, optou-se por um sistema de “quinta roda” apenas nas rodas dianteiras, o que também irá auxiliar nas manobras, pois tornará a direção mais leve.

As rodas serão responsáveis por suportar toda a estrutura do meio de transporte, desta forma optou-se pelo conjunto pneu de 12 polegadas com câmara e aro, ilustrados na Figura 25, as quais suportam 200 kg cada uma, totalizando uma capacidade total de carga de 800 kg. Em comparação, as rodas utilizadas atualmente são de 6 polegadas e com capacidade de carga de 100 kg cada uma delas. Espera-se com essa escolha que os pneus apresentem uma maior vida útil e que colaborem para uma direção mais suave.

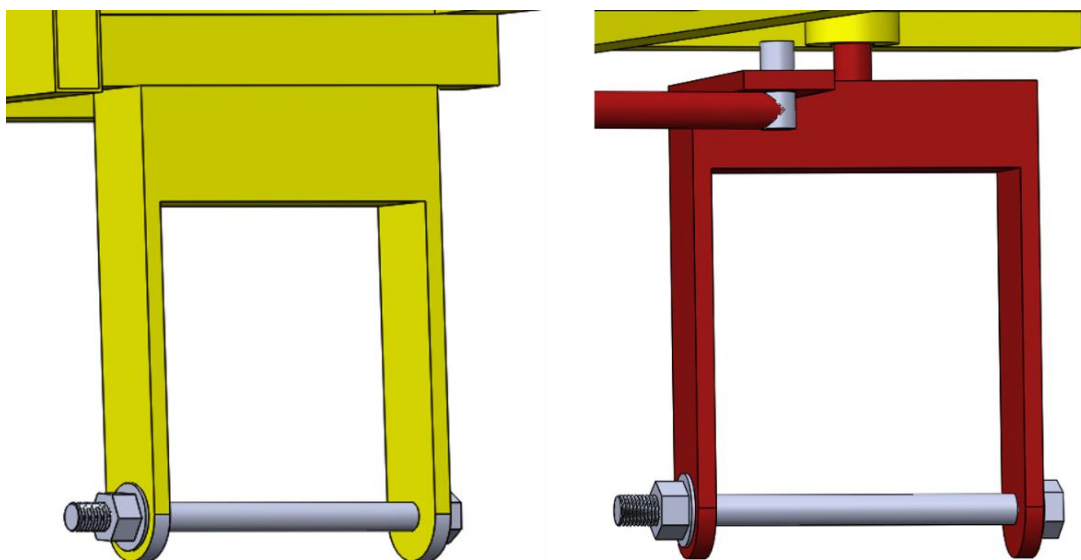
Figura 25 - Conjunto pneu e aro



Fonte: Autor (2018).

Como pode ser visualizado na Figura 26, será utilizado um sistema de amortecimento rígido, pois ele será utilizado em um ambiente plano e livre de imperfeições. Optou-se por esse sistema devido a sua simplicidade, baixo custo e por não haver a necessidade de absorver impactos.

Figura 26 - Sistema de amortecimento

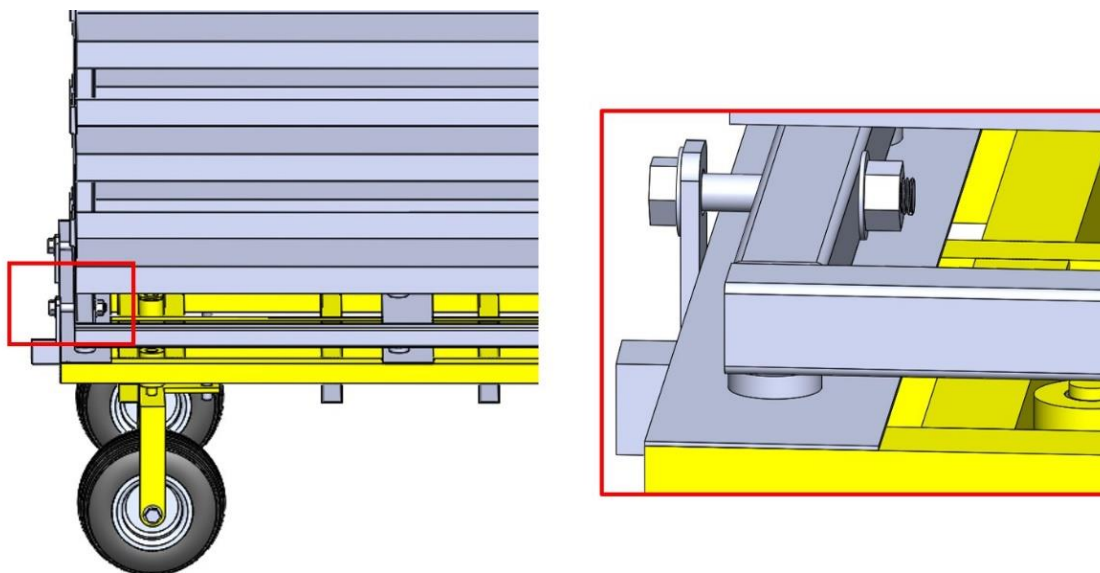


Fonte: Autor (2018).

A trava das prateleiras será realizada por meio da utilização de um conjunto de parafuso, arruela e porca sextavada, como pode ser visualizado na Figura 27. As travas serão posicionadas na parte frontal e traseira das prateleiras, totalizando 4

travas em todo o meio de transporte. Desta forma, a movimentação das prateleiras com a realização das rotas de abastecimento será eliminada, garantindo maior segurança durante o abastecimento da linha de montagem.

Figura 27 - Trava das prateleiras



Fonte: Autor (2018)

Neste caso específico, a classe de resistência do parafuso e da porca poderá ser 8.8, pois sua função é a de evitar que ocorra a movimentação das prateleiras durante a utilização do meio de transporte. Por outro lado, em relação aos parafusos utilizados nas rodas e na direção do meio de transporte, serão utilizados parafusos e porcas com classe de resistência 10.9 ou superior, garantindo maior resistência ao meio de transporte.

Destaca-se que atualmente utilizam-se parafusos M14 com classe de resistência 8.8, sendo no projeto está sendo proposto utilizar parafusos e porcas com classe de resistência 10.9.

#### 4.3.7 Análise do desempenho do projeto

Com o intuito de confirmar que a concepção 2 atende aos requisitos dos operadores, realizou-se uma comparação dos requisitos de projeto em relação ao valor meta estipulado no Quadro 8. Esta verificação pode ser analisada conforme as informações descritas no Quadro 12.

Quadro 12 - Análise dos requisitos de projeto

#	Requisito do projeto	Valor meta	Verificado no projeto
1°	Tamanho adequado (quantidade de caixas)	Transportar, no mínimo, 160 bins e 40 Klts	Atende
2°	Resistência mecânica dos materiais, chapas e tubos (MPa)	Utilizar materiais com as seguintes características: Tração mínima: 420 MPa. Escoamento mínimo: 350 MPa.	Atende
3°	Proteção contra quedas de caixas	Impedir o tombamento de caixas do meio de transporte	Atende
4°	Roda (capacidade de carga)	Cada pneu deve suportar no mínimo 200 kg	Atende
5°	Ruído (db)	Menor ou igual a 60 db	N/A
6°	Conexões parafusadas (MPa)	Utilizar parafusos com classe de resistência igual ou superior a 10.9. Tração mínima: 1000 MPa. Escoamento mínimo: 900 MPa.	Atende
7°	Posição da prateleira (n°)	Criar, ao menos 1 prateleira para caixas KLTs	Atende
8°	Raio de concordância dos cantos vivos (mm)	Menor ou igual a 2 mm	Atende
9°	Custo baixo (R\$)	A soma total dos materiais e demais componentes não pode ultrapassar R\$ 1200,00	Atende
10°	N° de componentes principais (n°)	Não pode possuir mais de 40 componentes	Atende
11°	Altura (mm)	Altura máxima da prateleira superior de 1600 mm	Atende
13°	Rugosidade superficial das partes móveis ( $\mu\text{m}$ )	Menor ou igual a 50 $\mu\text{m}$	N/A
14°	Viscosidade do lubrificante ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )	Superior ou igual a 100 $\text{mm}^2/\text{s}$	N/A

Fonte: Autor (2018).

Alguns requisitos não puderam ser verificados, pois só poderão ser avaliados quando o projeto estiver manufaturado. Para esses requisitos utilizou-se a expressão “N/A”, que se refere a “não aplicável”. No entanto, todos os demais requisitos atendem aos requisitos de projeto especificados, evidenciando que a concepção 2 será capaz de realizar as rotas de abastecimento de acordo com a necessidade da linha de produção e com o nível de segurança esperado pelos operadores.

## CONCLUSÃO

A elaboração deste trabalho evidenciou que o meio de transporte utilizado neste tipo de atividade, precisa ser dinâmico, de forma que atenda a necessidade da linha de produção e que permita o transporte dos mais variados tipos de peças ou embalagens. Além disso, outro fator essencial na movimentação de materiais refere-se a segurança oferecida pelo meio de transporte aos operadores envolvidos.

Por outro lado, ficou comprovada a necessidade de projetar um produto conforme as fases e etapas de projeto, abordadas neste trabalho. Desde a identificação das partes envolvidas até a análise do desempenho do projeto, existe uma sequência de atividades que precisam ser devidamente desenvolvidas para que as soluções encontradas satisfaçam os problemas levantados.

No planejamento de projeto, a determinação dos riscos e as respectivas ações que deveriam ser tomadas para que os riscos fossem evitados, impediu que uma série de erros ou imprevistos fossem cometidos ao longo do desenvolvimento do projeto.

O questionário realizado com os operadores e a análise do meio de transporte utilizado permitiu que as necessidades dos operadores fossem definidas de forma precisa. A identificação correta destas necessidades é fundamental, pois todos os demais requisitos serão definidos a partir destas informações.

O desenvolvimento das especificações de projeto permitiu que um valor meta fosse especificado para cada requisito, assim como os possíveis riscos do não cumprimento das metas estipuladas. Desta forma, para a concepção escolhida ser considerada ideal, ela deve atender aos valores meta estipulados, caso contrário, ela pode não atender as necessidades iniciais do projeto.

A elaboração da estrutura funcional permitiu a identificação das necessidades de cada função do meio de transporte. Desta forma, foi possível definir princípios de solução por meio da utilização da matriz morfológica, a qual permitiu a elaboração de três concepções alternativas, cada qual com suas características. A escolha pela concepção que melhor se enquadra no projeto ocorreu por meio da utilização de



uma matriz de decisão, onde cada uma das concepções foi avaliada em relação aos requisitos de projeto.

A fim de evidenciar que a concepção escolhida atende as necessidades levantadas inicialmente, ela foi avaliada em função do valor meta definido nas especificações de projeto. Desta forma, fica comprovado que a escolha da Concepção 2 foi realizada corretamente, pois ela atende a todas as necessidades do projeto e caso seja manufaturada, atenderá a necessidade da linha de montagem, da mesma forma que se apresentará como um meio de transporte dinâmico, robusto e seguro.

De uma forma geral, o meio de transporte projetado irá proporcionar um aumento na capacidade de transporte de, 57% em relação as caixas Bins e de 81% nas caixas Klts, garantindo o abastecimento da linha de produção, atendendo inclusive a eventuais aumentos de demanda. Em relação a segurança dos operadores, a utilização de elementos de fixação mais resistentes, o aumento da capacidade de carga e do impedimento das quedas de caixas vai garantir que o meio de transporte atenda a linha de montagem, sem oferecer grandes riscos aos operadores envolvidos no processo de abastecimento.

## REFERÊNCIAS

ABREU, F. S. **QDF - Desdobramento da Função Qualidade - Estruturando a Satisfação do Cliente**. RAE - Revista de Administração de Empresas, v. 37, n. 2, abr-jun, p.47-55, 1997.

BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Manole, 2008.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/ logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3. ed. São Paulo: Blücher, 2011.

Conventional Warehousing. **Manufacturers and Suppliers of Lift Table, Scissor Lift Table, Hydraulic Lift Table and Electric Lift Table**. Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/714031715892490967/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

Enis. **Battery Electric Tugs, Pushers and Pullers**. Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/1231453710444444545/>>. Acesso em: 05 ago. 2018.

FERREIRA, C. V. **Metodologia para as fases de projeto informacional e conceitual de componentes de plástico injetados integrando os processos de projeto e estimativa de custos**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GUARNIERI, Patrícia; HATAKEYAMA, Kazuo. **Formalização da logística de suprimentos: caso das montadoras e fornecedores da indústria automotiva Brasileira**. Produção, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 186-199, 2010.

GUIMARÃES, L. M. **QFD - Quality Function Deployment : uma análise de aspectos culturais organizacionais como base para definição de fatores críticos de Sucesso (FCS) na implementação da metodologia**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

MARIOTTO, Fábio L. **O conceito de competitividade da empresa: uma análise crítica**. Revista de administração de empresas, São Paulo , v. 31, n. 2, p. 37-52, June 1991.

MEI, H.; Jingshuai, Y.; Teng, M. A.; Xiuli, L. I.; Ting, W. **The modeling of milk run vehicle routing problem based on improved cw algorithm that joined time window**. Transportation Research Procedia, v. 25, p. 716-728, June 2017.

MOURA, D. A.; BOTTER, R. C. **Caracterização do sistema de coleta programada de peças, milk run**. RAE electron, São Paulo , v. 1, n. 1, p. 1-14, June 2002.

MOURA, D. A.; BOTTER, R. C. **Delivery and pick-up problem transportation - milk run or conventional systems**. São Paulo , v. 7, n. 3, September 2016.

NICKEL, E. M. et al. **Modelo multicritério para referência na fase de Projeto Informacional do Processo de Desenvolvimento de Produtos**. Gestão e Produção, São Carlos , v. 17, n. 4, p. 707-720, Dec. 2010.

NOVAES, A. G.. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

PAHL, G. et al. **Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos; método e aplicações**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

PAURA, G. L. **Fundamentos da logística**. Curitiba: e-Tec/MEC, 2012.

PLENTZ, S. S. **Taxonomia para técnicas criativas aplicadas ao processo de projeto**. 2001. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PLOSSL, G. W. **Administração da produção: como as empresas podem aperfeiçoar as operações a fim de competirem globalmente**. São Paulo: Makron Books, 1993.

PMI. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. 6 ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2017.

ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROMANO, L. N. **Desenvolvimento de máquinas agrícolas: planejamento, projeto e produção**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2013. 310 p.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

RUDENKO, N. **Máquinas de elevação e transporte**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.

SANTOS, P. M. et al. **Prioridades de requisitos para projeto de postos de operação de tratores quanto à ergonomia e segurança**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.43, n.7, p. 869-877, jul. 2008.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

WANKE, P. F.; FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. São Paulo: Grupo GEN, 2004.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

O questionário abaixo se refere ao meio de transporte, também conhecido como reboque, responsável por transportar as caixas abastecidas à linha de montagem. Análise os requisitos citados e AVALIE cada uma das características marcando a pontuação que varia de 1 a 5.

A pontuação “1” informa que a característica é totalmente desfavorável, sendo necessária sua alteração, para que ela atenda a necessidade de forma satisfatória. Por outro lado, a pontuação “5” informa que a característica abordada é totalmente favorável, e não necessita ser alterada, pois ela atende a necessidade de forma satisfatória.

Qual a situação do meio de transporte (reboque) utilizado, em relação a:

- Espaço das prateleiras

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤

- Segurança

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤

- Impacto das quebras

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤

- Dirigibilidade

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤

- Altura

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤

- Rodas e pneus

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤

- Direção

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤

- Organização das prateleiras

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤

- Largura

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤

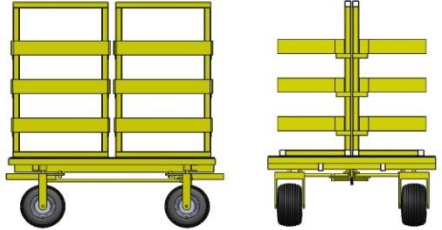
- Comprimento

①                      ②                      ③                      ④                      ⑤

## APÊNDICE B – MATRIZ QFD

				Legend															
				⊙	Strong Relationship	9													
				○	Moderate Relationship	3													
				▲	Weak Relationship	1													
				++	Strong Positive Correlation														
				+	Positive Correlation														
				-	Negative Correlation														
				▼	Strong Negative Correlation														
				▲	Objective Is To Maximize														
				X	Objective Is To Hit Target														
Row #	Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")	Column #													
						Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (X)													
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
						▲	▲	▲	▲	▲	X	▼	X	X	X	X	▼	▼	
						Tamanho adequado													
						Ruído													
						Altura													
						Resistência mecânica dos componentes													
						Proteção contra quedas de caixas													
						Raio de concordância de cantos vivos													
						Número de componentes principais													
						Custo baixo													
						Rugosidade superficial das partes móveis													
						Posição da prateleira													
						Rodas (capacidade de carga)													
						Viscosidade do lubrificante													
						Conexões parafusadas													
1	9	26,7	50	Ser seguro		⊙	⊙	○	○	○	○	▲	○	▲	○	⊙	▲	○	
2	9	19,3	36	Aumentar dimensões da prateleira		⊙	▲	○	○	▲	○	○	○	▲	⊙	▲	▲	▲	
3	3	7,0	13	Operação facilitada		○	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	○	○	○	▲	▲	
4	9	6,4	12	Robusto		○	▲	▲	⊙	▲	▲	○	⊙	▲	▲	⊙	▲	○	
5	9	6,4	12	Dirigibilidade		⊙	⊙	○	▲	▲	▲	⊙	▲	⊙	▲	○	⊙	▲	
6	9	6,4	12	Montagem simplificada		▲	▲	▲	▲	▲	▲	⊙	○	⊙	▲	▲	▲	⊙	
7	9	5,9	11	Fácil manutenção		▲	▲	▲	▲	▲	▲	⊙	⊙	○	▲	▲	▲	⊙	
8	9	5,9	11	Ergonomia		▲	⊙	⊙	▲	○	⊙	▲	▲	▲	⊙	○	▲	▲	
9	9	5,3	10	Organização		○	▲	○	▲	▲	▲	▲	▲	▲	⊙	▲	▲	▲	
10	9	3,2	6	Eliminar contato entre partes móveis		▲	⊙	▲	▲	▲	○	○	▲	○	▲	▲	○	▲	
11	9	2,7	5	Lubrificação		▲	⊙	▲	▲	▲	▲	○	▲	○	▲	▲	⊙	▲	
12	9	2,7	5	Ser compacto		⊙	▲	○	▲	⊙	▲	○	○	▲	○	▲	▲	▲	
13	9	2,1	4	Fabricação facilitada		▲	▲	▲	▲	○	▲	○	⊙	○	▲	▲	▲	○	
<b>Max Relationship Value in Column</b>						9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
<b>Weight / Importance</b>						578,1	459,4	281,8	403,7	351,3	405,9	322,5	325,7	244,4	416,6	403,7	179,1	429,4	
<b>Relative Weight</b>						12,0	9,6	5,9	8,4	7,3	8,5	6,7	6,8	5,1	8,7	8,4	3,7	8,9	

## APÊNDICE C – COMPARAÇÃO ENTRE O MODELO ATUAL E PROPOSTO

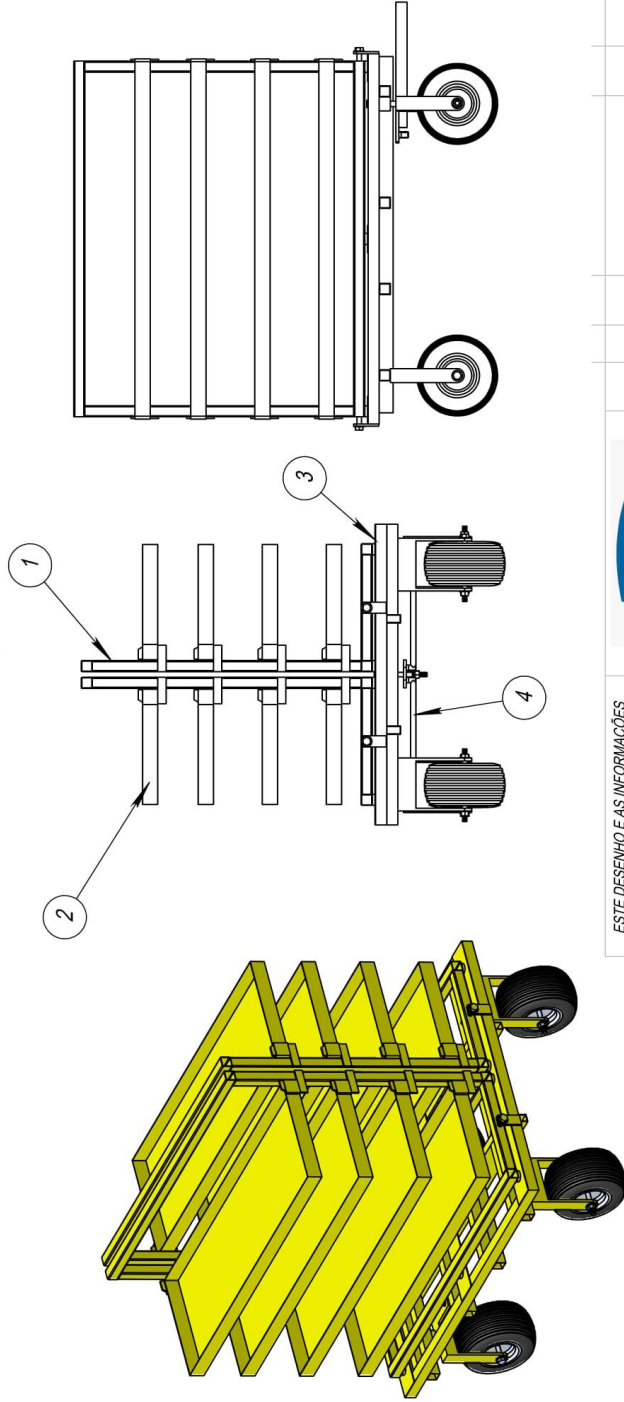
	Caixas Bins	Caixas Klts	Altura	Comprimento	Largura	Massa	Pneu	Proteção contra quedas	Trava prateleira	Parafusos
 <p style="text-align: center;">Modelo Atual</p>	112	22	1300	1380	1080	165	6"	Não Possui	Não Possui	M14-1,75; classe de resistência 8.8
 <p style="text-align: center;">Modelo proposto</p>	172	40	1550	1410	1080	152	12"	Possui	Possui	M16-2,00; classe de resistência 10.9

## **APÊNDICE D – DESENHOS DETALHADOS DOS COMPONENTES**

Tolerâncias não especificadas			
Até 6mm	+/-0,1	acima de 10 até 40	+/-0,5
acima de 6 até 30	+/-0,2	acima de 40 até 100	+/-0,8
acima de 30 até 120	+/-0,3	acima de 100	+/-1,2

Tolerâncias angulares + / - 1°

Nº item	Código	Descrição	Quantidade
1	C.J. 1	Cj. Prateleira	2
2	C.J. 2	Cj. bandeja	8
3	C.J. 3	Chassi	1
4	C.J. 4	Direção	1



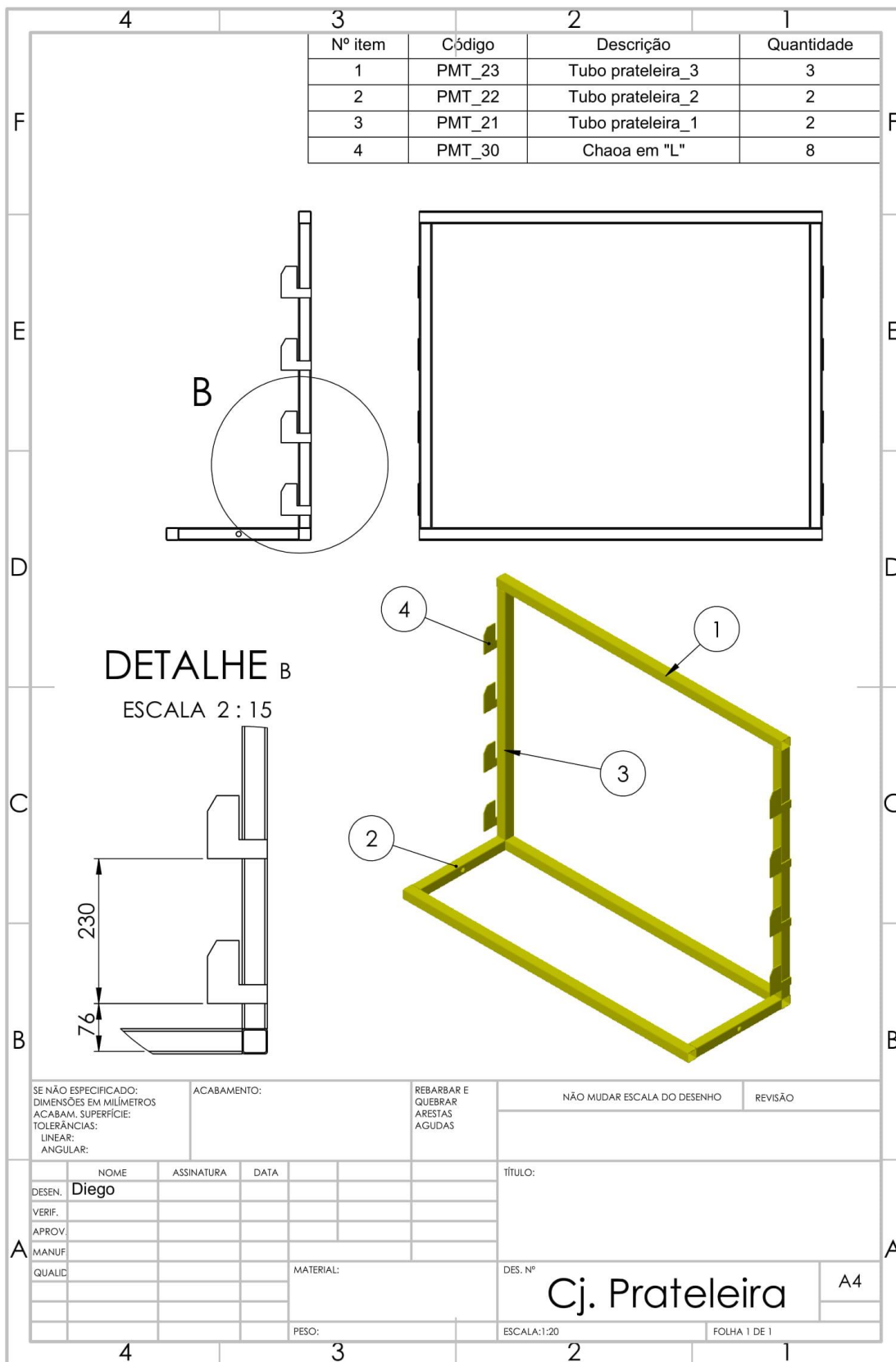
ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE NOSSA PROPRIEDADE E DEVEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.

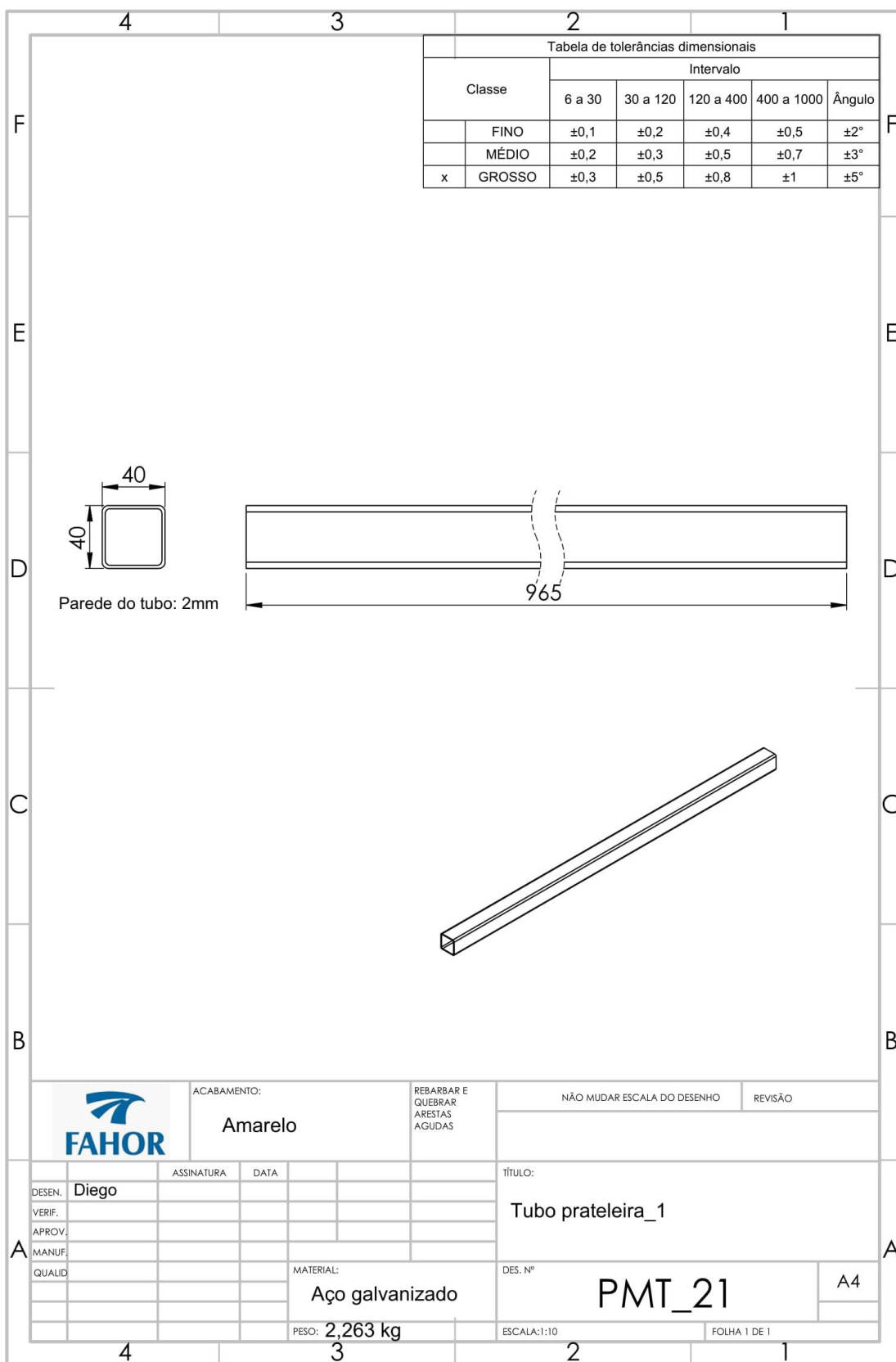


MÉTRICO  
 DESENHADO POR: **Diego**  
 DATA:  
 PESO: ERA: SIMILAR:  
 MATERIAL REF:  
 MATERIAL:

CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV.
DENOMINAÇÃO:					
CÓDIGO: <b>Meio de transporte</b>					
ESCALA:	REVISÃO:	VERSÃO:	A4 FOLHA		







ACABAMENTO:  
**Amarelo**

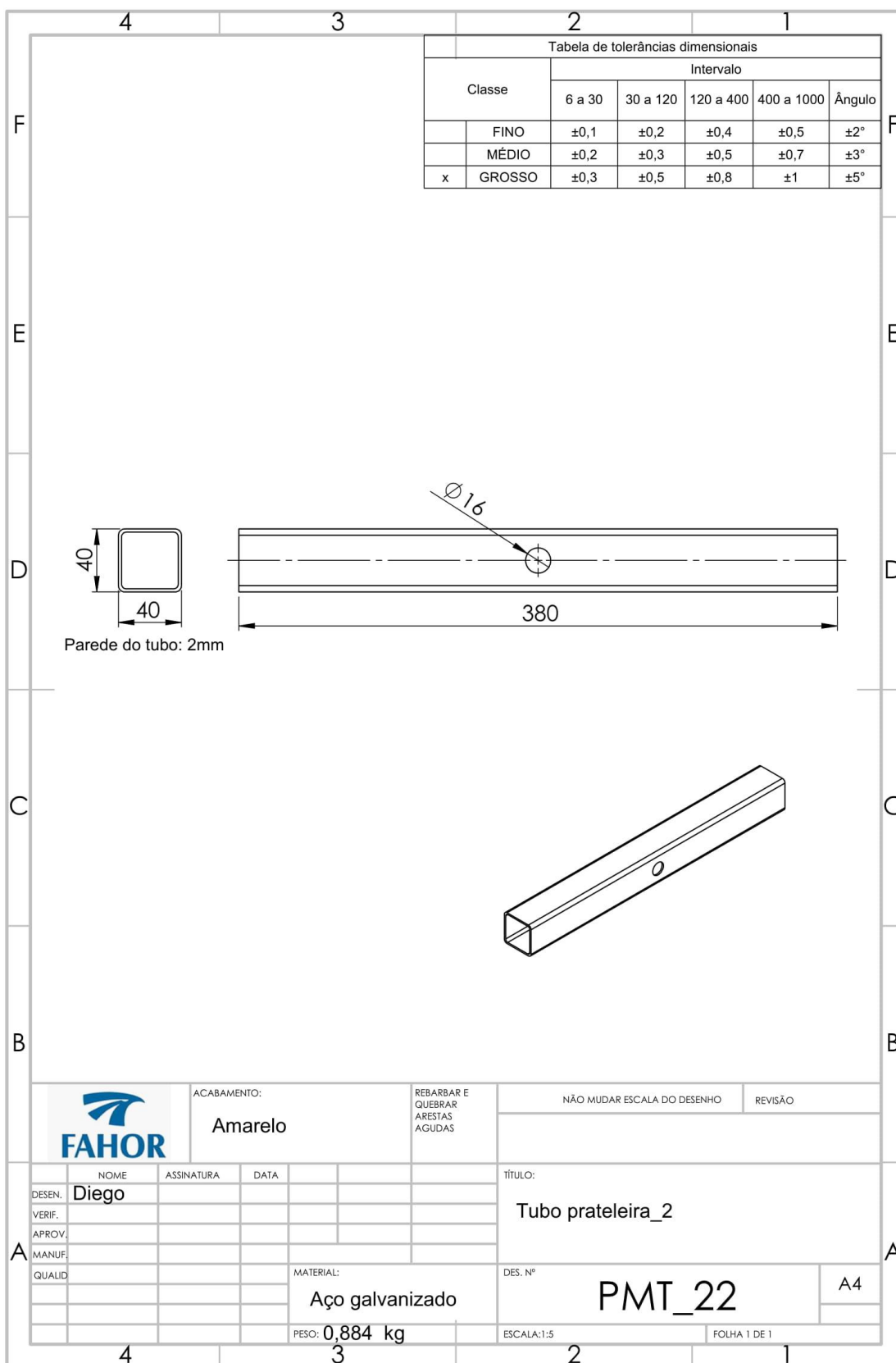
REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

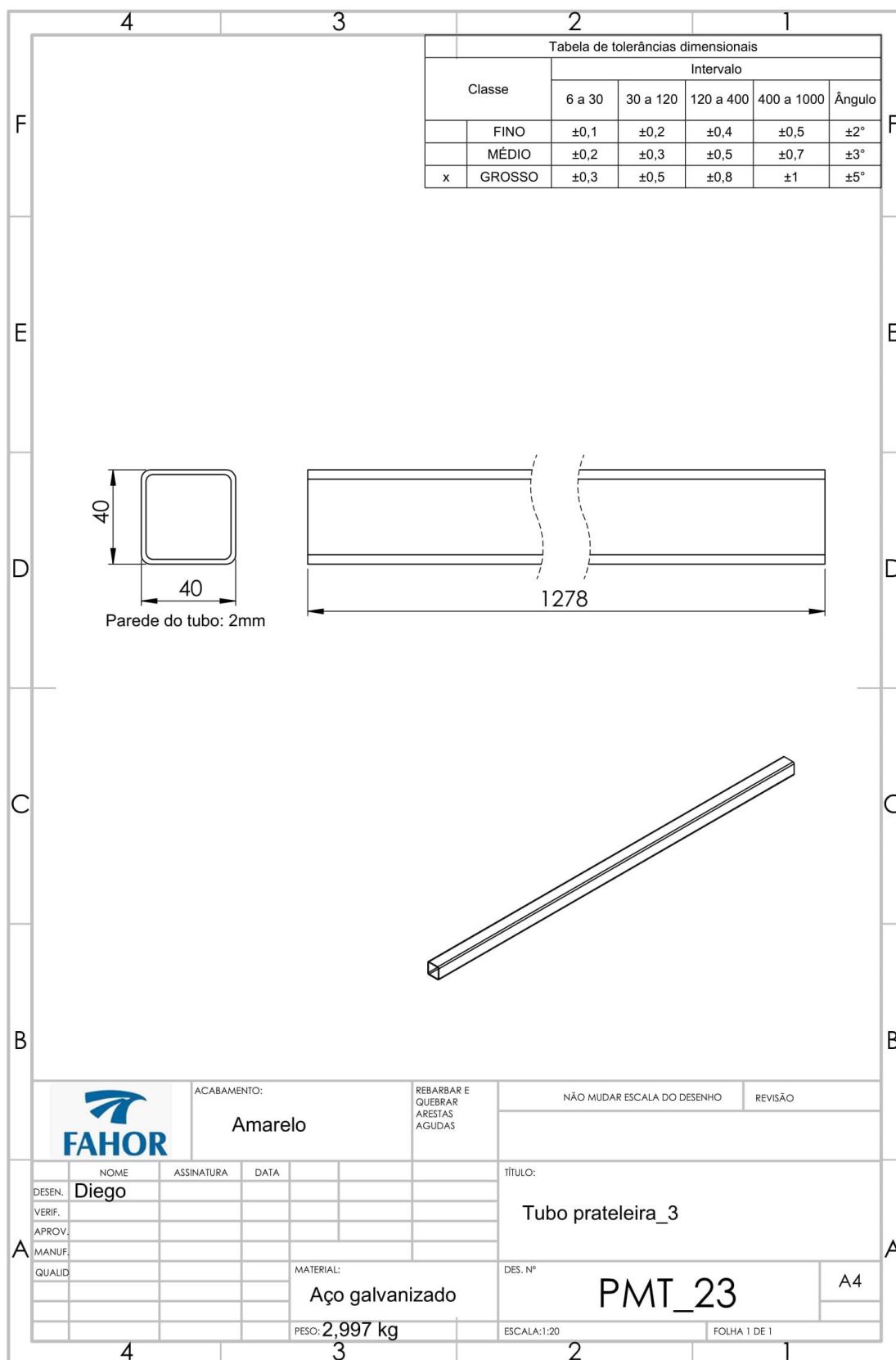
NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

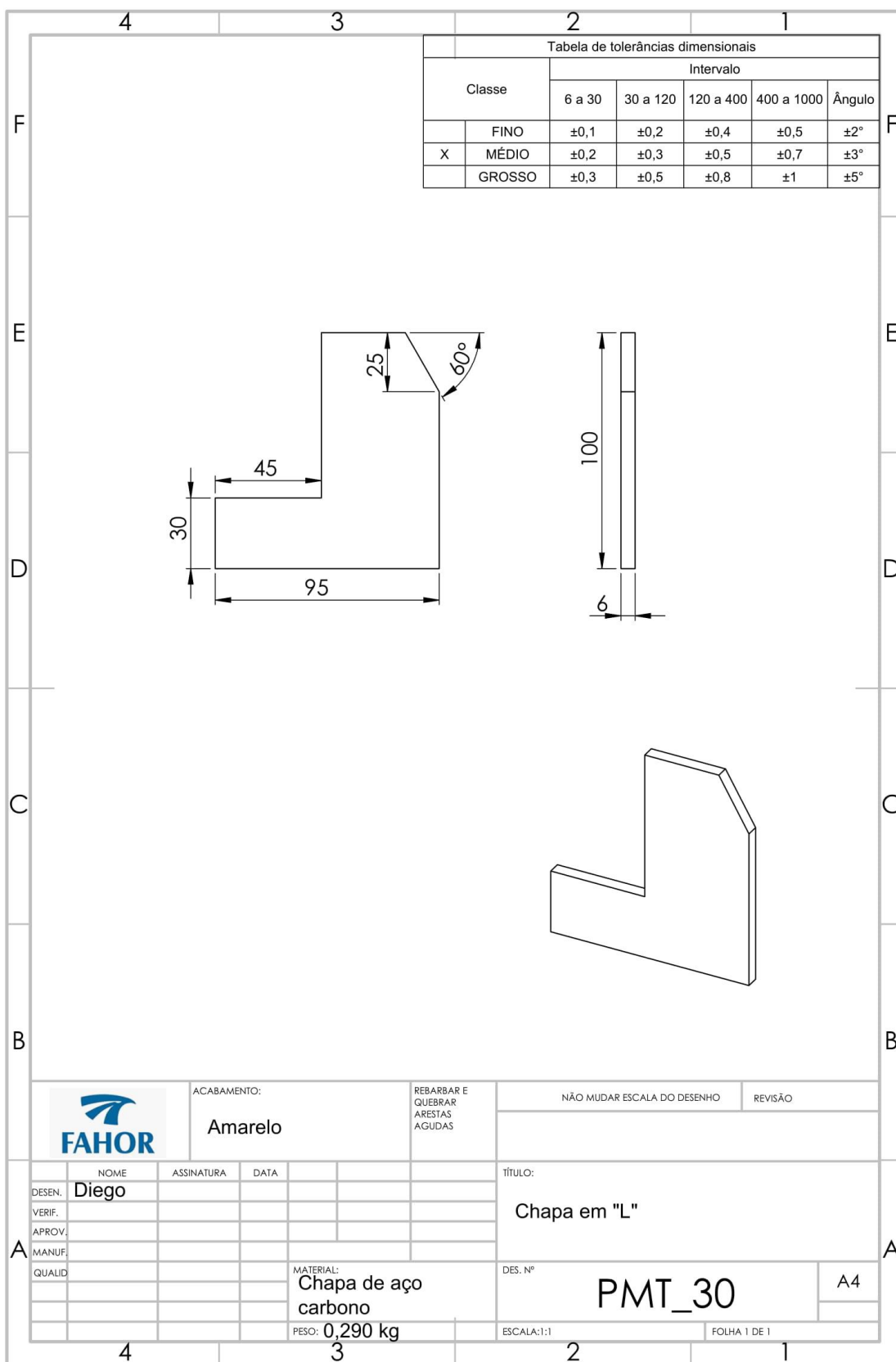
REVISÃO

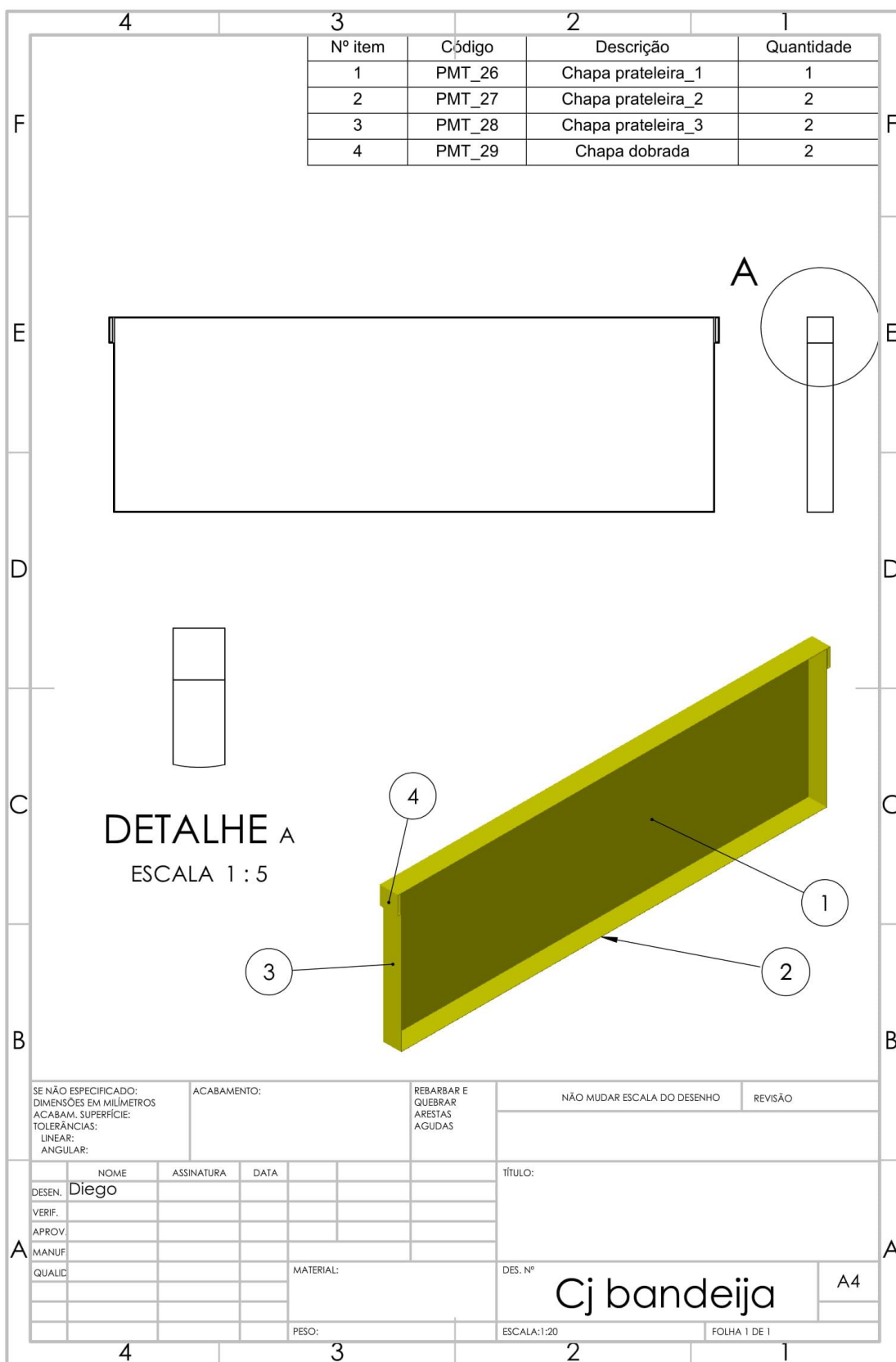
DESEN.	Diego	ASSINATURA	DATA				
VERIF.							
APROV.							
MANUF.							
QUALID							
				MATERIAL: <b>Aço galvanizado</b>			
				PESO: <b>2,263 kg</b>			

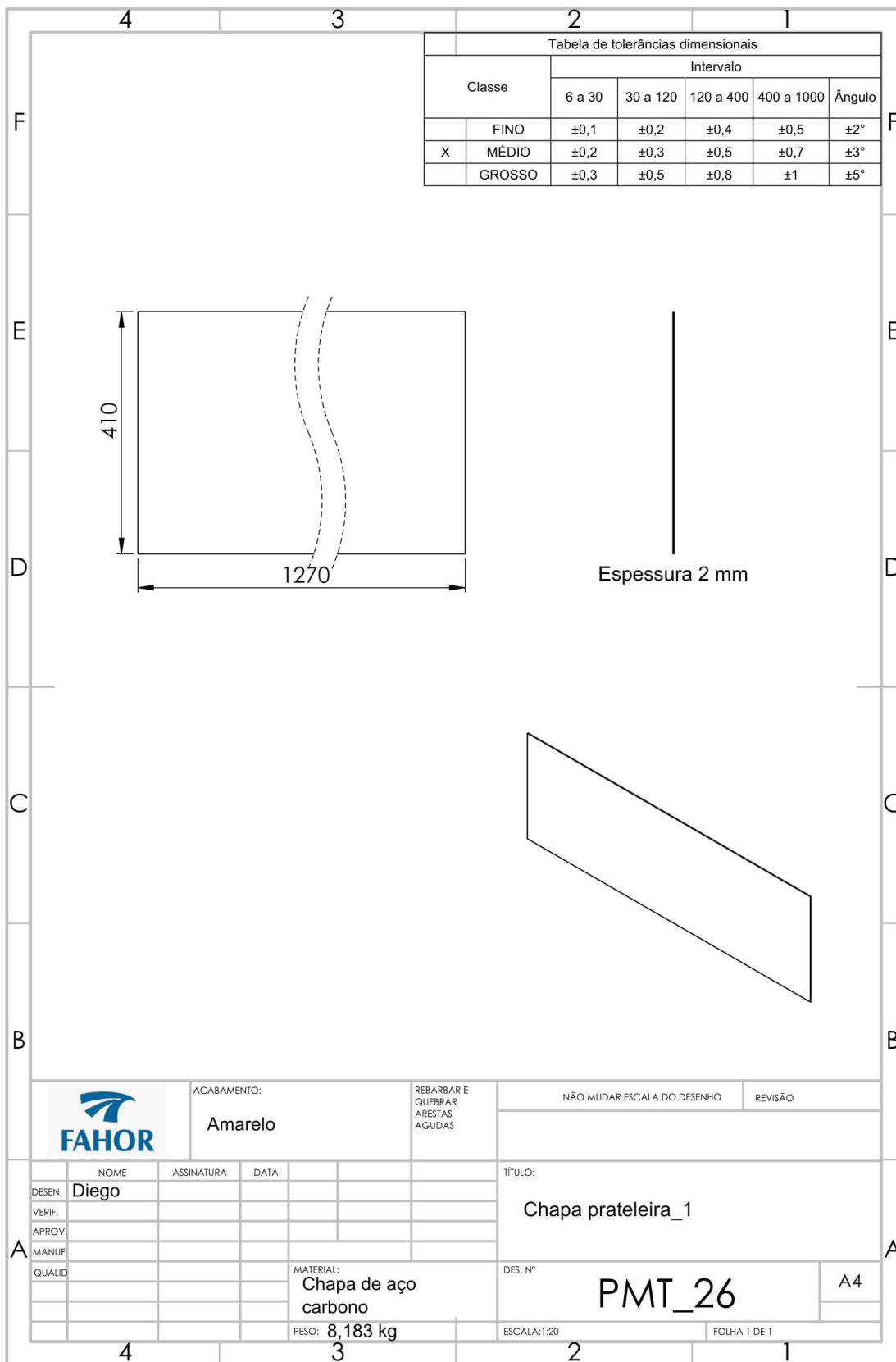
TÍTULO: <b>Tubo prateleira_1</b>	
DES. Nº <b>PMT_21</b>	A4
ESCALA:1:10	FOLHA 1 DE 1

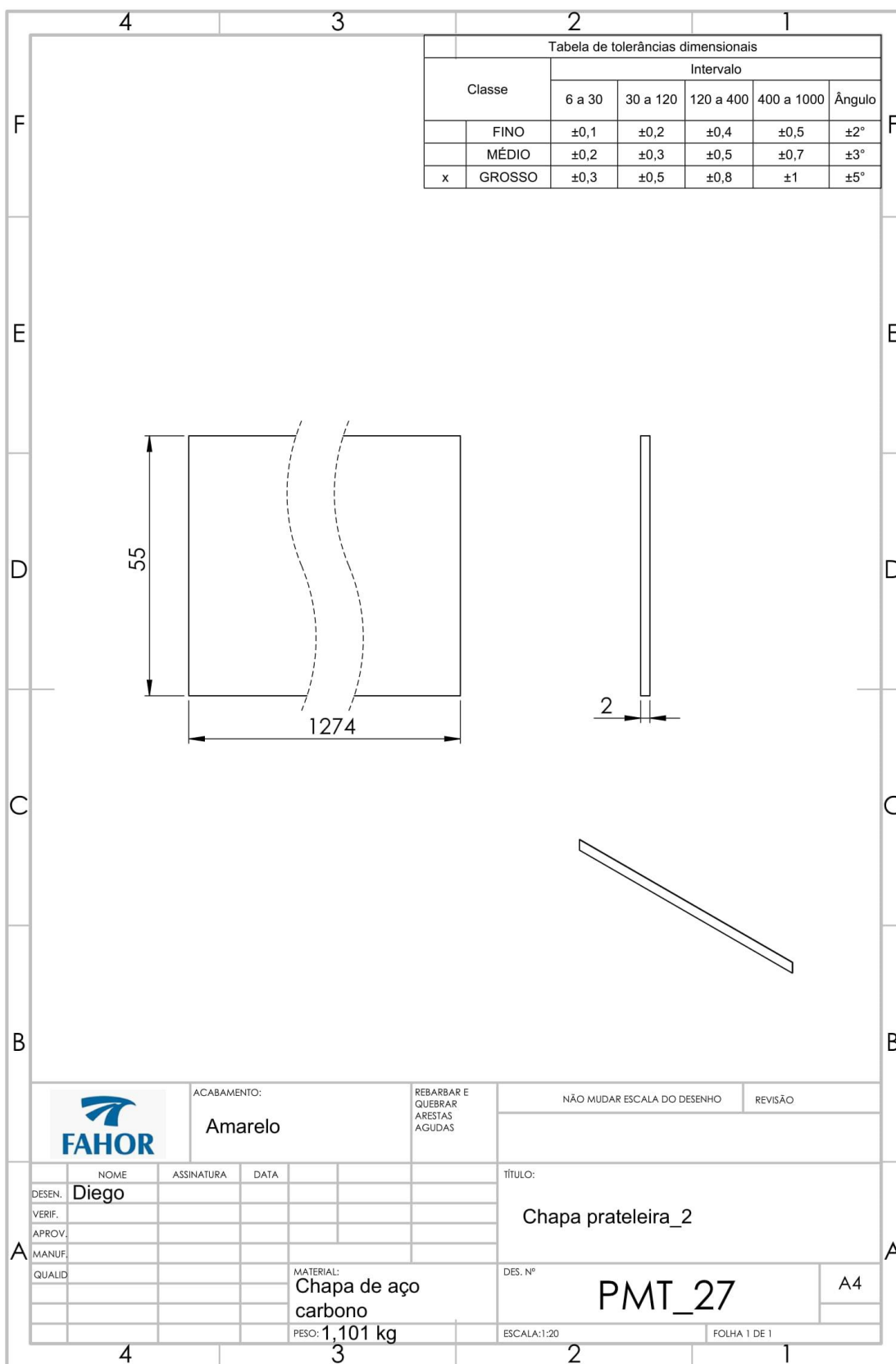




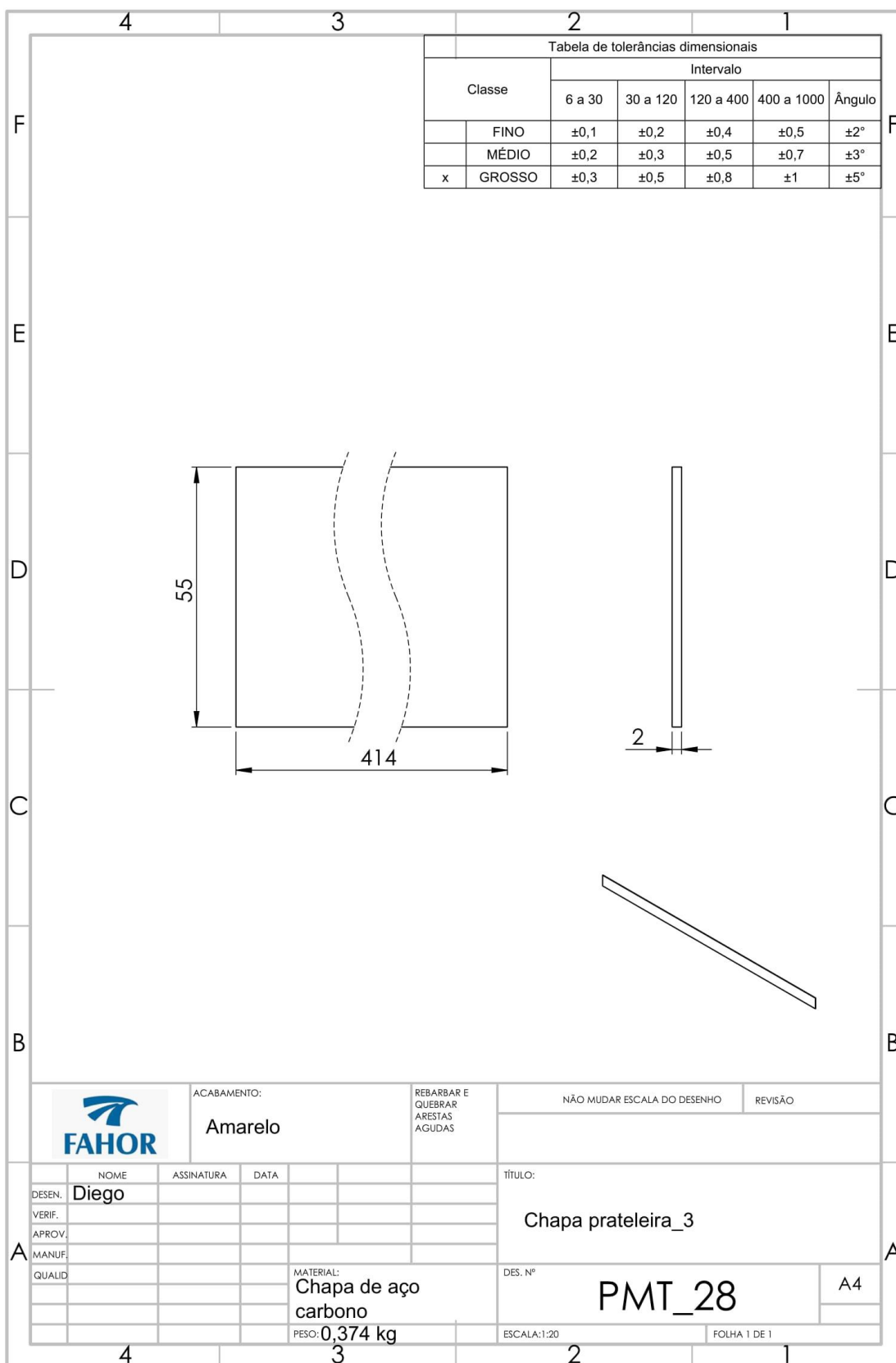












ACABAMENTO: Amarelo

REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

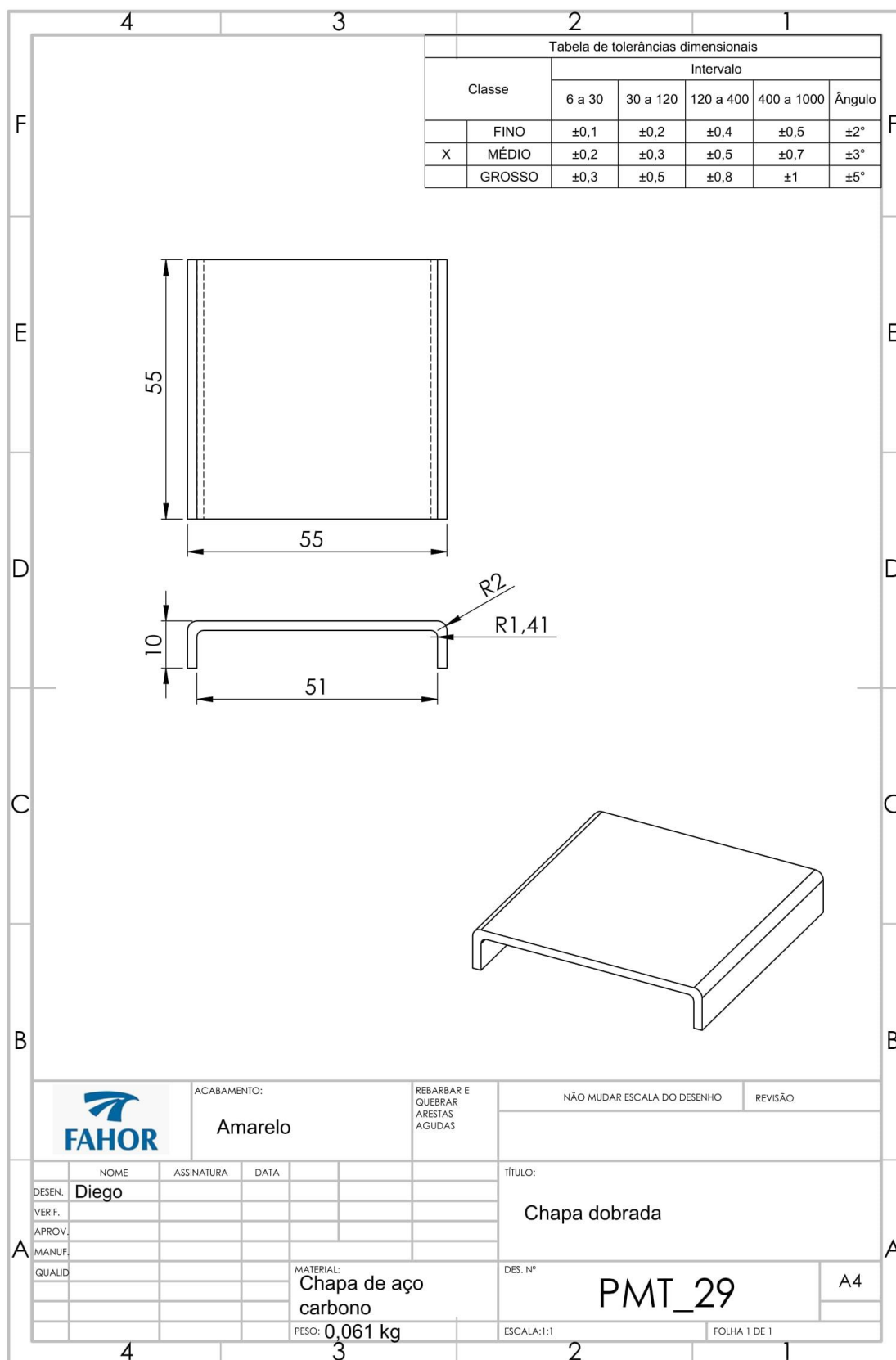
NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO REVISÃO

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	Diego		
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

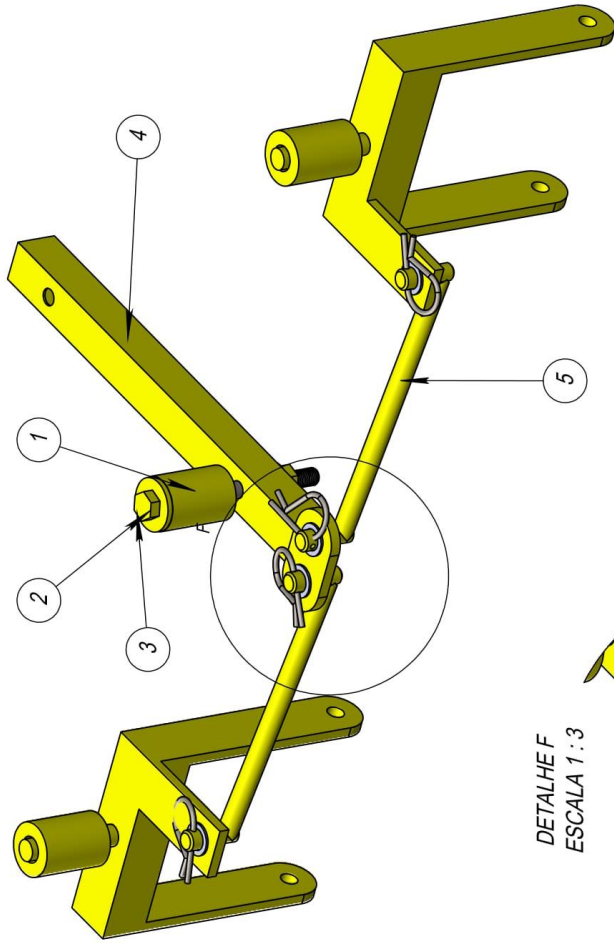
TÍTULO: Chapa prateleira\_3

DES. Nº: PMT\_28 A4

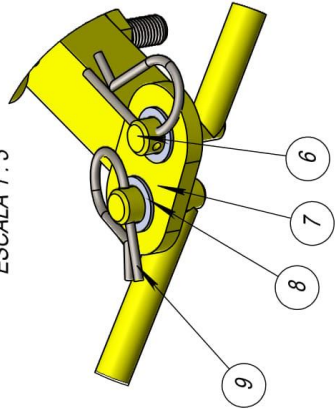
PESO: 0,374 kg ESCALA: 1:20 FOLHA 1 DE 1



Tolerâncias não especificadas			
Até 6mm	+/-0,1	acima de 70 até 600	+/-0,5
acima de 6 até 30	+/-0,2	acima de 600 até 1000	+/-0,8
acima de 30 até 120	+/-0,3	acima de 1000	+/-1,2
Tolerâncias angulares +/- 1°			



DETALHE F  
ESCALA 1:3

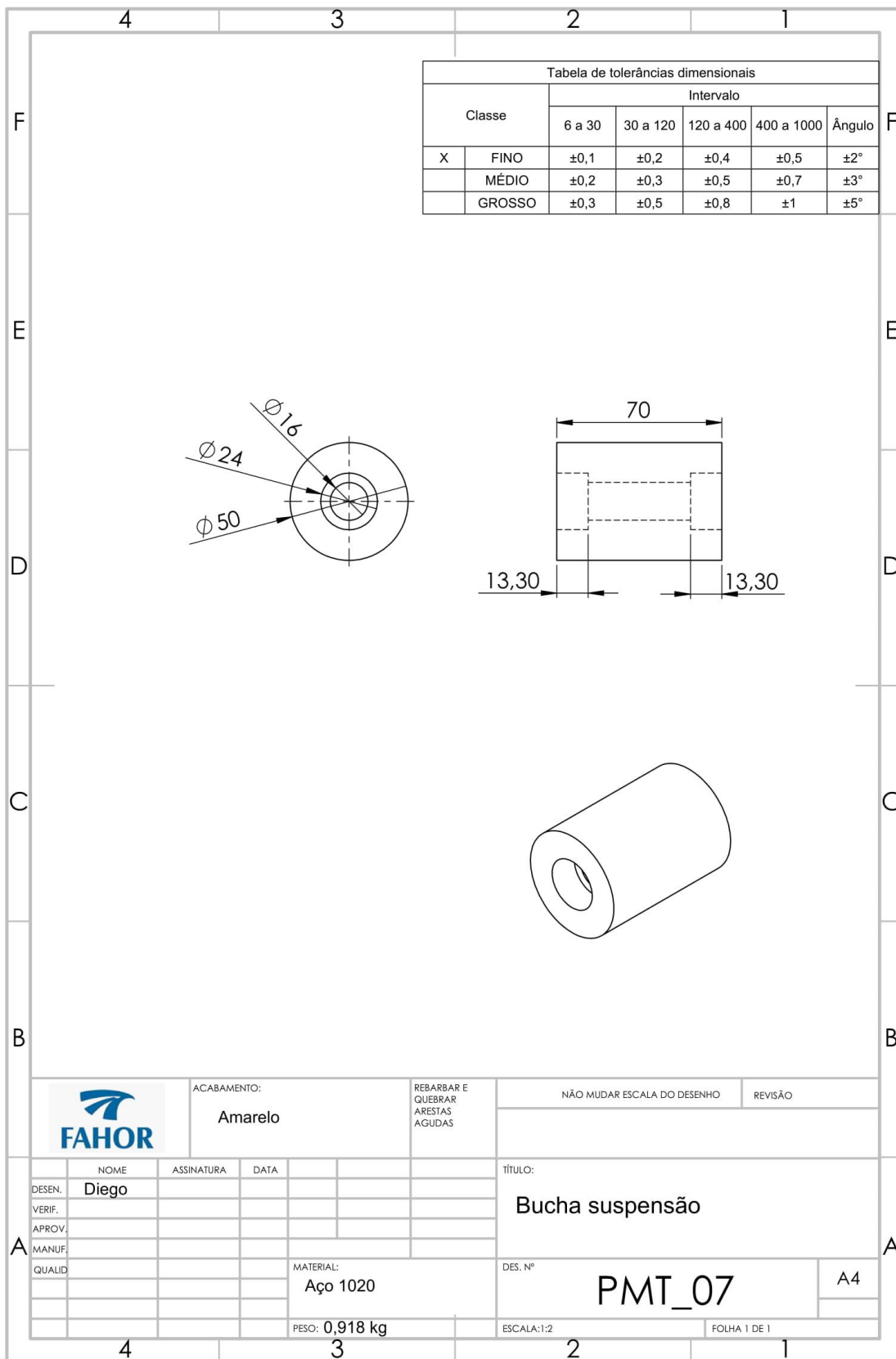


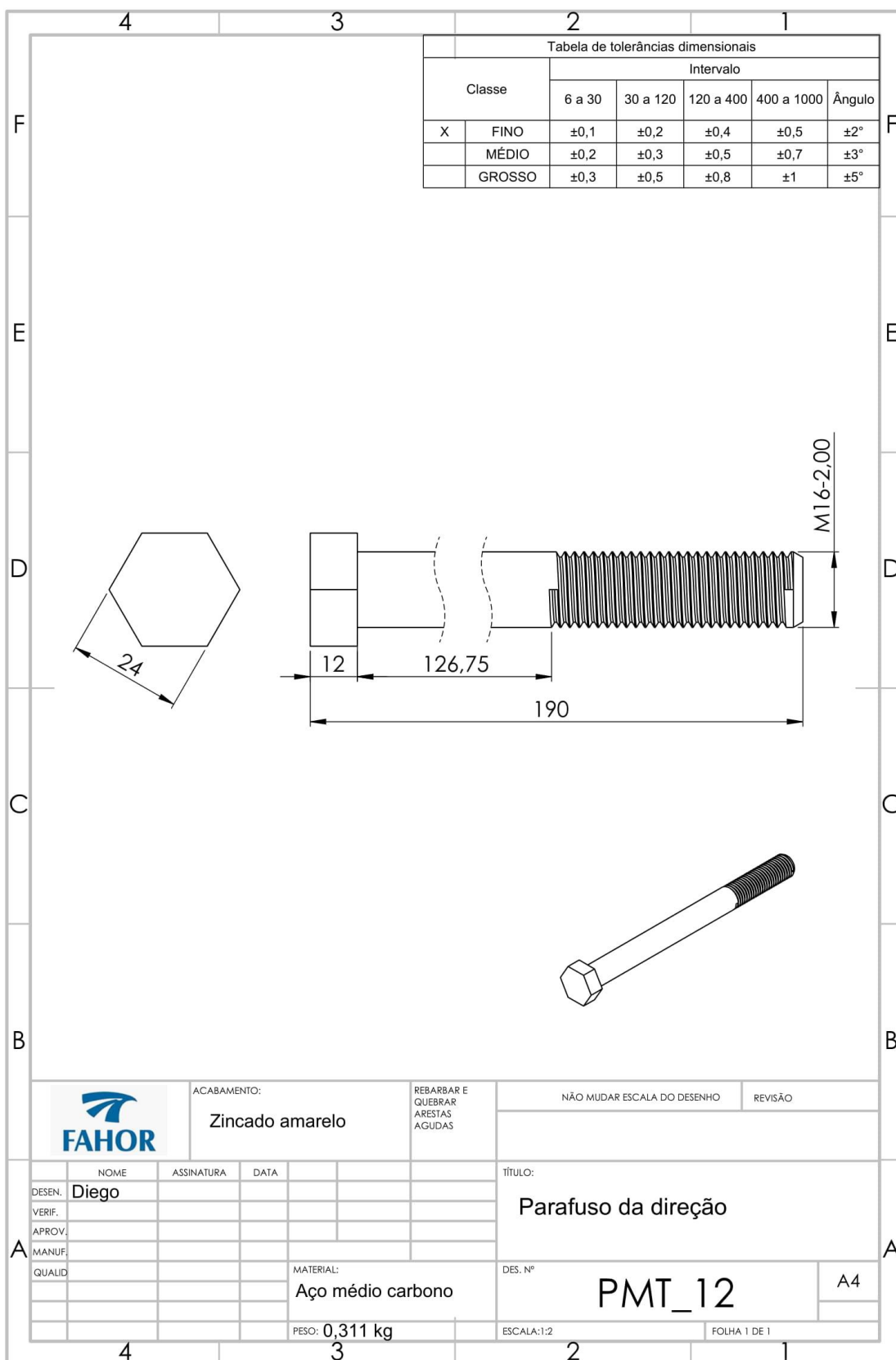
Nº item	Código	Descrição	Quantidade
1	PMT_07	Bucha da suspensão	3
2	PMT_12	Parafuso direção	1
3	PMT_15	Arruela_1	2
4	PMT_13	Tubo direção	1
5	PMT_17	Baara direção	2
6	PMT_16	Pino direção	4
7	PMT_18	Elo de ligação	1
8	PMT_39	Arruela pino da direção	8
9	PMT_38	Pino "R"	4

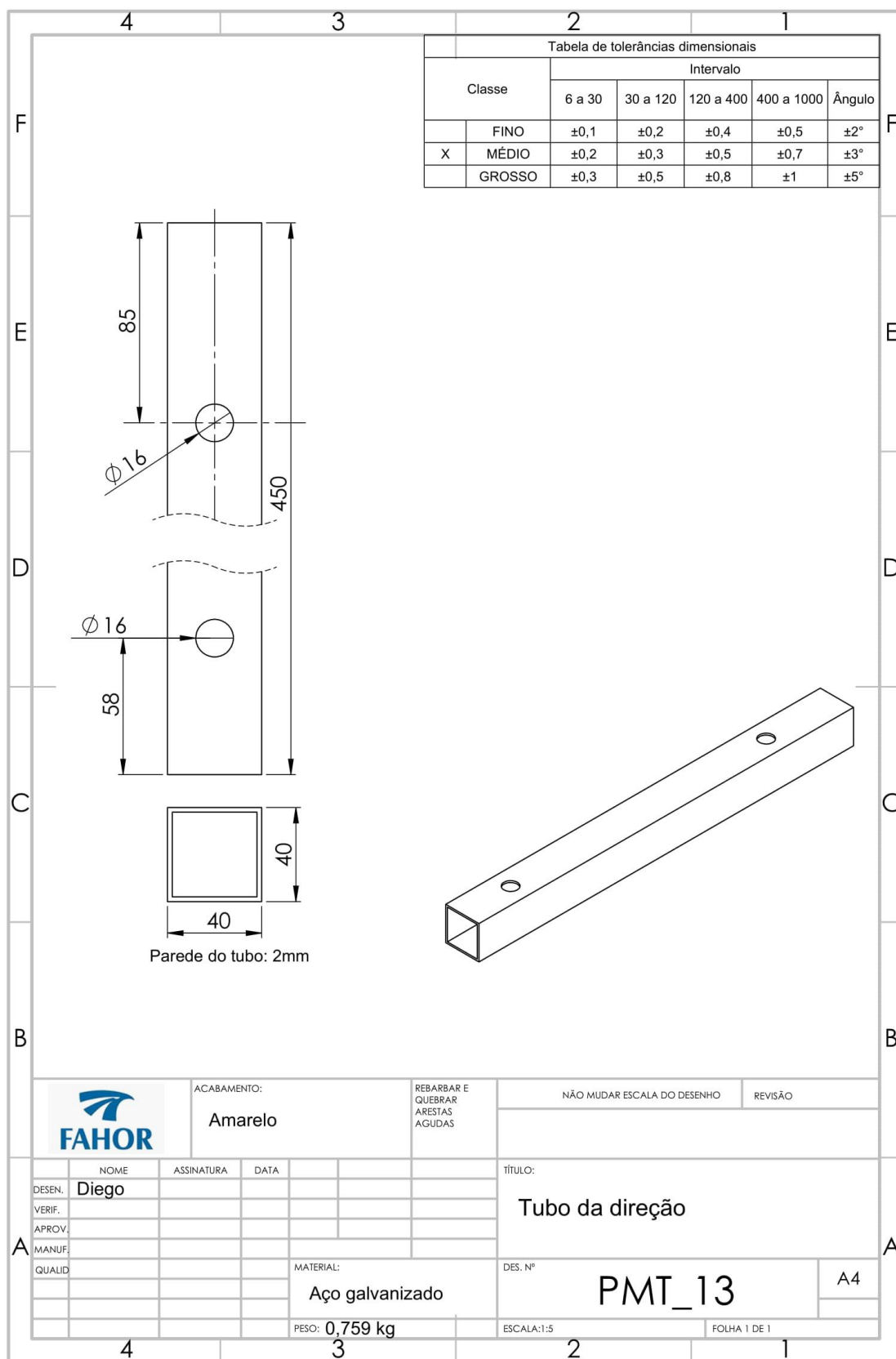
ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE NOSSA PROPRIEDADE E SO PODEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.



DESENHADO POR: Diego	DATA:	DESCRÇÃO	POR	APROV.
PESO:	ERA:	DENOMINAÇÃO:		
MATERIAL REF:	SIMILAR:	CÓDIGO:		
MATERIAL:	REVISÃO:	ESCALA:	VERSÃO:	A4 FOLHA







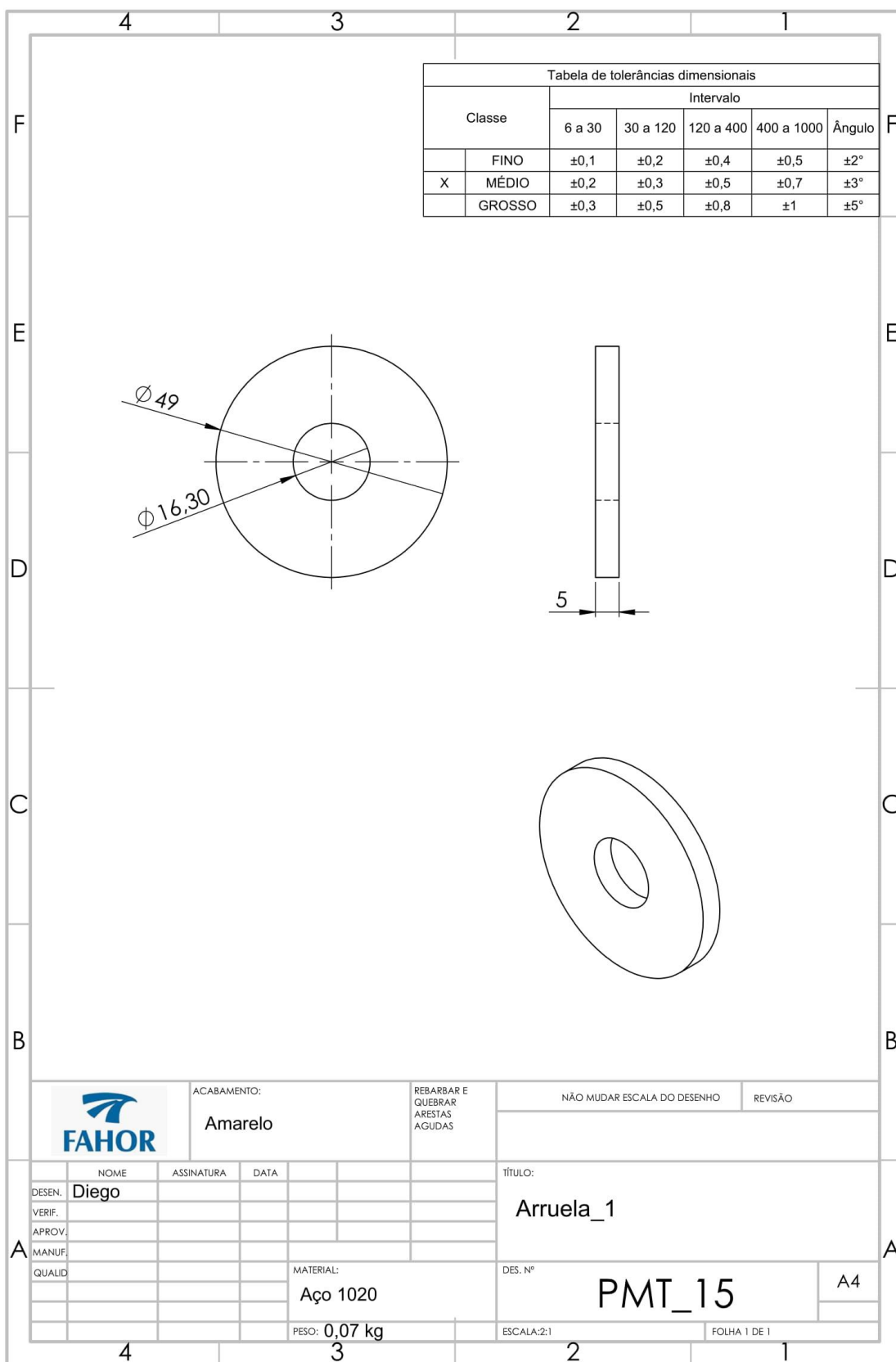
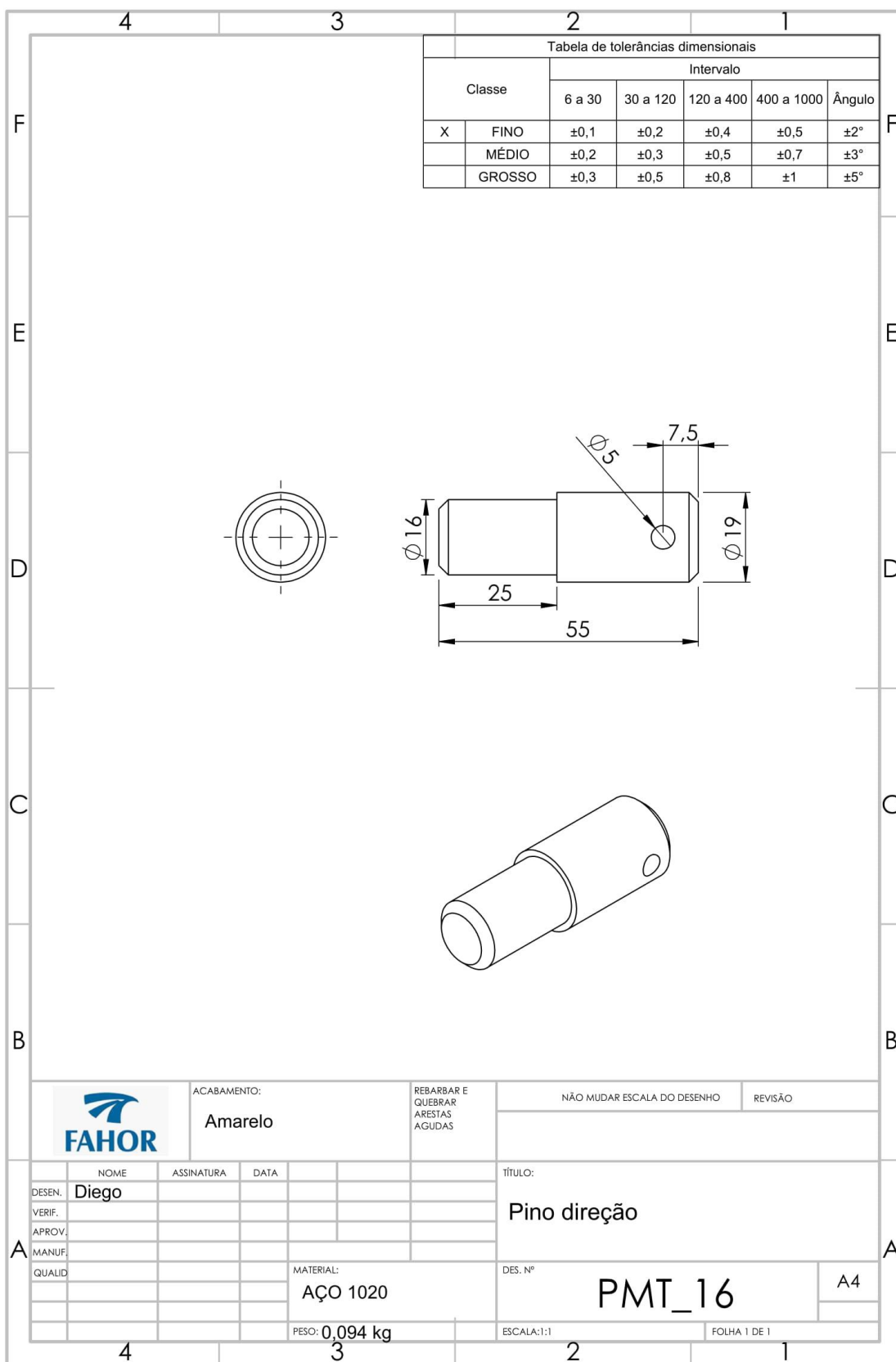
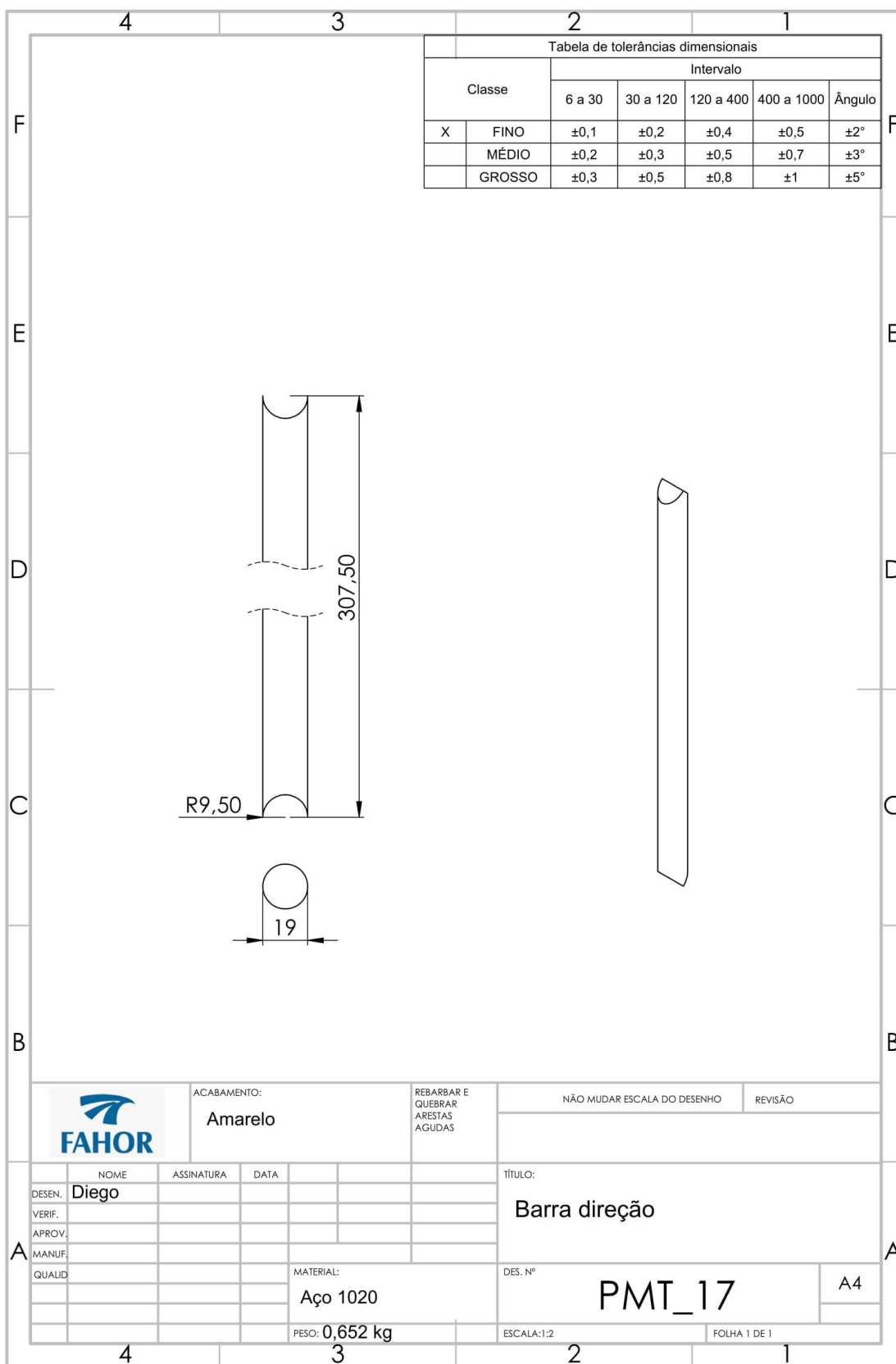


Tabela de tolerâncias dimensionais						
Classe	Intervalo					
	6 a 30	30 a 120	120 a 400	400 a 1000	Ângulo	
	FINO	±0,1	±0,2	±0,4	±0,5	±2°
X	MÉDIO	±0,2	±0,3	±0,5	±0,7	±3°
	GROSSO	±0,3	±0,5	±0,8	±1	±5°

		ACABAMENTO: <b>Amarelo</b>	REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS	NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	REVISÃO
DESEN.	NOME <b>Diego</b>	ASSINATURA	DATA	TÍTULO: <b>Arruela_1</b>	
VERIF.					
APROV.					
MANUF.					
QUALID				DES. Nº <b>PMT_15</b>	<b>A4</b>
			MATERIAL: <b>Aço 1020</b>	ESCALA:2:1	FOLHA 1 DE 1
			PESO: <b>0,07 kg</b>		







ACABAMENTO:  
**Amarelo**

REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO REVISÃO

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	Diego		
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

TÍTULO:  
**Barra direção**

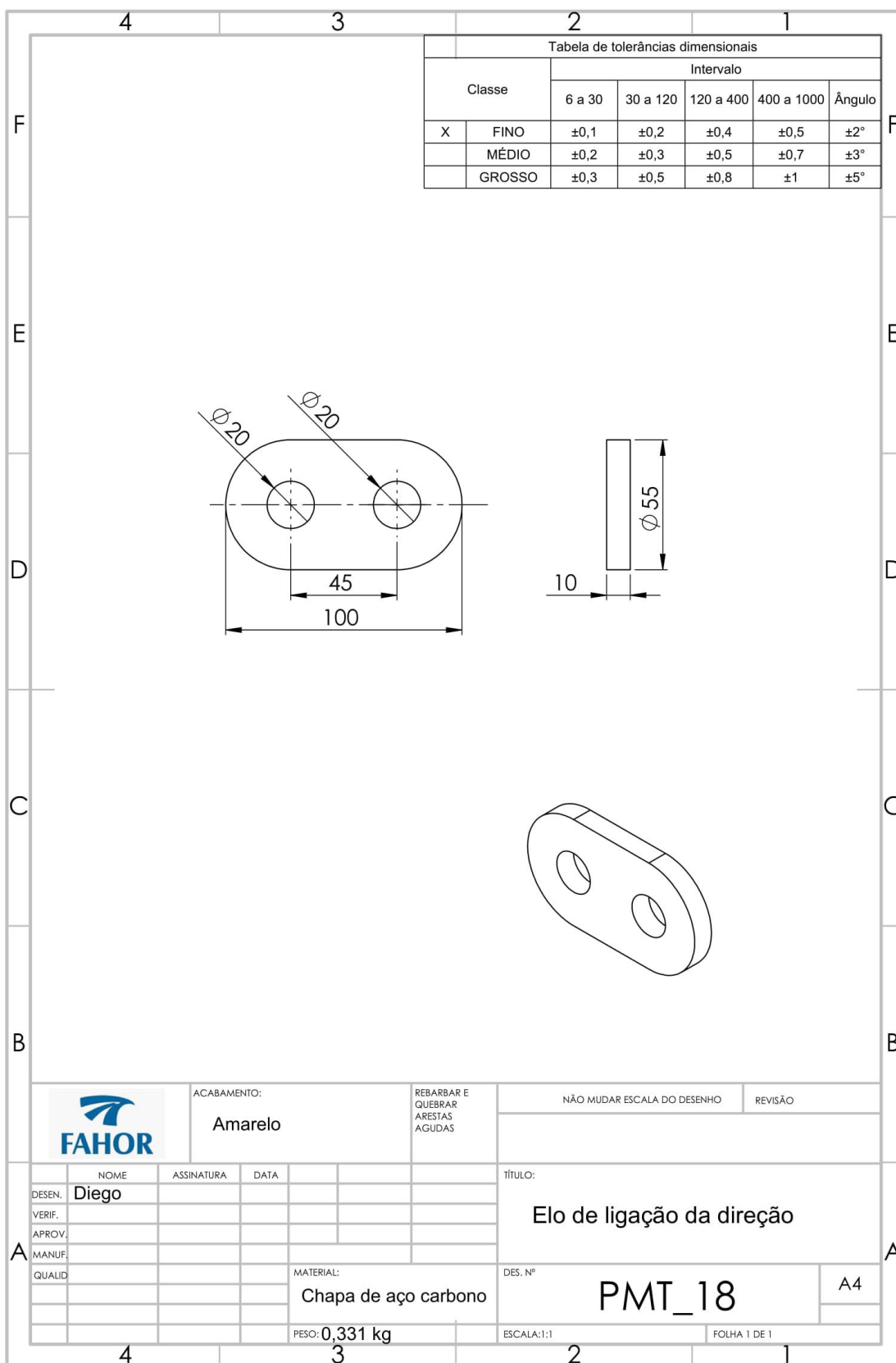
DES. Nº  
**PMT\_17**

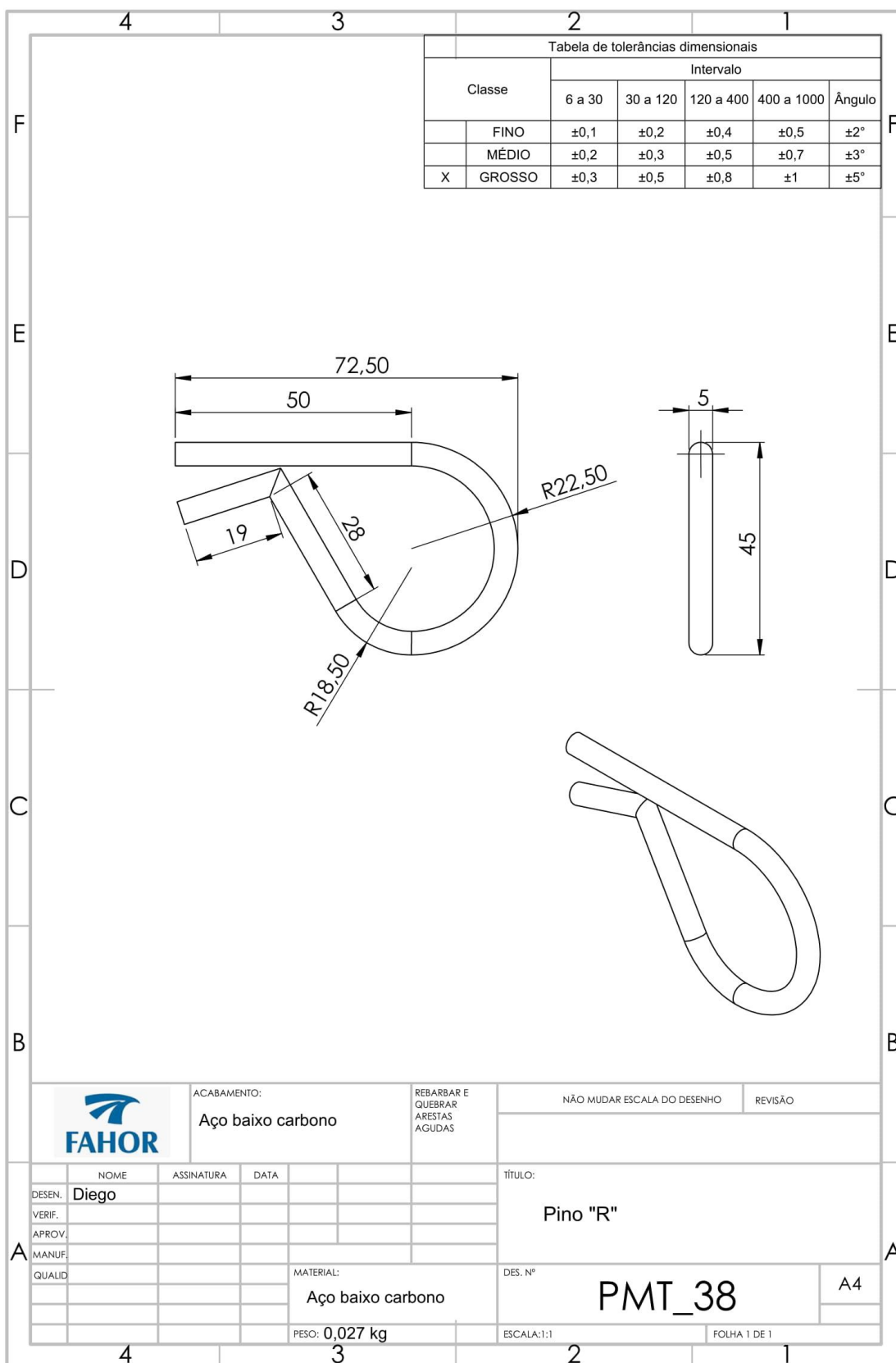
ESCALA:1:2 FOLHA 1 DE 1

MATERIAL:  
**Aço 1020**

PESO: **0,652 kg**

A4





ACABAMENTO:  
Aço baixo carbono

REBARBAR E QUEBRAR  
ARESTAS AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	Diego		
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

TÍTULO: Pino "R"
DES. Nº PMT_38
ESCALA:1:1
FOLHA 1 DE 1

MATERIAL:  
Aço baixo carbono

PESO: 0,027 kg

A4

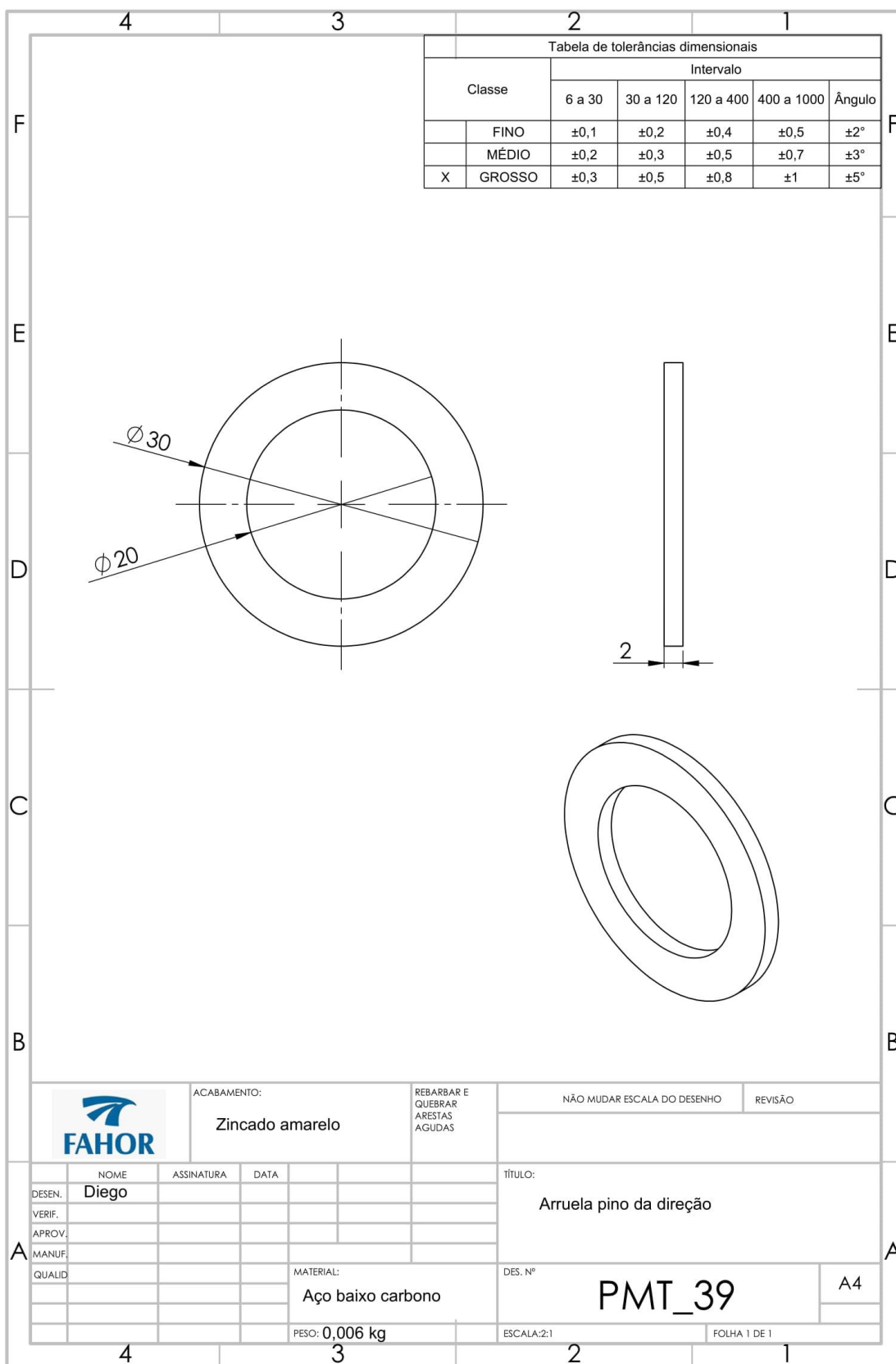


Tabela de tolerâncias dimensionais						
Classe	Intervalo					
	6 a 30	30 a 120	120 a 400	400 a 1000	Ângulo	
FINO	±0,1	±0,2	±0,4	±0,5	±2°	
MÉDIO	±0,2	±0,3	±0,5	±0,7	±3°	
X GROSSO	±0,3	±0,5	±0,8	±1	±5°	



ACABAMENTO:  
**Zincado amarelo**

REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO REVISÃO

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	Diego		
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

TÍTULO:  
**Arruela pino da direção**

DES. Nº  
**PMT\_39**

ESCALA:2:1 FOLHA 1 DE 1

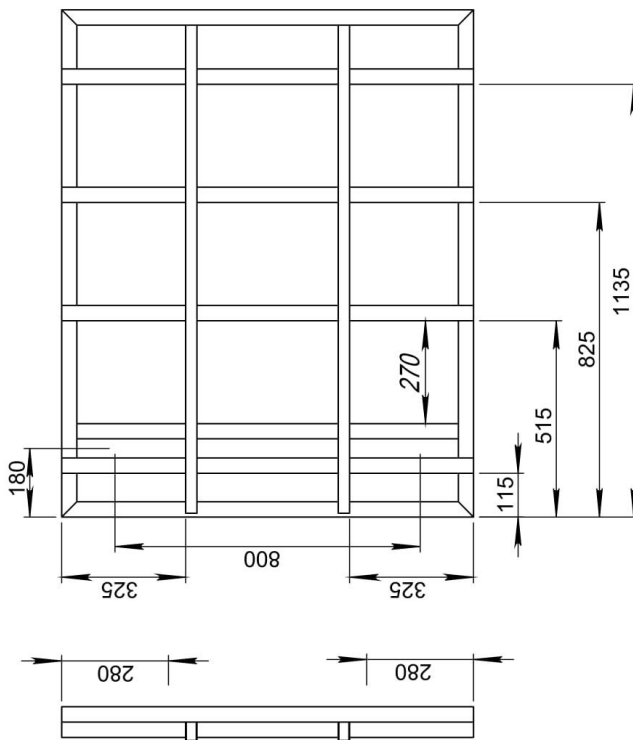
MATERIAL:  
**Aço baixo carbono**

PESO: 0,006 kg

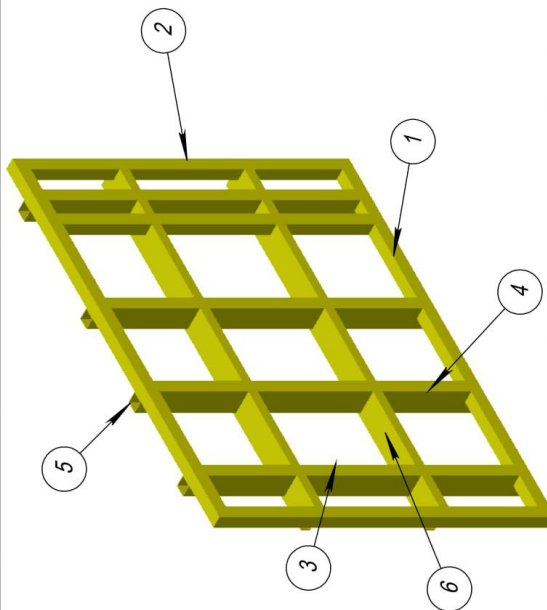
A4

Tolerâncias não especificadas			
Até 6mm	+/- 0,1	acima de 10 até 40	+/- 0,5
acima de 6 até 30	+/- 0,2	acima de 60 até 100	+/- 0,8
acima de 30 até 100	+/- 0,3	acima de 100	+/- 1,2

Tolerâncias angulares +/- 1°



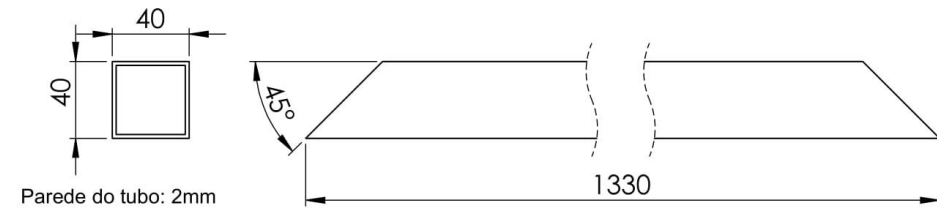
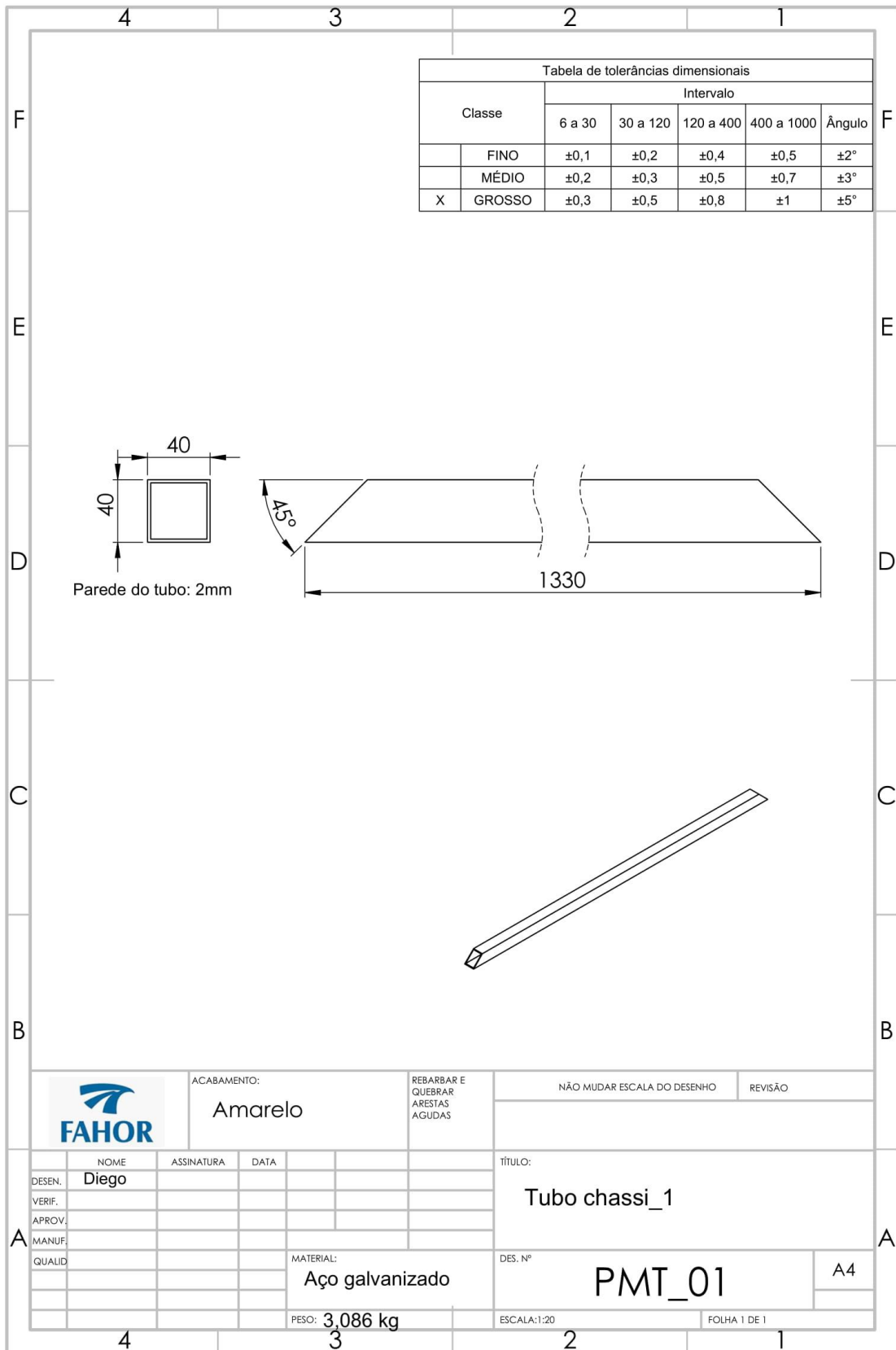
Nº item	Código	Descrição	Quantidade
1	PMT_01	Tubo chassi_1	2
2	PMT_02	Tubo chassi_2	2
3	PMT_06	Tubo chassi_6	9
4	PMT_04	Tubo chassi_4	10
5	PMT_05	Tubo chassi_5	8
6	PMT_03	Tubo chassi_3	2



ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE NOSSA PROPRIEDADE E SO PODEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.



MÉTRICO	CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV.
DESENHADO POR: Diego	DENOMINAÇÃO:					
PESO:	ERA:	SIMILAR:				CÓDIGO: CHASSI
MATERIAL REF:	ESCALA:				REVISÃO:	VERSÃO:
MATERIAL :					A4	FOLHA:



ACABAMENTO: Amarelo

REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

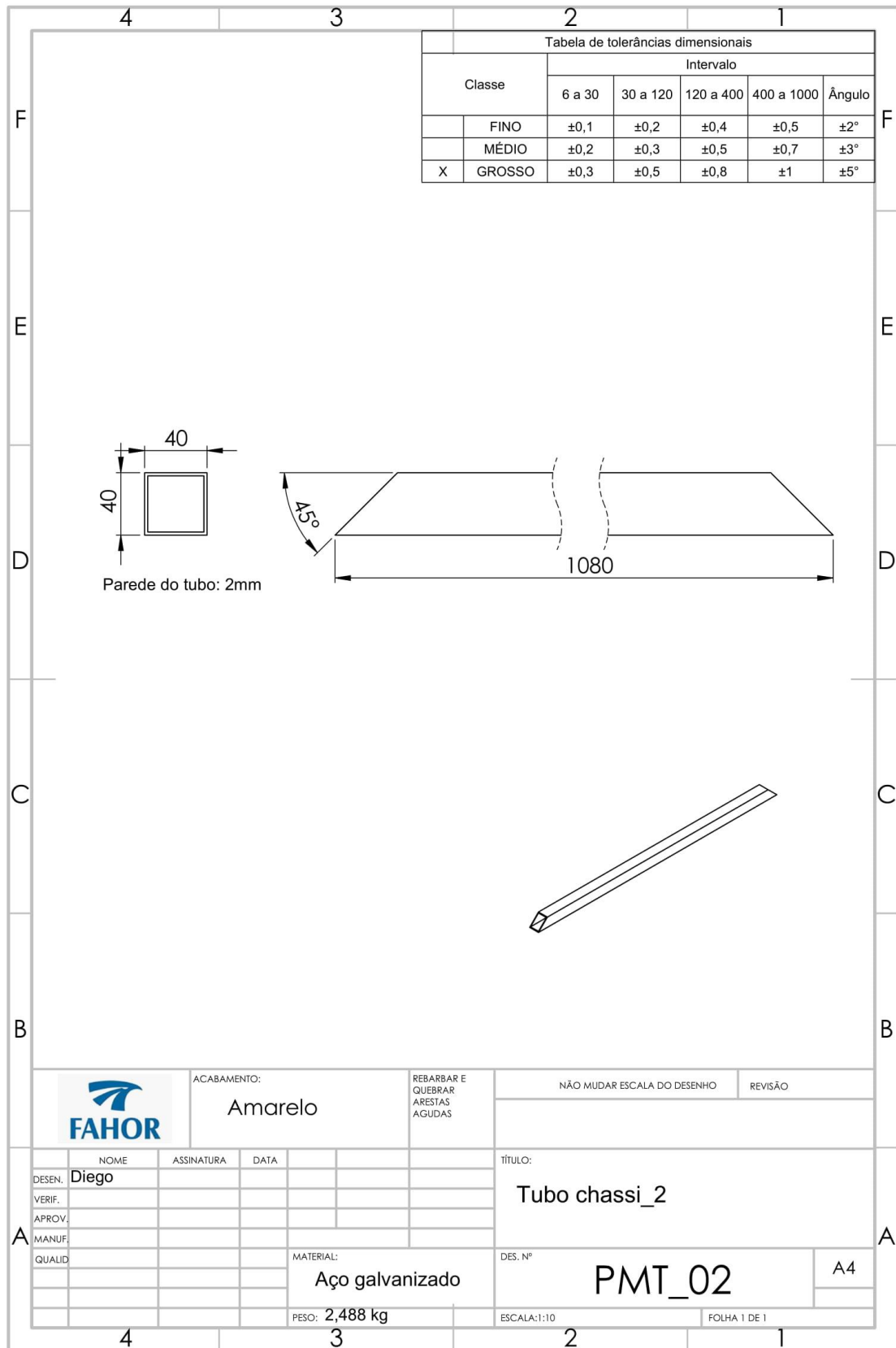
NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO REVISÃO

DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA
	Diego		
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

TÍTULO: Tubo chassi\_1

DES. Nº: PMT\_01 A4

PESO: 3,086 kg ESCALA: 1:20 FOLHA 1 DE 1



ACABAMENTO: Amarelo

REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO REVISÃO

NOME	ASSINATURA	DATA
Diego		
DESEN.		
VERIF.		
APROV.		
MANUF.		
QUALID		

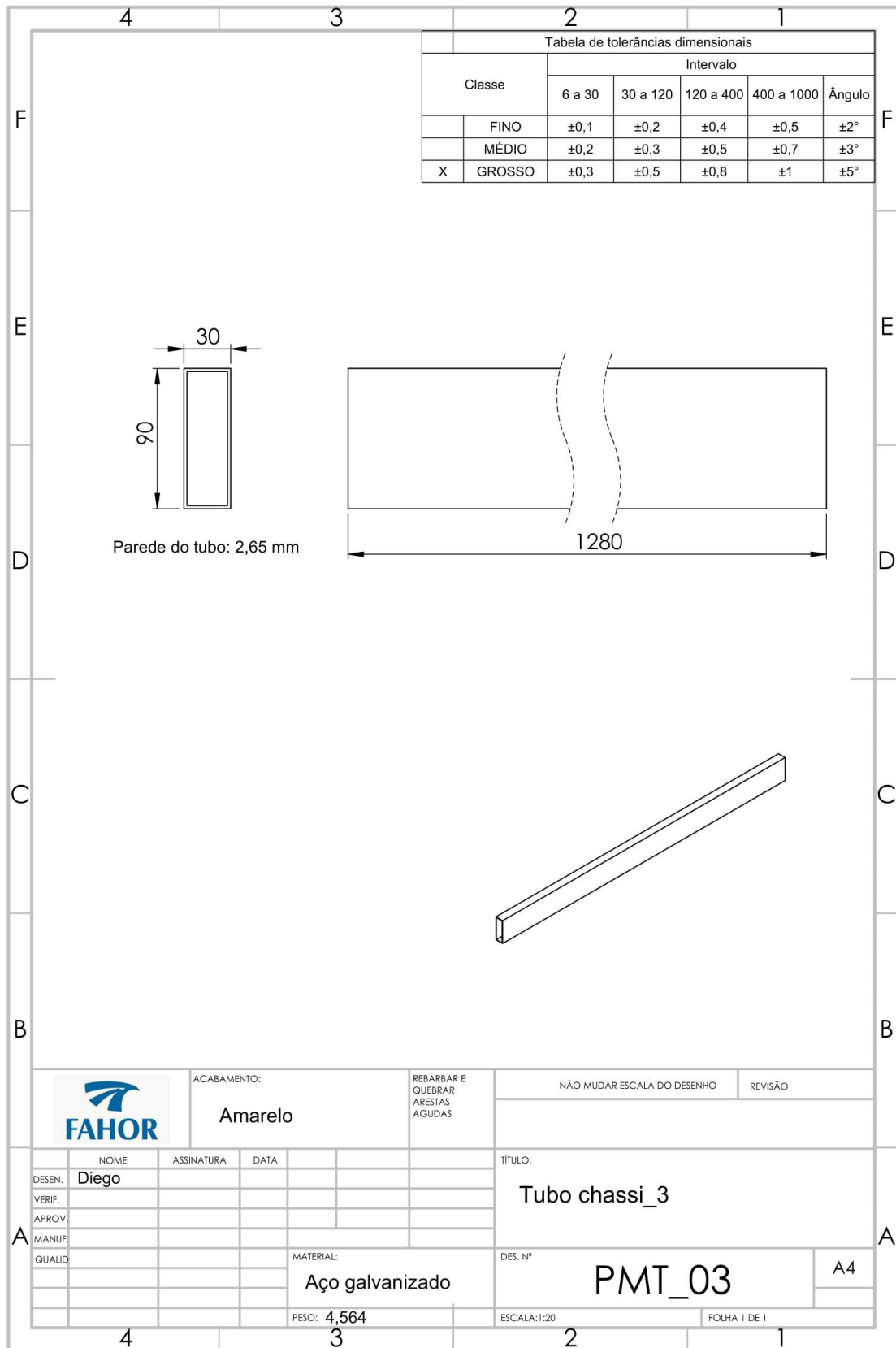
TÍTULO: Tubo chassi\_2

MATERIAL: Aço galvanizado

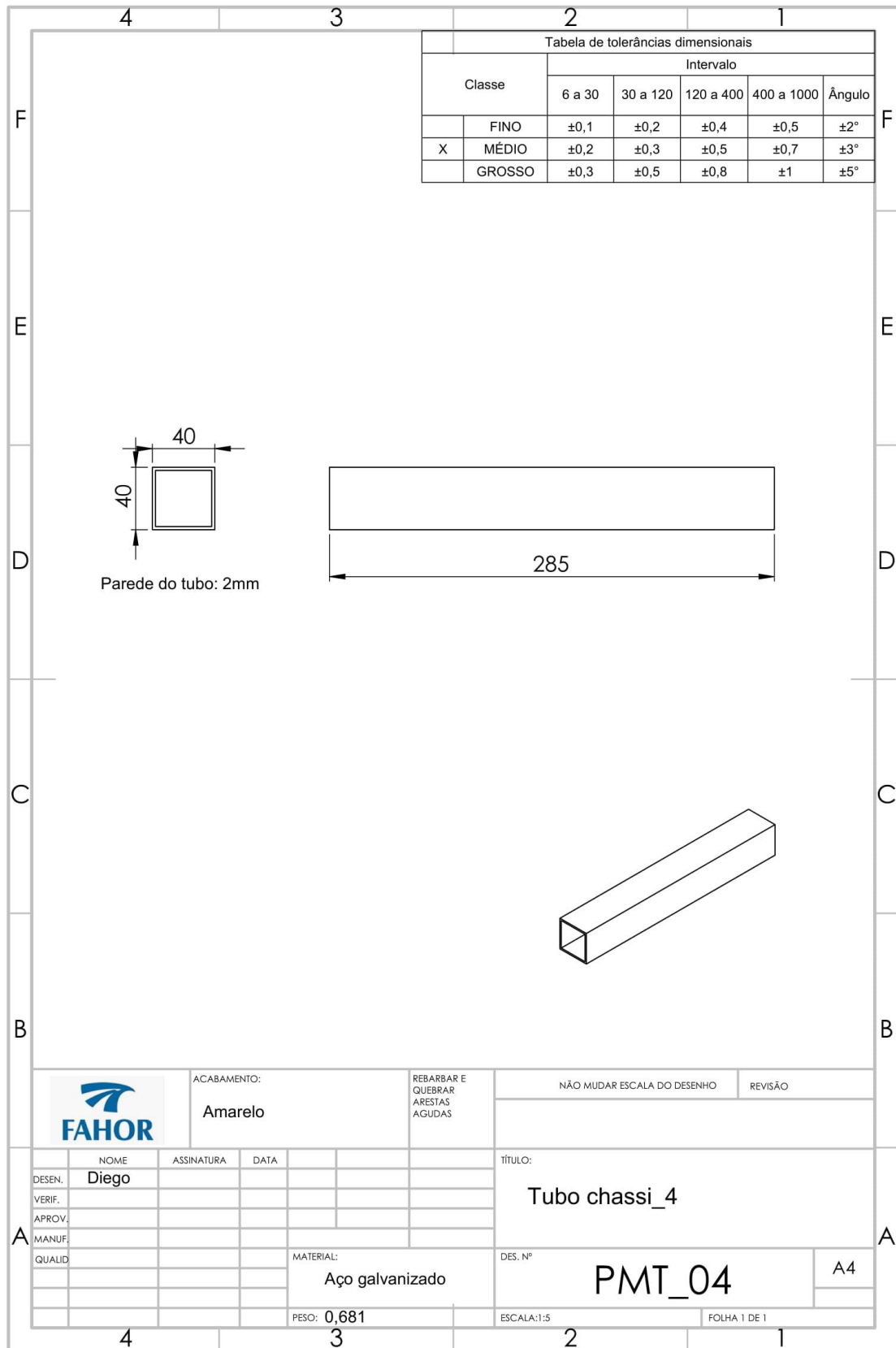
DES. Nº PMT\_02 A4

PESO: 2,488 kg

ESCALA:1:10 FOLHA 1 DE 1







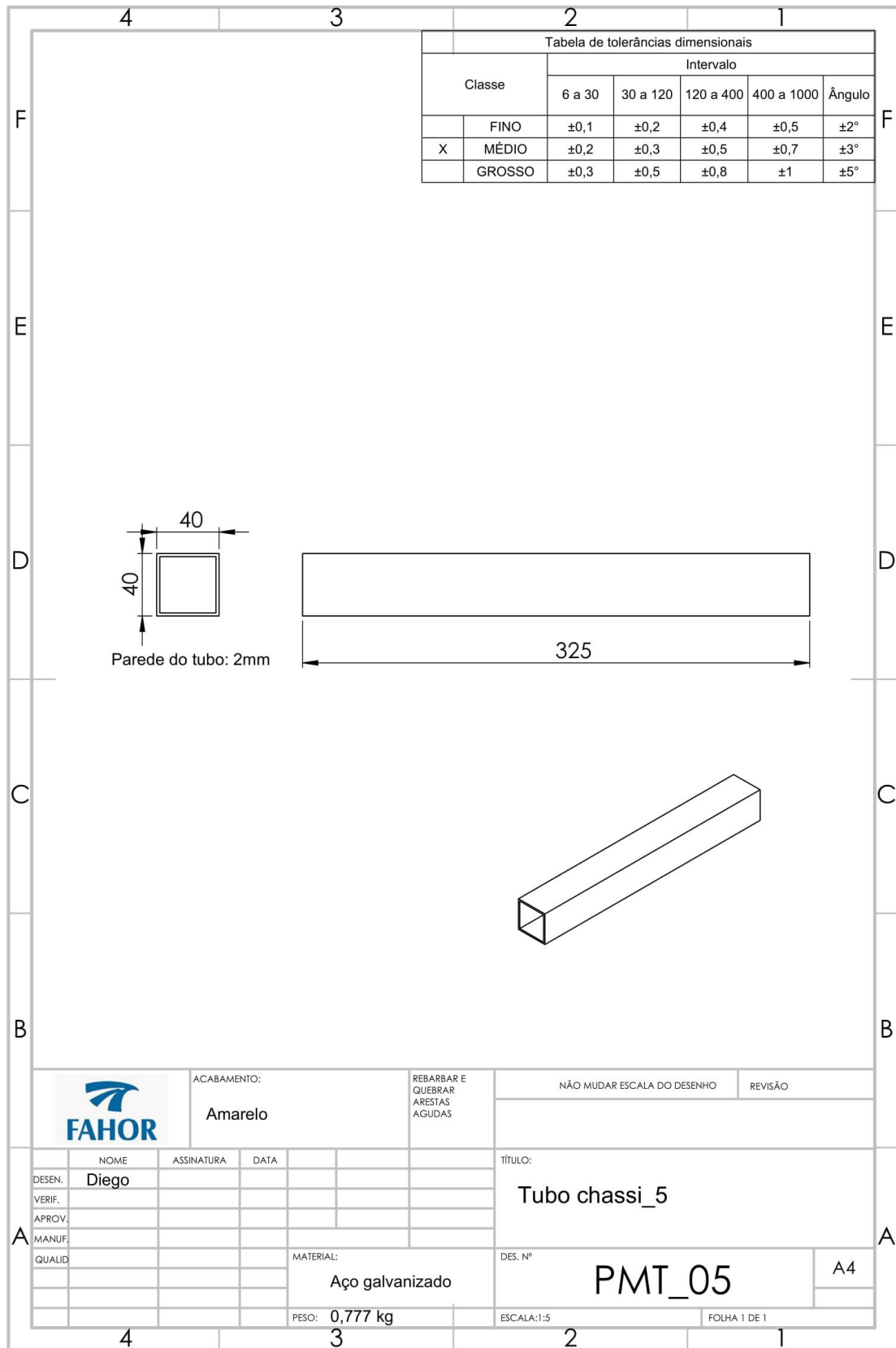
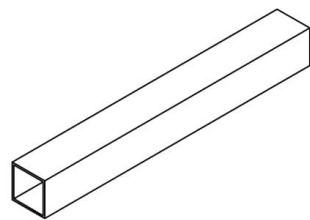
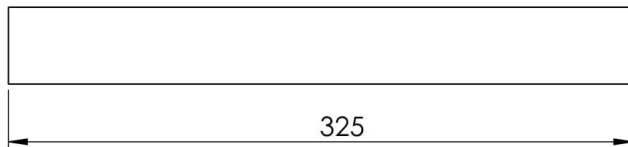
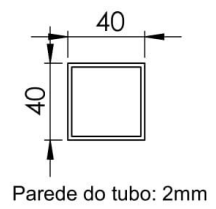


Tabela de tolerâncias dimensionais						
Classe	Intervalo					Ângulo
	6 a 30	30 a 120	120 a 400	400 a 1000		
	FINO	±0,1	±0,2	±0,4	±0,5	±2°
X	MÉDIO	±0,2	±0,3	±0,5	±0,7	±3°
	GROSSO	±0,3	±0,5	±0,8	±1	±5°



ACABAMENTO:  
**Amarelo**

REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

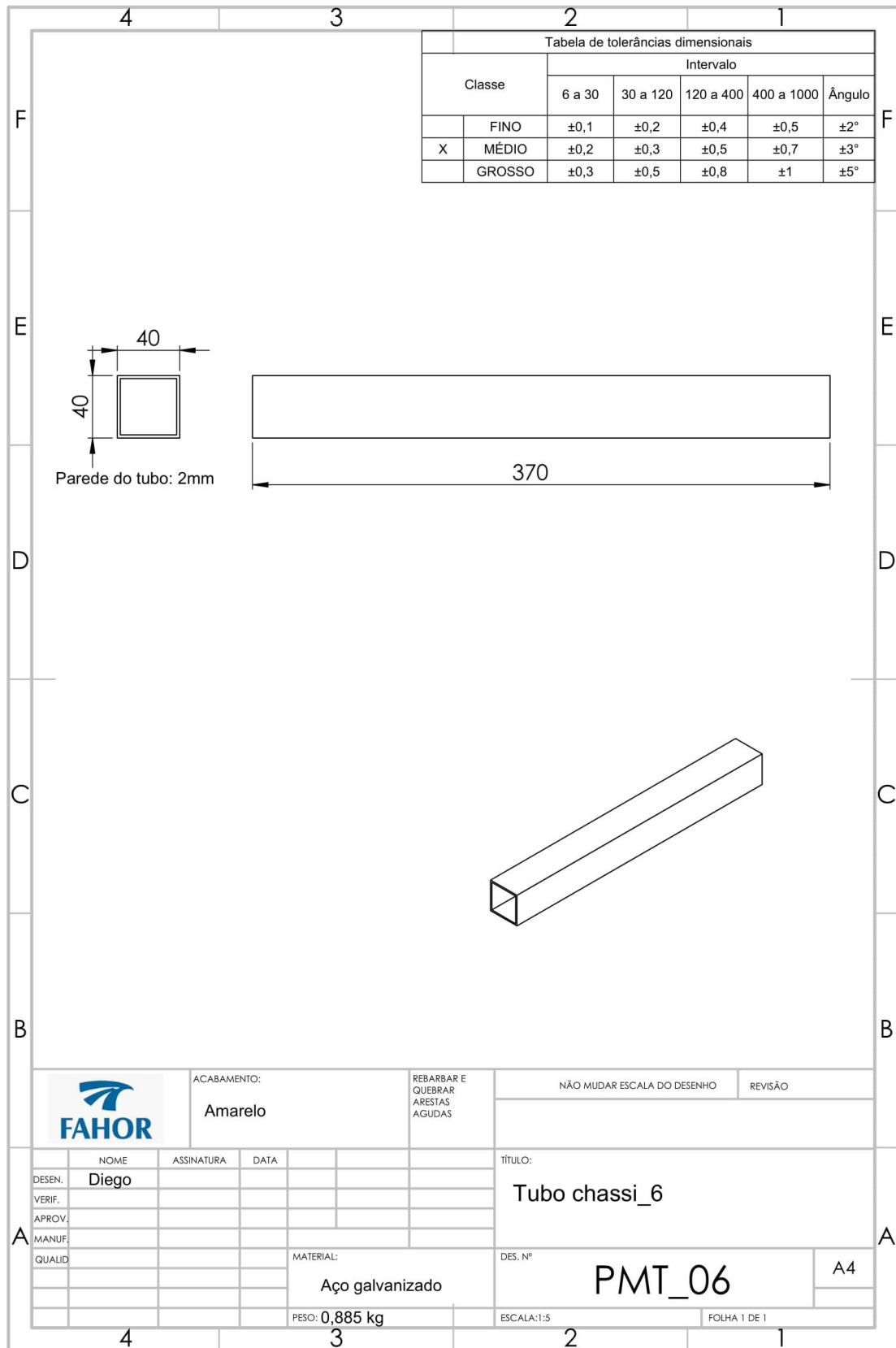
NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO REVISÃO

NOME	ASSINATURA	DATA			
DESEN. <b>Diego</b>					
VERIF.					
APROV.					
MANUF.					
QUALID					

TÍTULO:  
**Tubo chassi\_5**

DES. Nº **PMT\_05** A4

PESO: **0,777 kg** ESCALA:1:5 FOLHA 1 DE 1



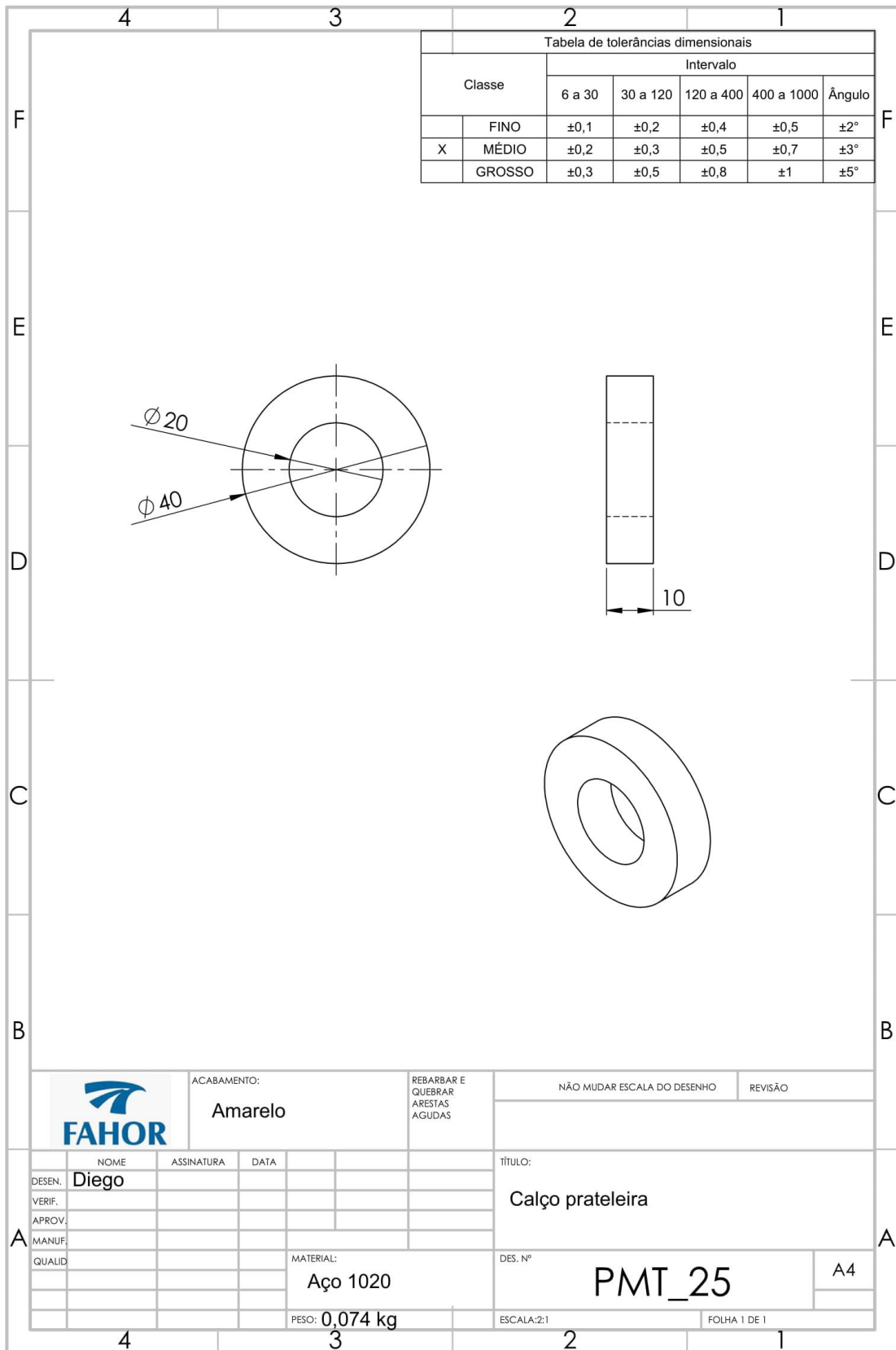
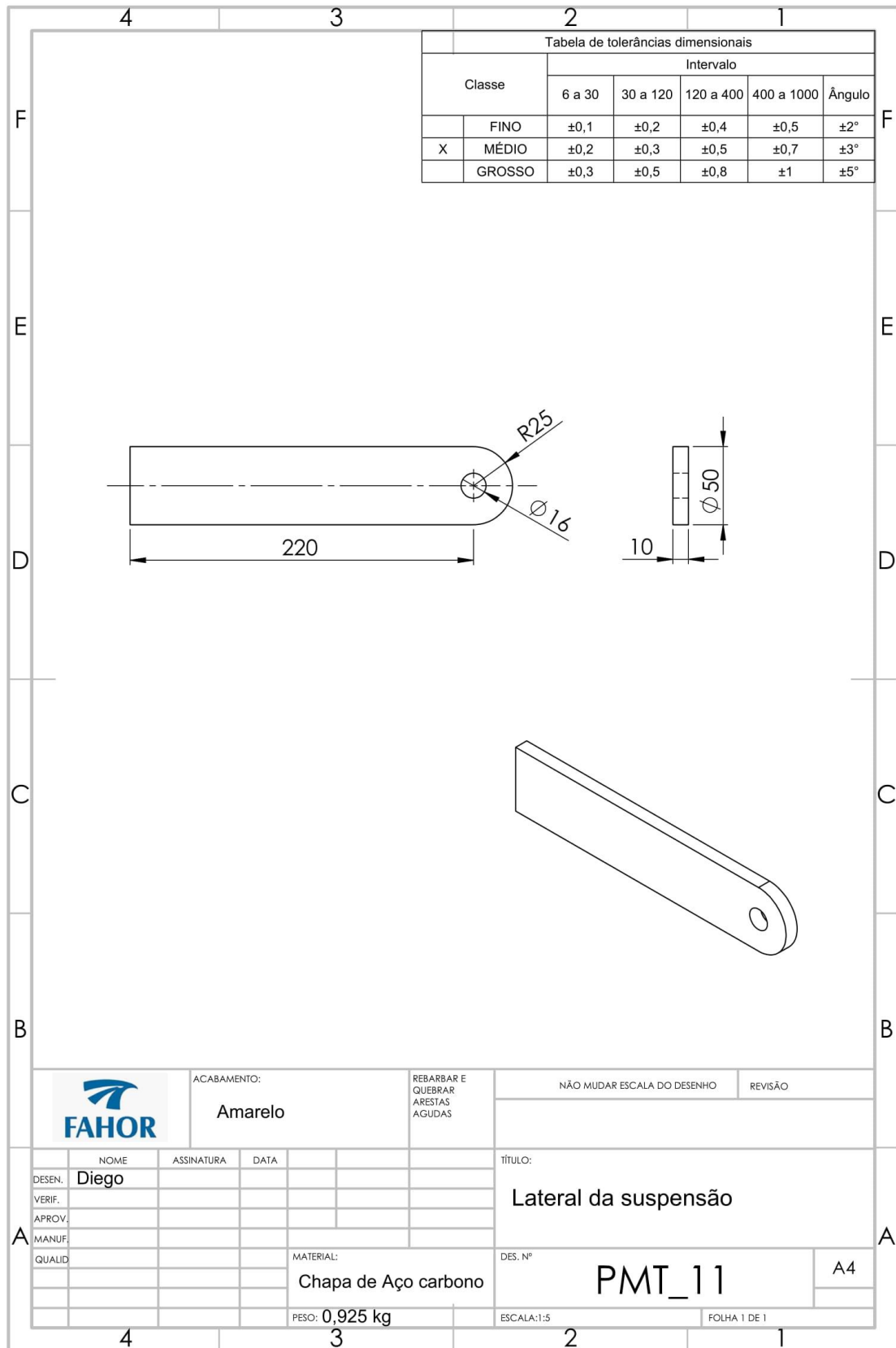
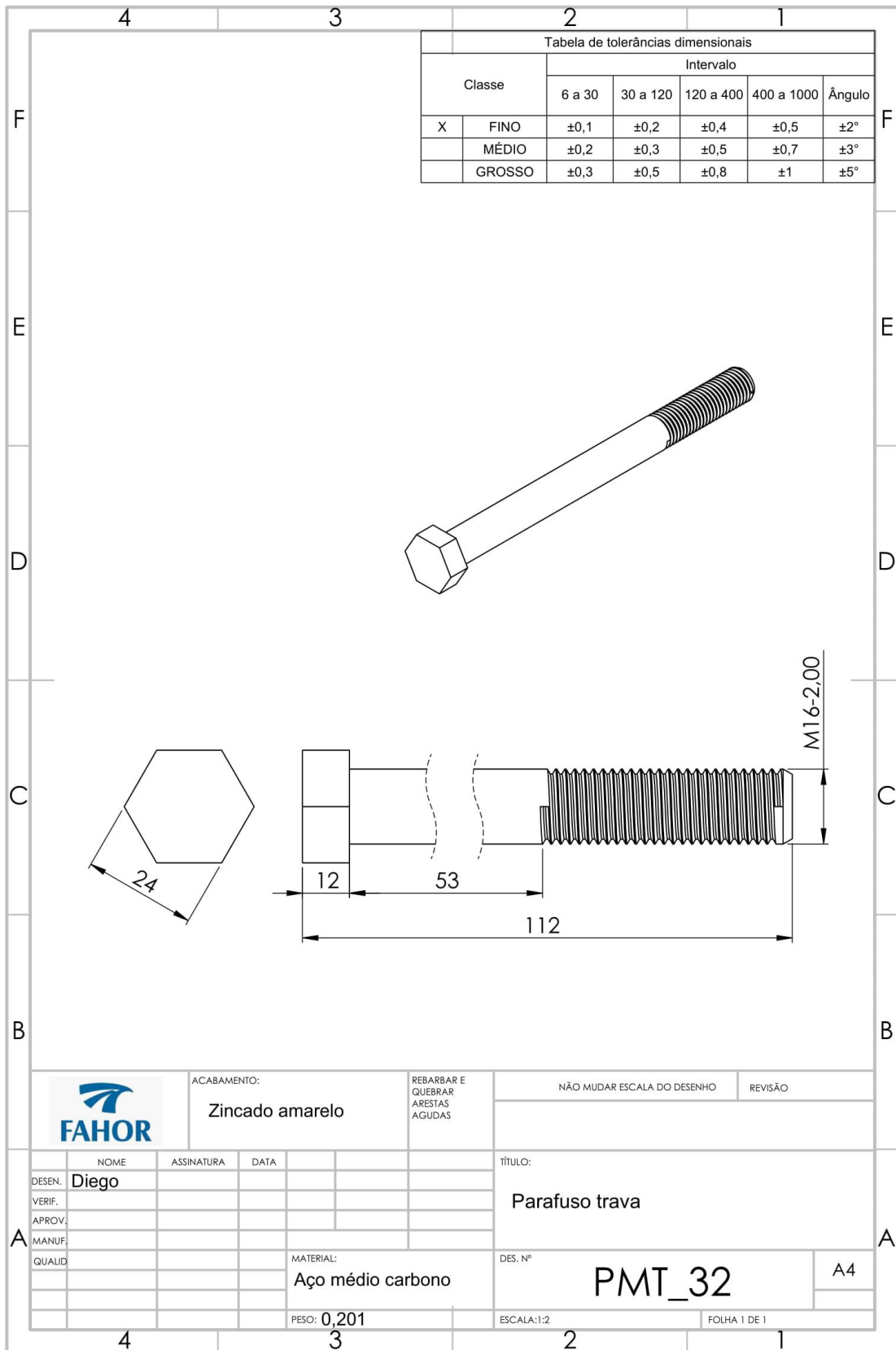
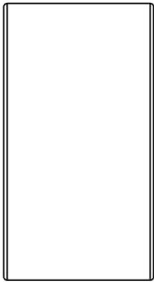
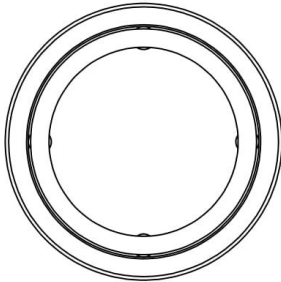
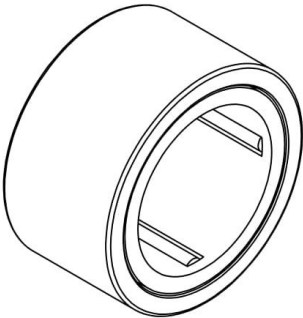



Tabela de tolerâncias dimensionais						
Classe	Intervalo					
	6 a 30	30 a 120	120 a 400	400 a 1000	Ângulo	
	FINO	±0,1	±0,2	±0,4	±0,5	±2°
X	MÉDIO	±0,2	±0,3	±0,5	±0,7	±3°
	GROSSO	±0,3	±0,5	±0,8	±1	±5°

	ACABAMENTO:		REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS	NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	REVISÃO
	Amarelo				
DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA	TÍTULO:	
VERIF.	Diego			Calço prateleira	
APROV.				DES. Nº	
MANUF.				PMT_25	
QUALID				A4	
MATERIAL:			ESCALA:2:1		
Aço 1020			FOLHA 1 DE 1		
PESO: 0,074 kg					


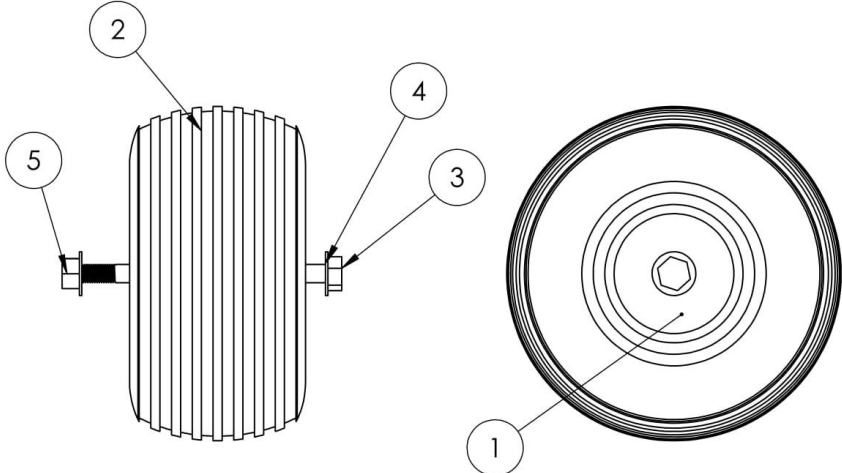




4	3	2	1
F			F
E			E
D			D
C			C
B			B
		ACABAMENTO: <b>Não possui acabamento superficial</b>	REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	REVISÃO
DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA
VERIF.	Diego		
APROV.			
MANUF.			
QUALID			
		MATERIAL:	
		PESO: 0,05 kg	
		ESCALA: 2:1	FOLHA 1 DE 1
		TÍTULO:	
		Rolamento Inafag 16x24x13	
		DES. Nº	A4
		<b>PMT_14</b>	
4	3	2	1
A			A

Nº item	Código	Descrição	Quantidade
1	PMT_37	Aro	1
2	PMT_36	Pneu	1
3	PMT_31	Parafuso da roda	1
4	PMT_24	Arruela	2
5	PMT_33	Porca sextavada	1

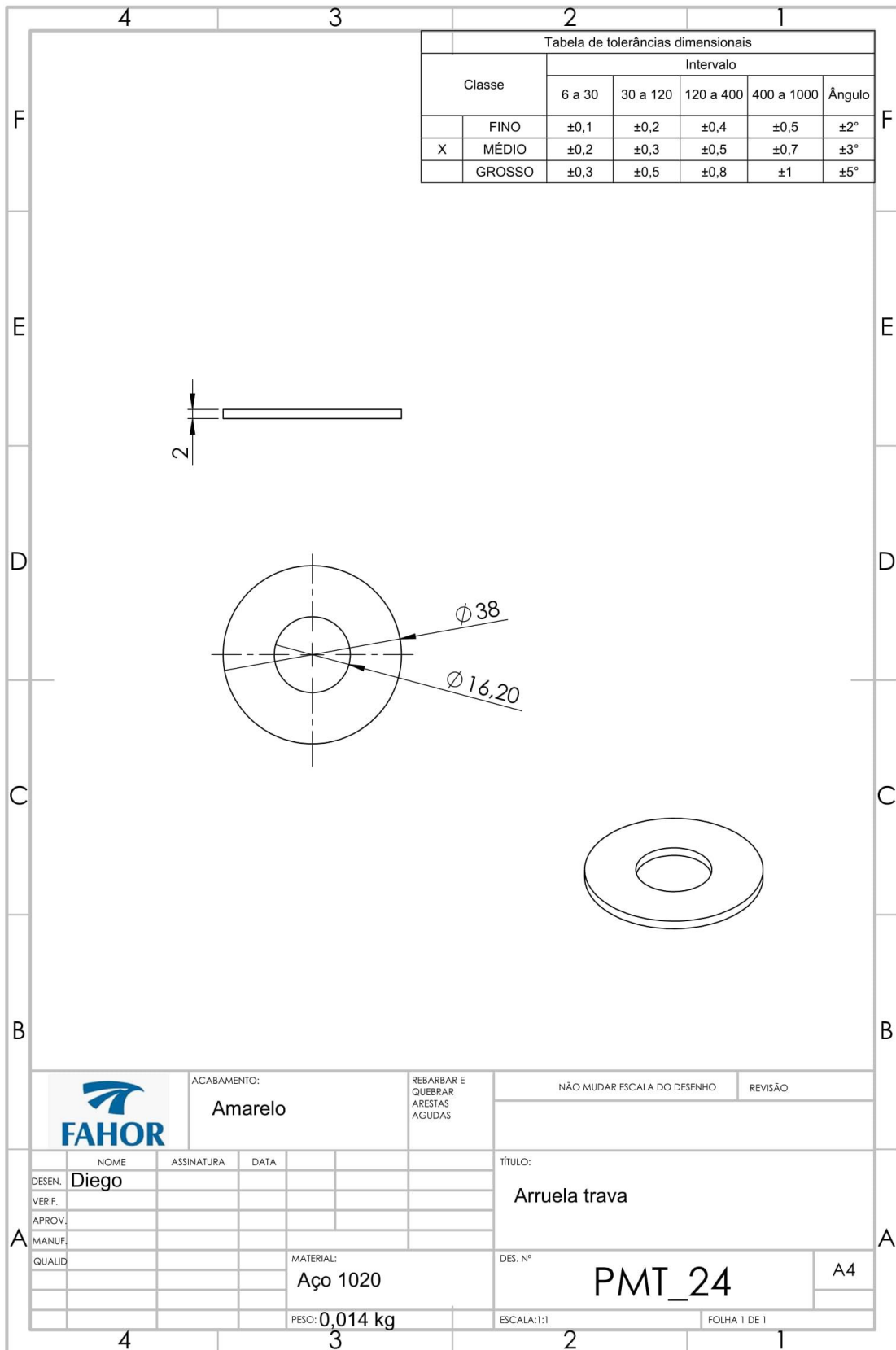
  

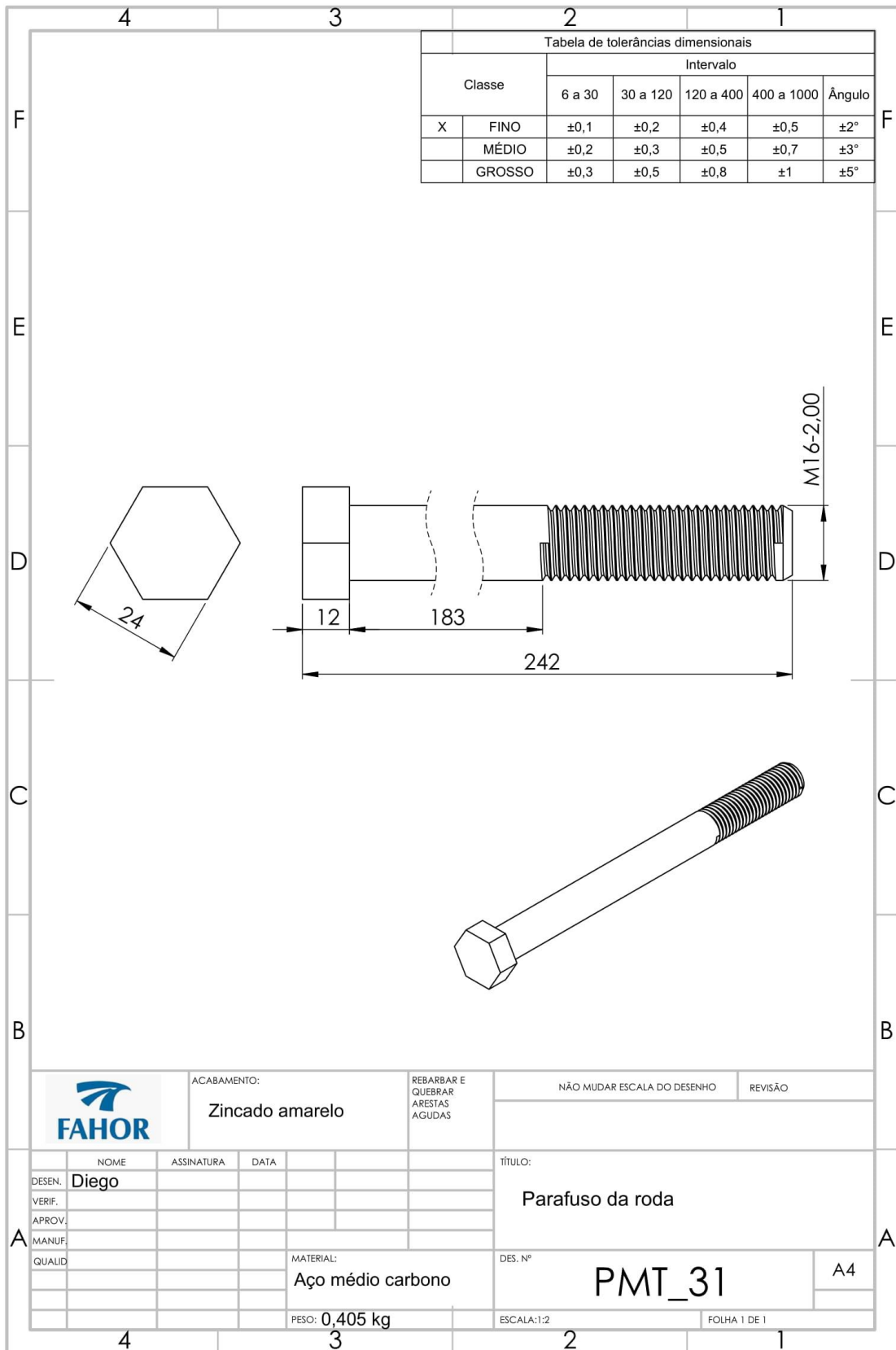



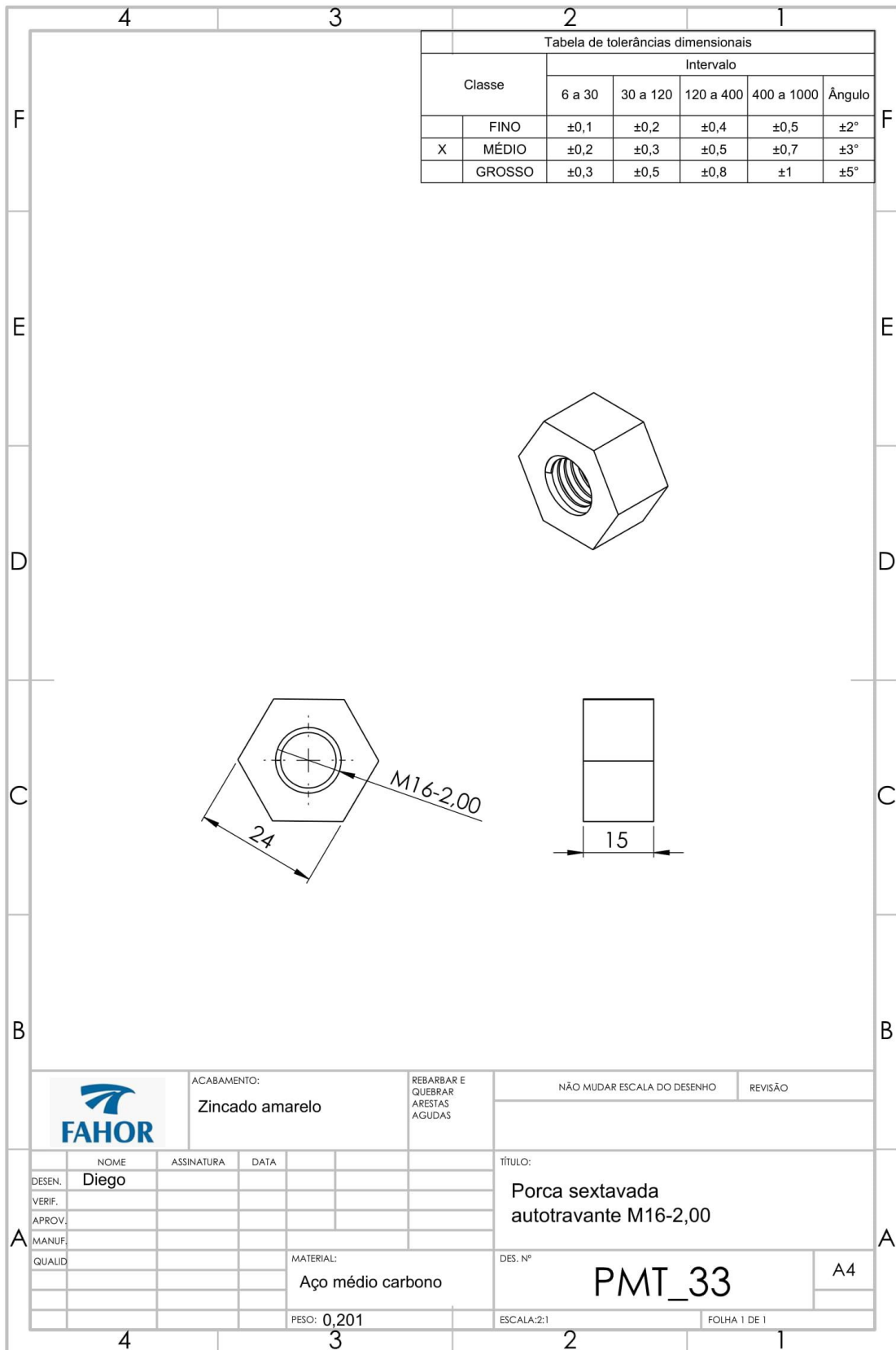
SE NÃO ESPECIFICADO: DIMENSÕES EM MILÍMETROS ACABAM. SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS: LINEAR: ANGULAR:	ACABAMENTO:	REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS	NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	REVISÃO																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">DESEN.</th> <th style="width: 15%;">NOME</th> <th style="width: 15%;">ASSINATURA</th> <th style="width: 15%;">DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA																	TÍTULO:  DES. Nº <h2 style="text-align: center; margin: 0;">CJ Roda</h2> A4
DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA																		
PESO:	MATERIAL:	ESCALA:1:5	FOLHA 1 DE 1																		







	ACABAMENTO:		REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		REVISÃO	
	Zincado amarelo							
DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA	TÍTULO:  <b>Parafuso da roda</b>				
VERIF.	<b>Diego</b>							
APROV.								
MANUF.								
QUALID								
MATERIAL:				DES. Nº		<b>PMT_31</b>		
Aço médio carbono				A4				
PESO: 0,405 kg				ESCALA: 1:2		FOLHA 1 DE 1		



ACABAMENTO:  
Zincado amarelo

REBARBAR E QUEBRAR  
ARESTAS AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

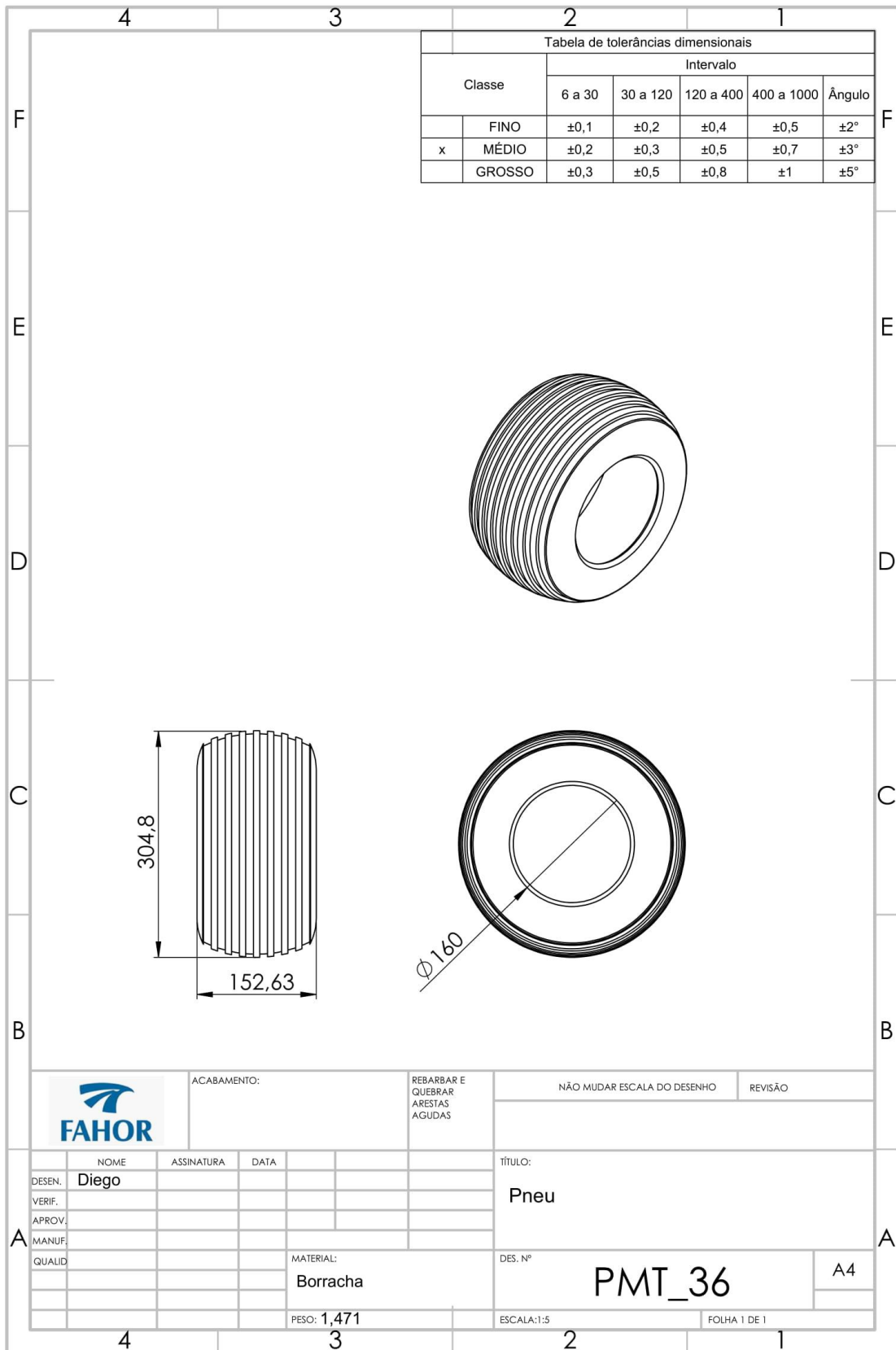
REVISÃO

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	Diego		
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

MATERIAL:  
Aço médio carbono

PESO: 0,201

TÍTULO: Porca sextavada autotravante M16-2,00	
DES. Nº <b>PMT_33</b>	A4
ESCALA: 2:1	FOLHA 1 DE 1



ACABAMENTO:

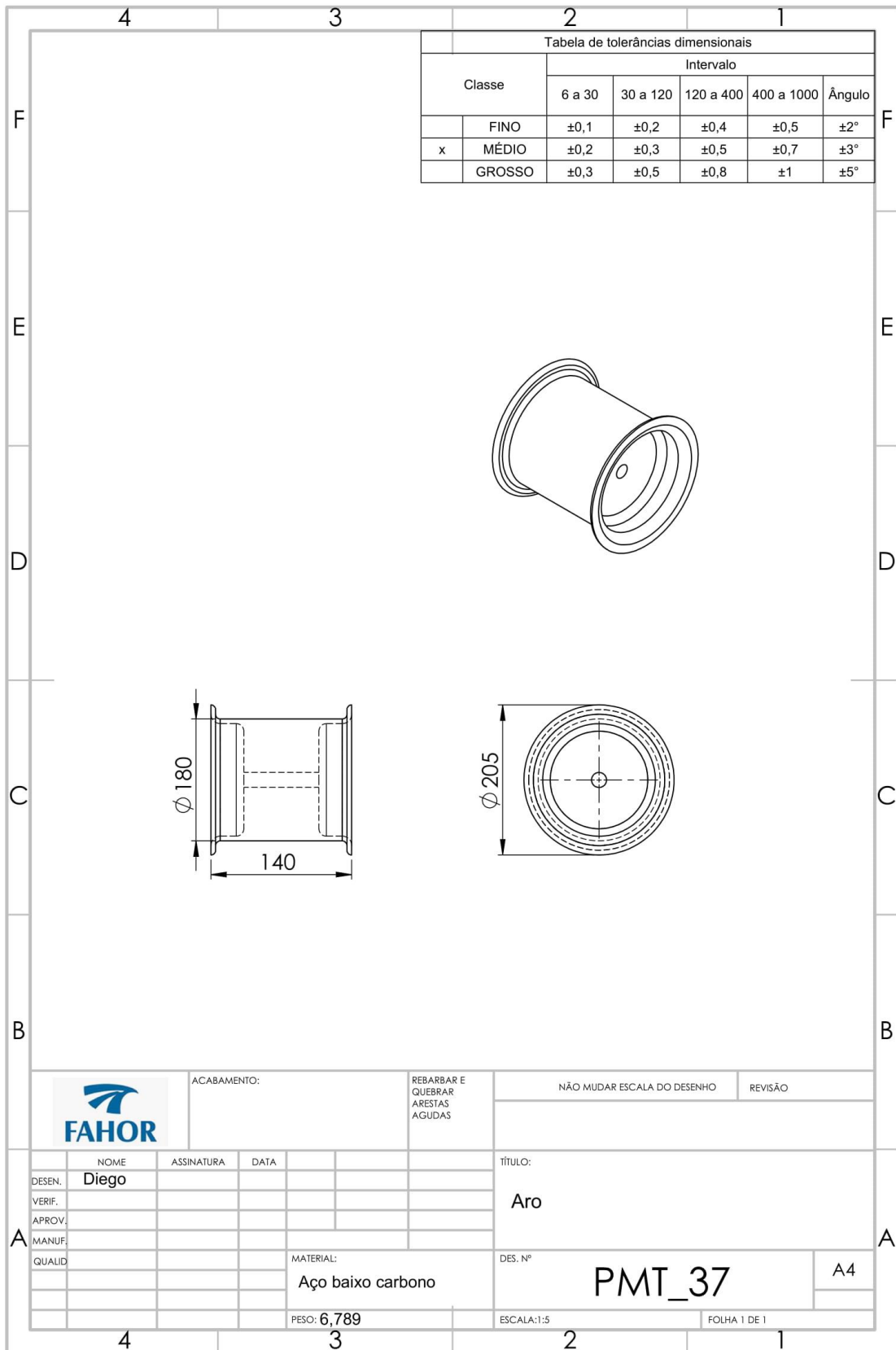
REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA
	Diego		
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

TÍTULO:	
Pneu	
DES. Nº	PMT_36
	A4
PESO: 1,471	ESCALA: 1:5
	FOLHA 1 DE 1



ACABAMENTO: REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO REVISÃO

DESEN.	NOME	ASSINATURA	DATA				
	Diego						
	VERIF.						
	APROV.						
	MANUF.						
	QUALID						
				MATERIAL:			
				Aço baixo carbono			
				PESO: 6,789			

TÍTULO:  
**Aro**

DES. Nº  
**PMT\_37**

ESCALA:1:5 FOLHA 1 DE 1

A4

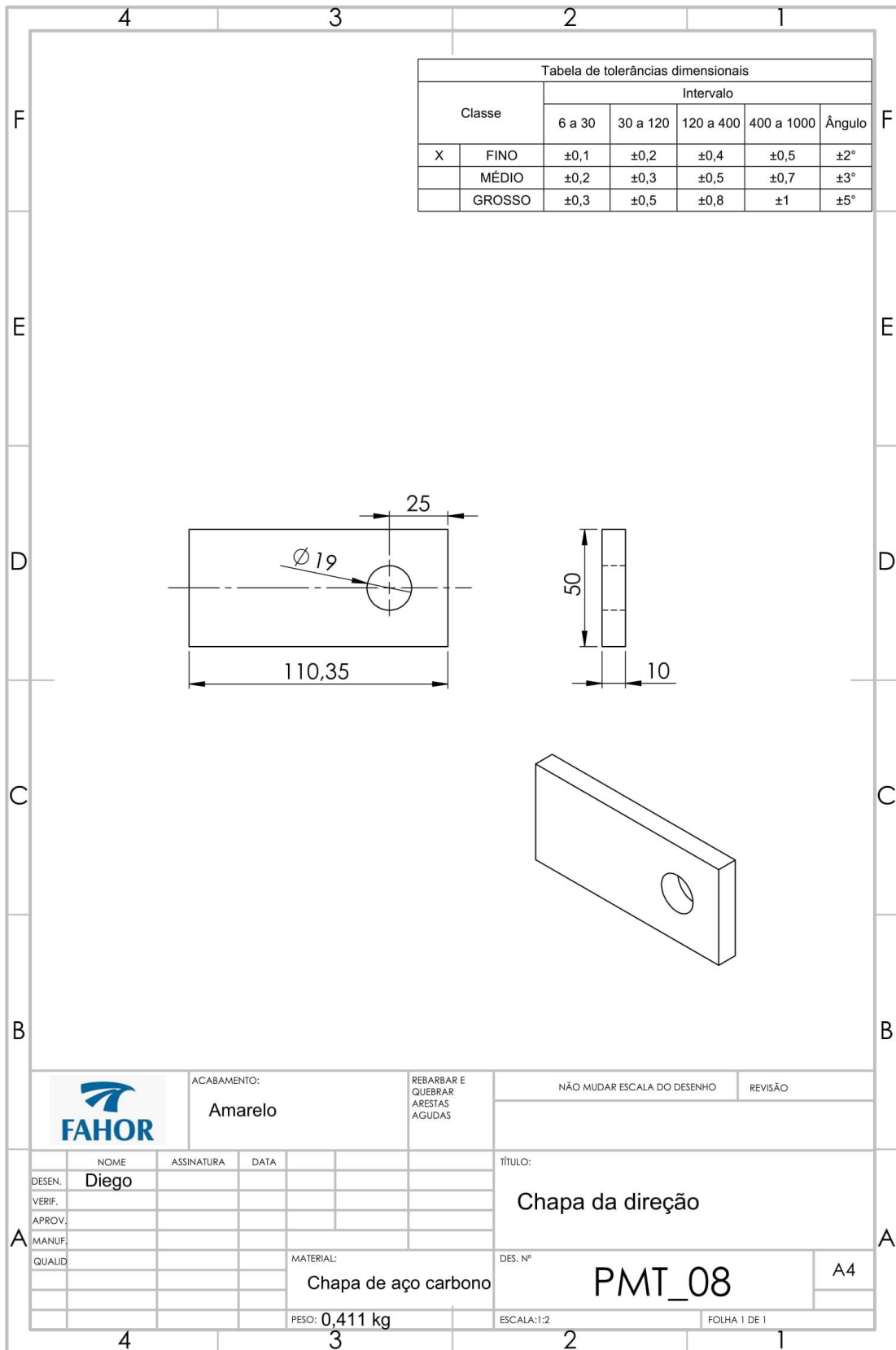
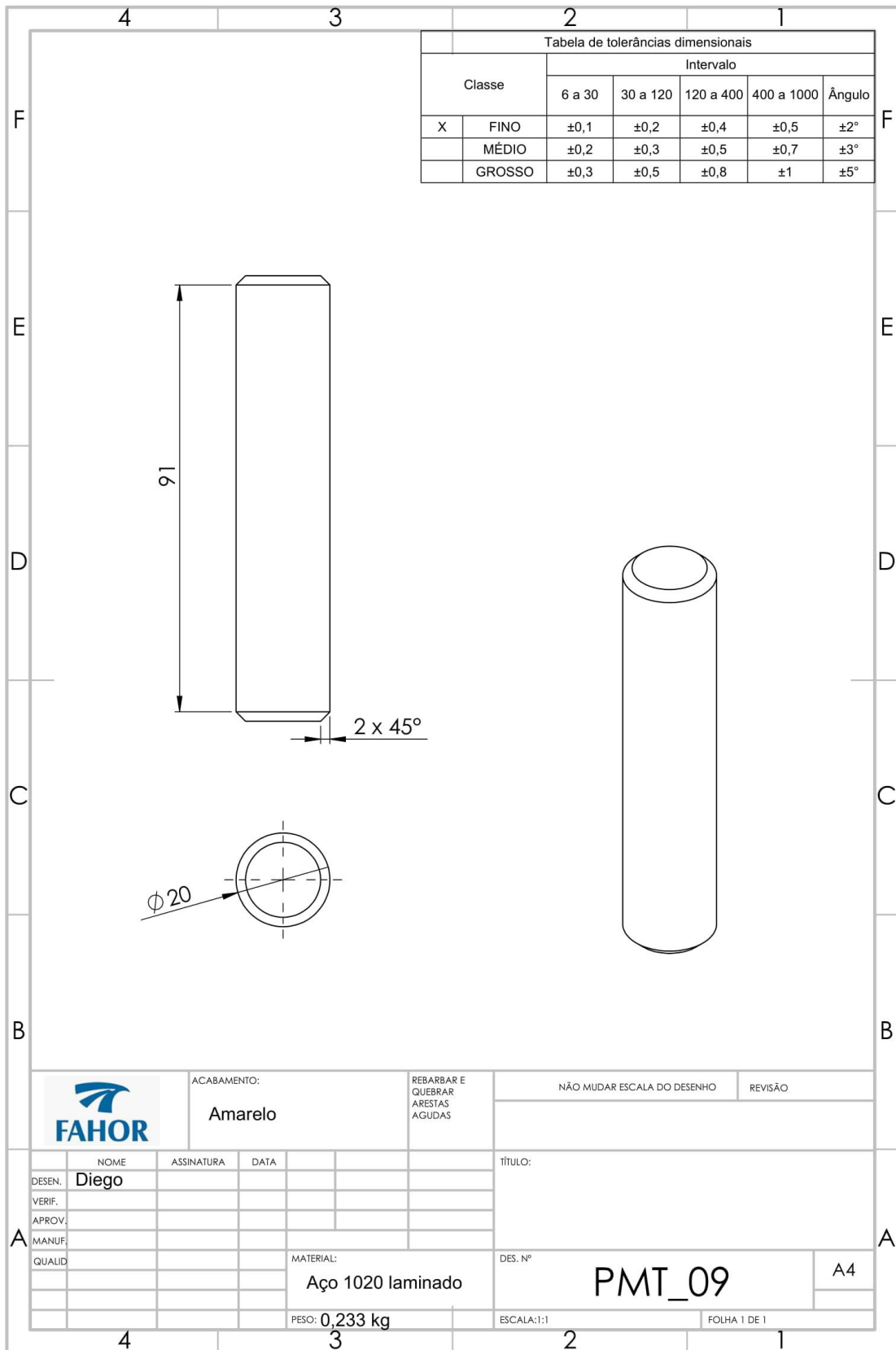


Tabela de tolerâncias dimensionais						
Classe		Intervalo				
		6 a 30	30 a 120	120 a 400	400 a 1000	Ângulo
X	FINO	±0,1	±0,2	±0,4	±0,5	±2°
	MÉDIO	±0,2	±0,3	±0,5	±0,7	±3°
	GROSSO	±0,3	±0,5	±0,8	±1	±5°

		ACABAMENTO: <b>Amarelo</b>		REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS		NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO		REVISÃO	
NOME <b>Diego</b>		ASSINATURA		DATA		TÍTULO: <b>Chapa da direção</b>			
DESEN.		VERIF.		APROV.		DES. Nº <b>PMT_08</b>		A4	
MANUF.		QUALID		MATERIAL: <b>Chapa de aço carbono</b>		PESO: <b>0,411 kg</b>		ESCALA:1:2	
						FOLHA 1 DE 1			



ACABAMENTO:  
**Amarelo**

REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	Diego		
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

TÍTULO:

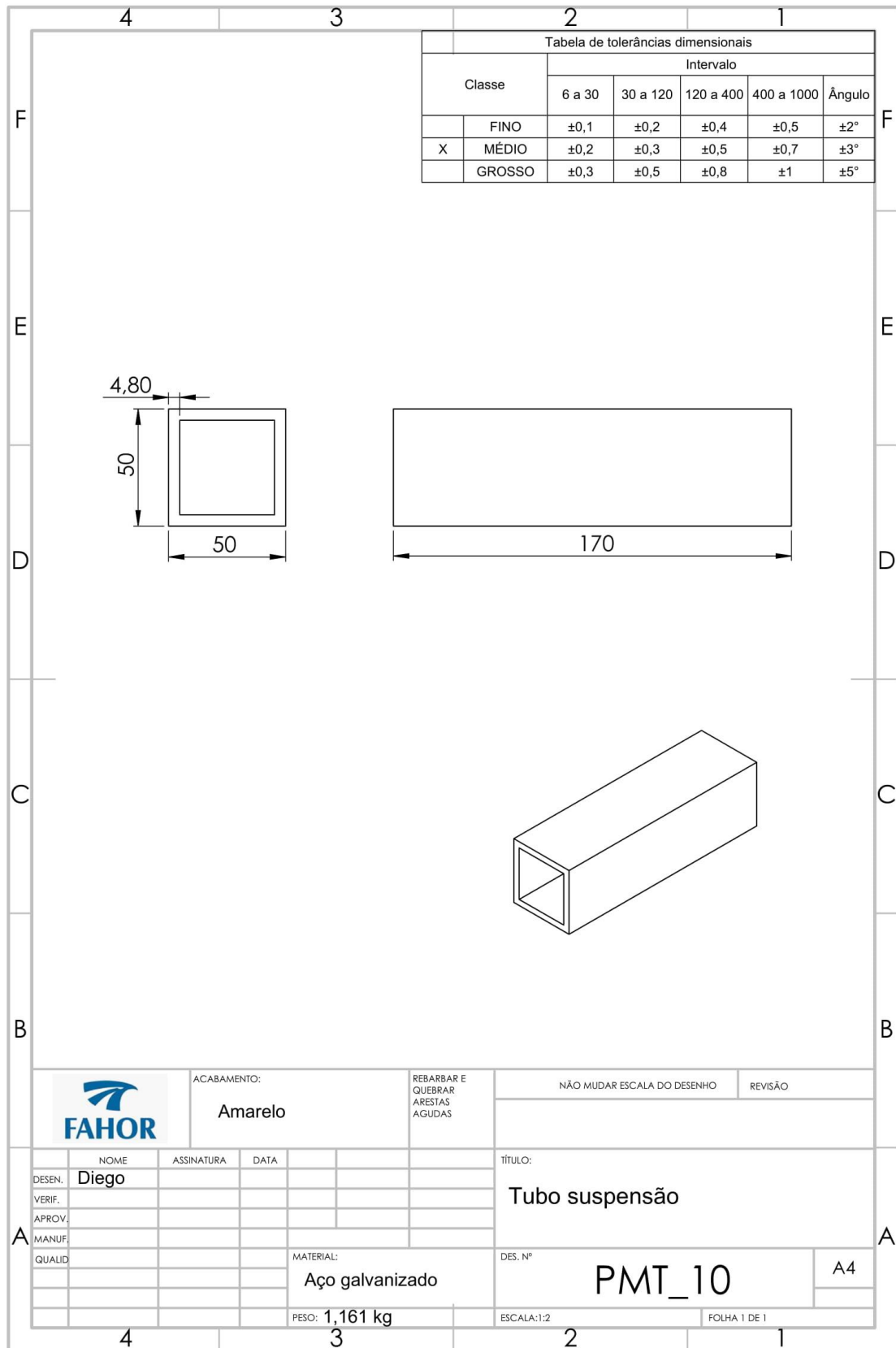
MATERIAL:  
**Aço 1020 laminado**

DES. Nº **PMT\_09** A4

PESO: 0,233 kg

ESCALA:1:1

FOLHA 1 DE 1



ACABAMENTO:  
**Amarelo**

REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	Diego		
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

TÍTULO:  
**Tubo suspensão**

DES. Nº  
**PMT\_10**

ESCALA:1:2

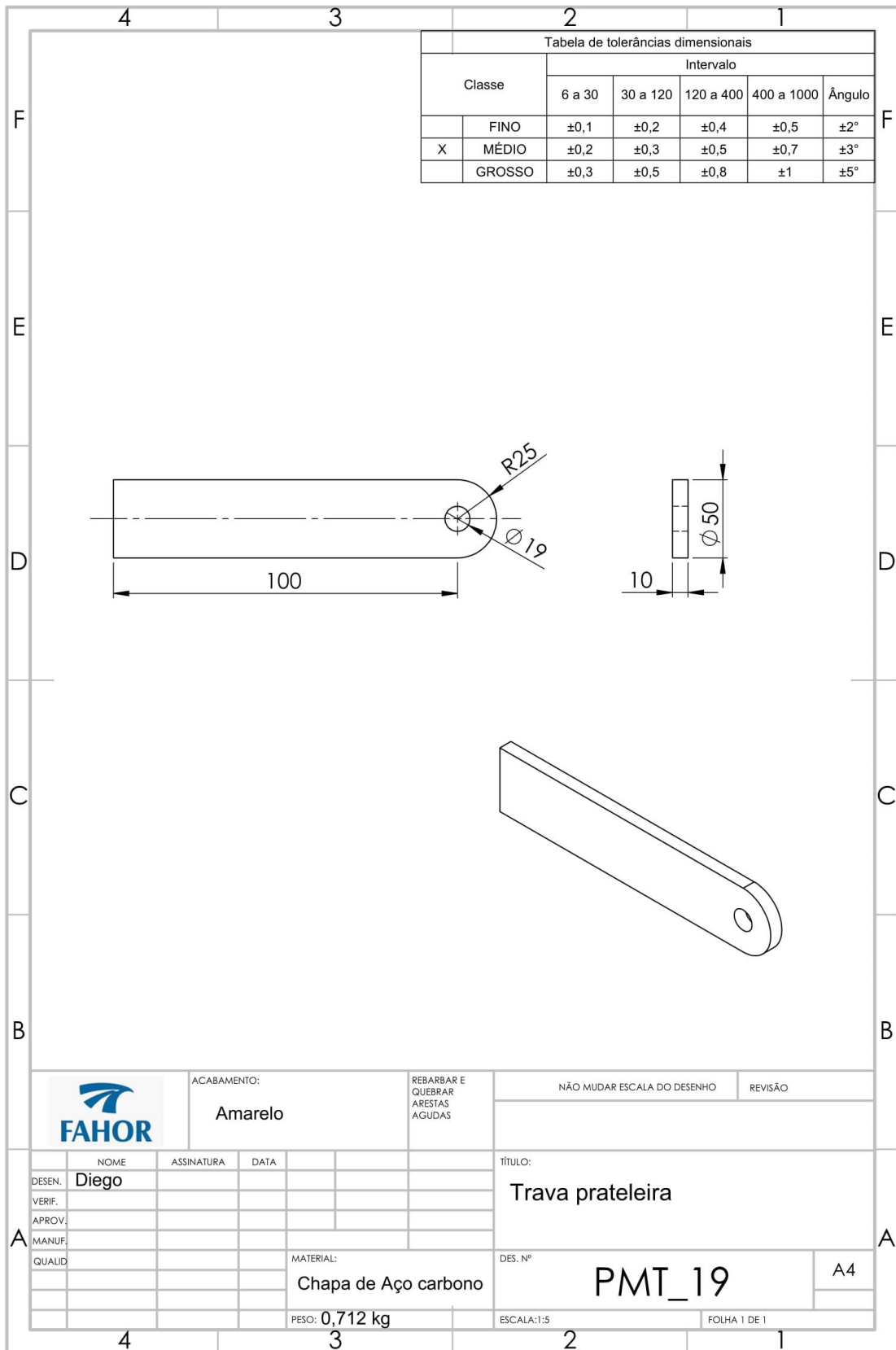
FOLHA 1 DE 1

MATERIAL:  
**Aço galvanizado**

PESO: **1,161 kg**

A4





ACABAMENTO:  
**Amarelo**

REBARBAR E QUEBRAR  
ARESTAS AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

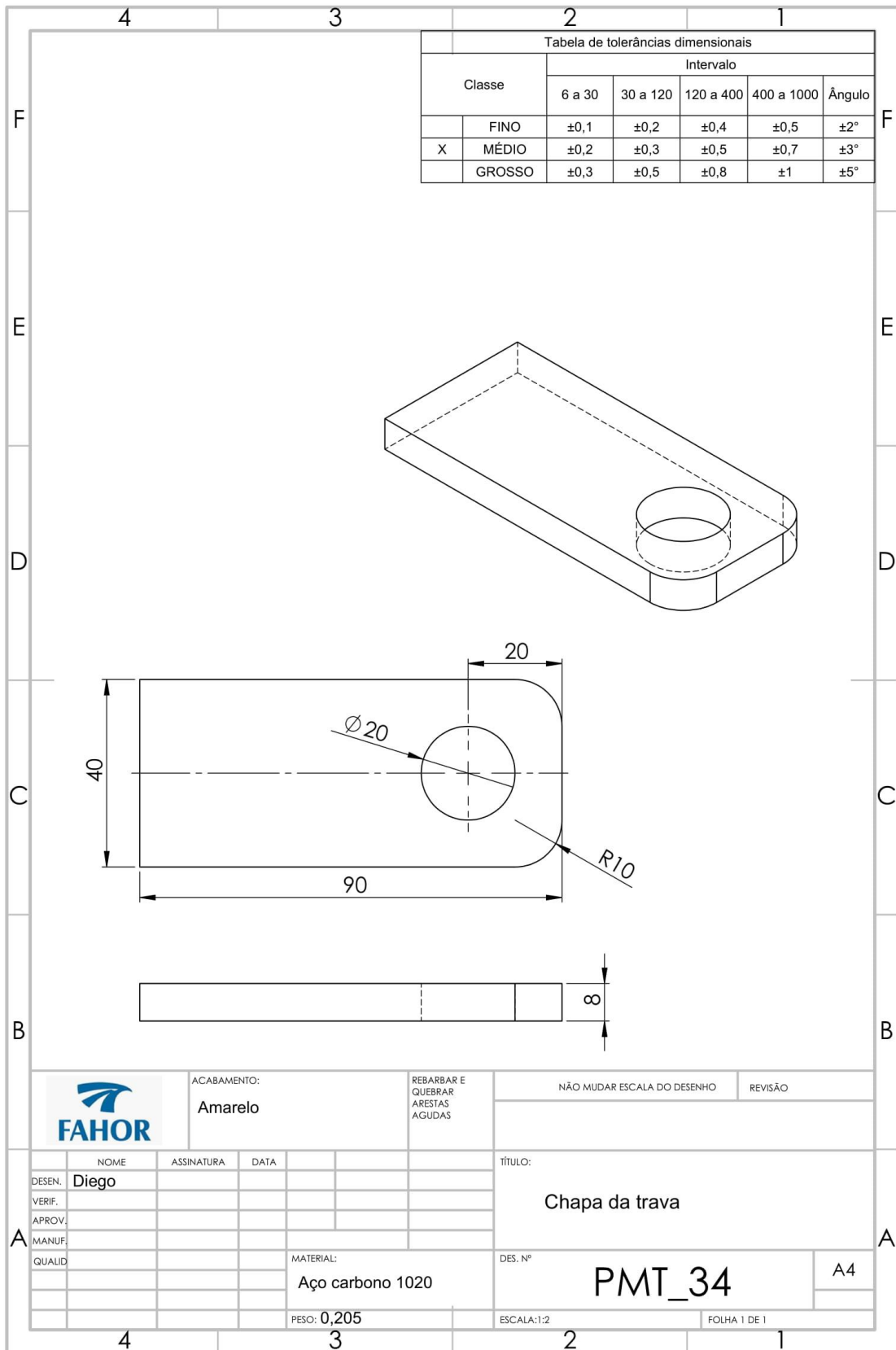
NOME	ASSINATURA	DATA					
DESEN. <b>Diego</b>							
VERIF.							
APROV.							
MANUF.							
QUALID							
MATERIAL:				Chapa de Aço carbono			
PESO: 0,712 kg				ESCALA:1:5			

TÍTULO:  
**Trava prateleira**

DES. Nº **PMT\_19**

A4

FOLHA 1 DE 1



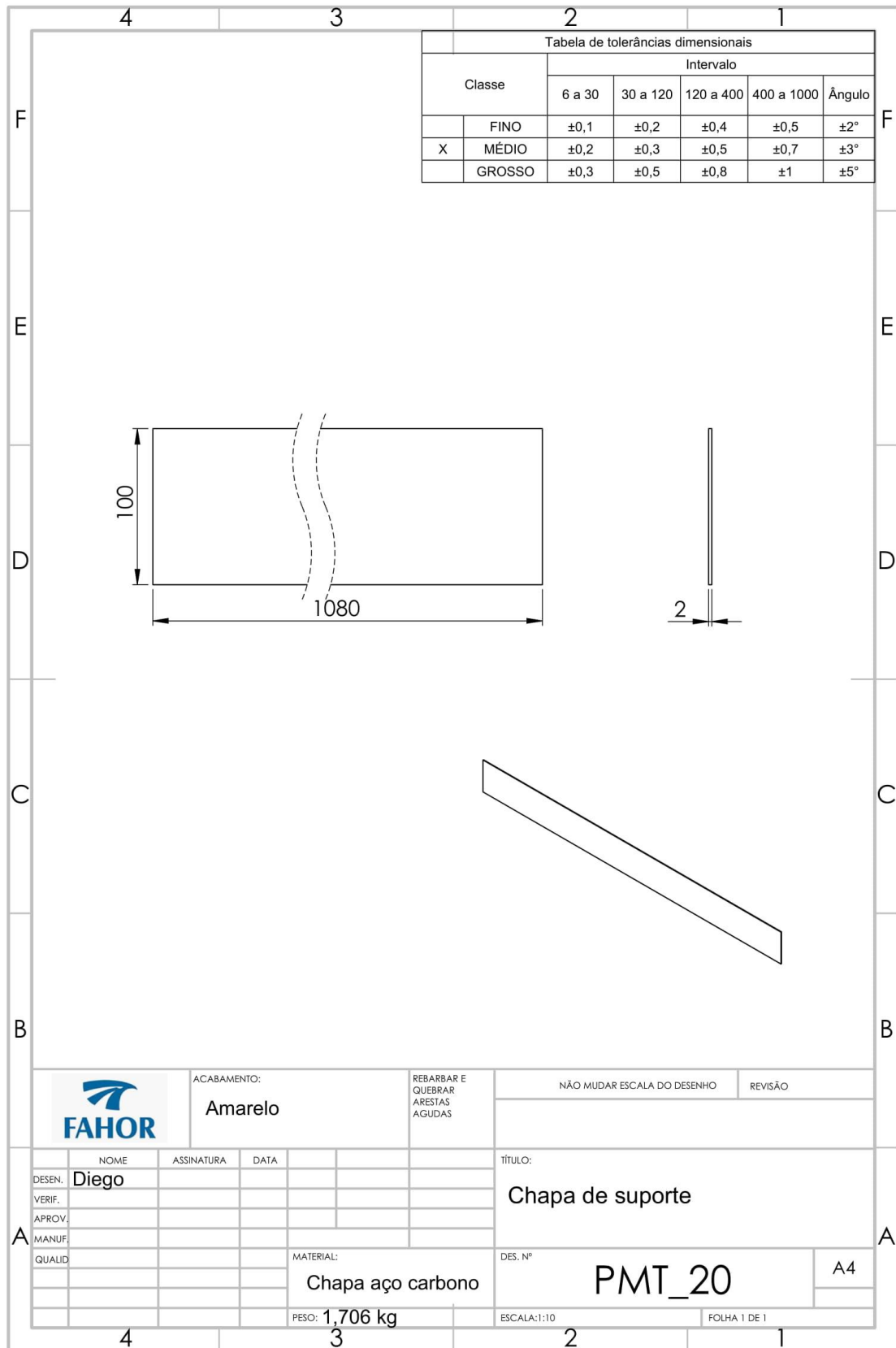
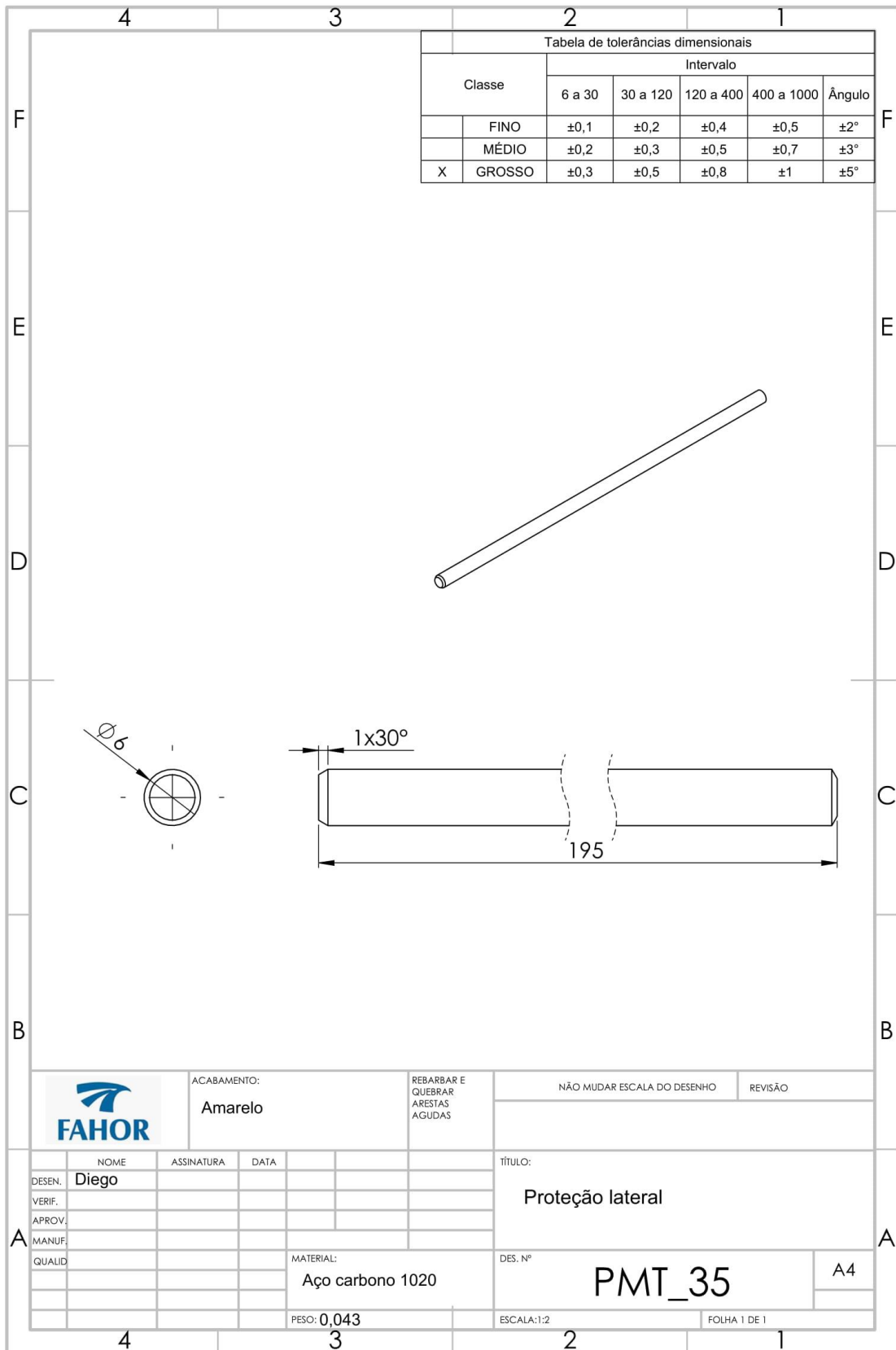


Tabela de tolerâncias dimensionais						
Classe	Intervalo					
	6 a 30	30 a 120	120 a 400	400 a 1000	Ângulo	
	FINO	±0,1	±0,2	±0,4	±0,5	±2°
X	MÉDIO	±0,2	±0,3	±0,5	±0,7	±3°
	GROSSO	±0,3	±0,5	±0,8	±1	±5°

		ACABAMENTO: <b>Amarelo</b>	REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS	NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO	REVISÃO
DESEN.	NOME <b>Diego</b>	ASSINATURA	DATA	TÍTULO: <b>Chapa de suporte</b>	
VERIF.					
APROV.					
MANUF.					
QUALID				MATERIAL: <b>Chapa aço carbono</b>	DES. Nº <b>PMT_20</b>
				PESO: <b>1,706 kg</b>	ESCALA:1:10
					FOLHA 1 DE 1

A4



ACABAMENTO: Amarelo

REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO REVISÃO

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	Diego		
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID			

TÍTULO: Proteção lateral

MATERIAL: Aço carbono 1020

DES. Nº PMT\_35 A4

PESO: 0,043

ESCALA:1:2 FOLHA 1 DE 1