



Jéssica Fernanda Scheid Mallmann

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM ELEVADOR RESIDENCIAL PARA
PASSAGEIROS COM RESTRIÇÕES**

Horizontina - RS

2021

Jéssica Fernanda Scheid Mallmann

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM ELEVADOR RESIDENCIAL PARA
PASSAGEIROS COM RESTRIÇÕES**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação da Prof. Francine Centenaro Gomes, Me.

Horizontina - RS

2021

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

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

**“PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM ELEVADOR RESIDENCIAL PARA
PASSAGEIROS COM RESTRIÇÕES”**

**Elaborada por:
Jéssica Fernanda Scheid Mallmann**

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

Aprovado em: 02/12/2021
Pela Comissão Examinadora

Me. Francine Centenaro Gomes
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Dr. Geovane Webler
FAHOR – Faculdade Horizontina

Dr. Rafael Luciano Dalcin
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS
2021**

Dedico este trabalho a todos que me auxiliaram ao longo desta caminhada, em especial, à minha família, que sempre me apoiou e acreditou que a realização deste sonho seria possível.

“Não desista nunca, a persistência
e a vontade de vencer leva
qualquer um a vitória”.
(Sócrates Di Lima)

RESUMO

O número de idosos e pessoas com deficiências locomotoras vem aumentando gradativamente. Desta maneira o trabalho em questão tem como objetivo desenvolver o projeto de um elevador vertical para passageiros, a fim de que os inquilinos da residência tenham um melhor conforto e segurança no dia a dia. Para a concepção deste estudo foi utilizada a metodologia de projeto do produto como base no desenvolvimento, onde utilizam-se dados e informações para a criação dos requisitos do cliente e requisitos do projeto, deste modo garantindo uma melhor solução para o problema em estudo, através da metodologia aplicada de forma correta foi possível identificar quais eram os requisitos que mais deveriam de ter atenção, e à visto disso possibilitou a realização de um esboço do elevador no software *SolidWorks*, o que facilitou uma visualização do projeto, e demonstrando uma satisfação do cliente. O projeto do elevador foi adaptado conforme a residência e ao ambiente que o mesmo será instalado, conseqüentemente as necessidades e expectativas do cliente foram alcançadas.

Palavras-chave: Elevador residencial. Acessibilidade. Projeto de produto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva de comprometimento do custo do produto.....	16
Figura 2 – Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Planejamento do Projeto	17
Figura 3 – Ciclo de vida segundo a evolução das vendas do produto	18
Figura 4 – Diagrama de Mudge.....	19
Figura 5 – Matriz da casa da Qualidade do QFD	20
Figura 6 – Elevador M8	23
Figura 7 – Elevador Plataforma Residencial	23
Figura 8 – Elevador de segurança, criado por Otis	25
Figura 9 – Plano de Projeto.....	28
Figura 10 – Local do elevador	30
Figura 11 - QFD	34
Figura 12 – Função Global do sistema.....	36
Figura 13 – Estrutura funcional	36
Figura 14 – Esboço do projeto	41
Figura 15 – Estrutura.....	42
Figura 16 - Cabine.....	43
Figura 17 – Cabine completa	44
Figura 18 - Contrapeso	44
Figura 19 – Porta.....	45
Figura 20 – Piso da cabine.....	46
Figura 21 – Botoeiras	46
Figura 22 – Iluminação interna	47
Figura 23 - Alimentação	48
Figura 24 - Motor WEG	48
Figura 25 - Pré-visualização.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Funções dos produtos	21
Quadro 2 – Matriz Morfológica	21
Quadro 3 - Requisitos dos clientes.....	31
Quadro 4 - Requisitos do projeto.....	32
Quadro 5 - Diagrama de Mudge.....	32
Quadro 6 - Hierarquização dos requisitos dos clientes	33
Quadro 7 - Estabelecimento dos requisitos do projeto.....	35
Quadro 8 – Matriz Morfológica	37
Quadro 9 – Matriz morfológica combinada.....	38
Quadro 10 - Matriz de Decisão.....	40
Quadro 11 - Propriedades mecânicas.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto

QFD – Desdobramento da Função Qualidade

LED – Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

Mpa – Mega Pascal

GPa – Giga Pascal

CV – Cavalo-Vapor

Kg – Quilograma

RPM – Rotação por minuto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	TEMA	11
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	12
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.4	HIPÓTESES	12
1.5	JUSTIFICATIVA	13
1.6	OBJETIVOS	14
1.6.1	Objetivo Geral	14
1.6.2	Objetivos Específicos	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	15
2.1.1	Características do processo de desenvolvimento do produto	15
2.1.2	Planejamento do Projeto	17
2.1.3	Projeto informacional	18
2.1.4	Projeto Conceitual	20
2.1.5	Projeto Detalhado	21
2.2	MÁQUINAS DE ELEVAÇÃO E TRANSPORTE	22
2.2.1	Elevadores	22
2.2.2	Acessibilidade	24
2.2.3	Segurança	24
2.2.4	Norma Brasileira 12892	25
2.2.5	Norma Brasileira NM 207	25
2.2.6	Norma Brasileira 16083	26
3	METODOLOGIA	27
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	27
3.1.1	Método de pesquisa adotado	27
3.1.2	Quanto a abordagem	27
3.1.3	Etapas do Desenvolvimento do Projeto	27
3.2	PROJETO DO PRODUTO	28
3.2.1	Projeto Informacional	28
3.2.2	Projeto Conceitual	29
3.2.3	Projeto Detalhado	29
3.3	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	29
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	30
4.1	IDENTIFICAÇÃO DO AMBIENTE DE INSTALAÇÃO	30
4.2	PROJETO INFORMACIONAL	31
4.2.1	Requisitos dos clientes	31
4.2.2	Requisitos do Projeto	31
4.2.3	Hierarquizar Requisitos do Cliente e Produto	32
4.2.4	Estabelecimento dos requisitos do projeto	35
4.3	PROJETO CONCEITUAL	35
4.3.1	Modelar funcionalmente o produto	35
4.3.2	Pesquisar por princípios de solução	36
4.3.3	Selecionar a concepção do produto	39
4.4	PROJETO DETALHADO	41
4.4.1	Estrutura	41
4.4.2	Cabine	42
4.4.3	Porta	45

4.4.4 Piso da cabine	45
4.4.5 Tipos de botoeiras.....	46
4.4.6 Iluminação interna.....	47
4.4.7 Alimentação	47
4.4.8 Pré-visualização	49
CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICE – DESENHOS DETALHADOS DO CONJUNTO DO ELEVADOR	
53	
ANEXO.....	60

1 INTRODUÇÃO

Crescentemente tem-se idosos e portadores de deficiência física que possuem dificuldades para se locomover de um lugar para o outro. Especialmente quando se trata de casas e prédios que possuem mais de um pavimento, e o único meio de ir de um pavimento ao outro é por escadarias.

Conforme a população envelhece, a procura por soluções acessíveis, seguras e convenientes aumenta. Os projetos e construções de novas casas, novos prédios e centros de transporte necessitam permitir que pessoas com dificuldades possam se movimentar com facilidade. Através de soluções inovadoras, pessoas com mobilidade reduzida podem ter melhor acessibilidade, além do uso diário de outras pessoas, como por exemplo, uso de carrinhos de bebê ou residentes retornando para casa com mochilas e sacolas. Deste modo, conhecer as condições para o acesso e uso seguro e independente de elevadores por cidadãos deficientes é fundamental. (ADNORMAS, 2020).

Este estudo tem por finalidade o desenvolvimento do projeto de um elevador para passageiros, de uma residência rural de dois pavimentos, a qual será utilizado diariamente por dois idosos, um deles com desgaste no quadril, e ao ter o esforço de subir e descer escadas faz com que esse desgaste piore e ocasione mais dor a pessoa. Além disso, o sistema de elevação na vertical poderá ser utilizado também por possíveis visitantes cadeirantes da residência.

Para a concepção deste estudo foi utilizada a metodologia de projeto do produto, a qual proporciona alcançar todas as necessidades do cliente e chegar ao fim do projeto com êxito. Para Amaral (2006), além do ganho na qualidade dos produtos e dos processos, o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) agrega fortemente em outros fatores competitivos nível de mercado, como custo, velocidade e confiabilidade de entrega e flexibilidade.

1.1 TEMA

Proposta de desenvolvimento de um elevador de área externa para passageiros, com restrições por idade ou deficiência física, em uma residência de dois pavimentos.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho se delimita em projetar um elevador residencial para passageiros, para que seus usuários tenham mais comodidade e conforto em suas atividades rotineiras.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Cada vez mais seres humanos procuram por conforto e comodidade, principalmente quando se trata de pessoas idosas. As pessoas têm em conceito de que quando irão alcançar uma idade avançada, irão ter uma vida tranquila e sadia, querem algo prático e com conforto, e que não cause riscos à saúde ou a vida.

O problema da pesquisa, foi identificado em uma residência de dois pavimentos que será ocupada futuramente por um casal de idosos. O acesso ao segundo pavimentos é somente por escadarias, tanto interna como externa. Sabendo que idosos e pessoas com deficiência física nos membros inferiores, tem dificuldades para subir e descer escadas diariamente, a proposta deste projeto é desenvolver um meio de acessar o segundo pavimento com mais facilidade, e sem esforço físico, pois ambas as escadas estão com a altura dos degraus acima do permitido pelas normas, o que exige um esforço maior nos membros inferiores para o deslocamento de subida e descida das escadas. Possíveis visitantes cadeirantes e até pessoas com carrinhos de bebê, também terão dificuldades em acessar aos principais cômodos da casa, pois o único modo de acesso seria por um meio de elevação vertical.

Com base no exposto, o problema de pesquisa caracteriza-se com a seguinte pergunta: é possível o desenvolvimento de um elevador de passageiros e sua adequação à planta desta residência?

1.4 HIPÓTESES

De acordo com Gil (2018), a hipótese basicamente é uma suposição ou explicação incerta do problema. A hipótese corresponde a uma expressão verbal que se determina como verdadeira ou falsa, e que deve ser levada a testes. Se ao longo do teste houver um retorno verídico, assim se dá a resposta para o problema.

O problema apresentado quanto a possibilidade de acesso ao segundo pavimento da residência somente por meio de escadarias, é de grande importância

para um imóvel que será ocupado diariamente por pessoas com restrições a esforços físicos. A partir disso, tem-se as seguintes hipóteses:

- O Elevador deve suportar a capacidade de 3 pessoas, ou uma cadeira de rodas e uma pessoa;
- A cabine do elevador deve ser de fácil acesso.

1.5 JUSTIFICATIVA

Possuir um elevador em uma residência deixou de ser um artigo de luxo a muito tempo, cada vez mais os proprietários buscam por esta comodidade, ainda mais quando os usuários do imóvel possuem algum tipo de restrição de mobilidade.

A questão da acessibilidade tem ganhado cada vez mais espaço, e não somente por questões de escolha, mas por necessidade da maior parte da população. Segundo dados da pesquisa do IBGE feita em 2010, cerca de 46 milhões de brasileiros, equivalente a 24% da população, possuem algum grau de dificuldade, sendo 7% tinha dificuldade em se movimentar, ou seja, a cada 100 habitantes 7 possui alguma restrição de mobilidade. (IBGE, 2010).

Além do elevador possibilitar maior acessibilidade, conforto e segurança aos usuários, também irá proporcionar uma maior valorização para o imóvel que o tem, sabendo-se que hoje a maioria das pessoas preferem ir de um pavimento a outro por elevador, ao invés de subir escadas.

Este estudo tem como finalidade desenvolver um sistema de elevação vertical para pessoas, justificando-se pela necessidade, conforto e comodidade dos inquilinos da residência em questão.

Á vista disso, este projeto contribuirá com todos os usuários da residência, pois se efetivará na facilidade e agilidade de acessar ao segundo pavimento da casa, oportunizando a aplicação do sistema mecânico que será desenvolvido neste estudo, bem como pode servir de base para outras pessoas que queiram incorporar o mecanismo às suas residências.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

O estudo em questão tem como objetivo geral projetar um sistema de elevação vertical para passageiros, que permita movimentação com conforto, segurança e comodidade.

1.6.2 Objetivos Específicos

Alinhados ao objetivo geral, os objetivos específicos deste estudo são:

- Aplicar metodologia de projeto do produto para desenvolver o dispositivo de elevação vertical para passageiros;
- Considerar os aspectos e normas de segurança;
- Elaborar projeto conceitual e detalhado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo do estudo será abordado sobre desenvolvimento de projeto de produto, máquinas de elevação e transporte, diferentes elevadores existentes no mercado e normas sobre elevadores de passageiros.

2.1 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Conforme Ghelen (2018), criar um novo produto significa compreender as necessidades do cliente e, a partir de estudos detalhados e de modelagens, produzir um produto ou oferecer um serviço que venha satisfazer as necessidades do cliente. O desenvolvimento de um novo produto pode retratar um aumento significativo da competitividade da empresa na concorrência pelo mercado.

Segundo Amaral (2006), elaborar novos produtos resume-se em um conjunto de atividades das quais procura-se através das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, atingir as especificações do projeto de um produto e de seu processo de produção, para que assim a manufatura possa fabricá-lo.

Para Buxton (2017), uma proposta de produto de qualidade reflete a natureza diversificada das pessoas e não impõe qualquer tipo de obstáculo. Um projeto inclusivo garante acesso para todos, incluindo famílias com crianças pequenas, idosos e portadores de necessidades físicas.

2.1.1 Características do processo de desenvolvimento do produto

Um processo de desenvolvimento do produto tem inúmeras particularidades comparadas a outros processos de negócio. Conforme Amaral (2006), cita quais são estas particularidades que diferem este processo:

- Elevado grau de incerteza e riscos das atividades e resultados;
- Decisões importantes devem ser tomadas no início do processo, quando as incertezas são ainda maiores;
- Dificuldade de mudar as decisões iniciais;
- As atividades básicas seguem um ciclo iterativo do tipo: Projetar (gerar alternativas) – Construir – Testar – Otimizar;
- Manipulação e geração de alto volume de informações;

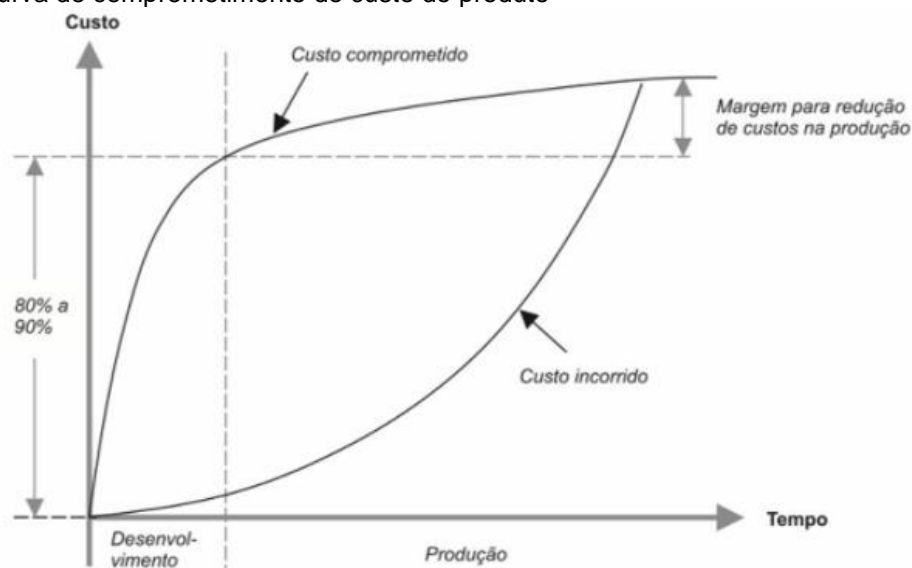
- As informações e atividades provêm de diversas fontes e áreas da empresa e da cadeia de suprimentos;
- Multiplicidade de requisitos a serem atendidos pelo processo, considerando todas as fases do ciclo de vida do produto e seus clientes.

Segundo Amaral (2006), para a maioria das empresas o lançamento de um produto novo, não é uma atividade rotineira e envolve todos os setores funcionais da empresa, podendo ocorrer implicações nas vendas futuras e até na sobrevivência da empresa, pois cada projeto pode apresentar problemas, dificuldades e até históricos muitos particulares.

Ainda para Amaral (2006), nas fases iniciais do PDP são determinadas as principais soluções construtivas e as especificações do produto. Nesta fase são definidos os materiais e as tecnologias a serem utilizadas, os processos de fabricação, entre outros. Neste momento também é definido cerca de 85% do custo do produto final, e as definições e decisões a serem tomadas ao longo do ciclo de desenvolvimento, após as fases iniciais, determinam 15% do custo.

Conforme a Figura 1, para alguns produtos o custo durante a fase de desenvolvimento é baixo em relação ao custo final. No entanto, essas fases são críticas quanto a entrega do custo final do produto. Já a possibilidade de redução de custo do produto na fase de produção é pouca, pois estão ligadas as especificações técnicas que já foram determinadas.

Figura 1 – Curva de comprometimento do custo do produto



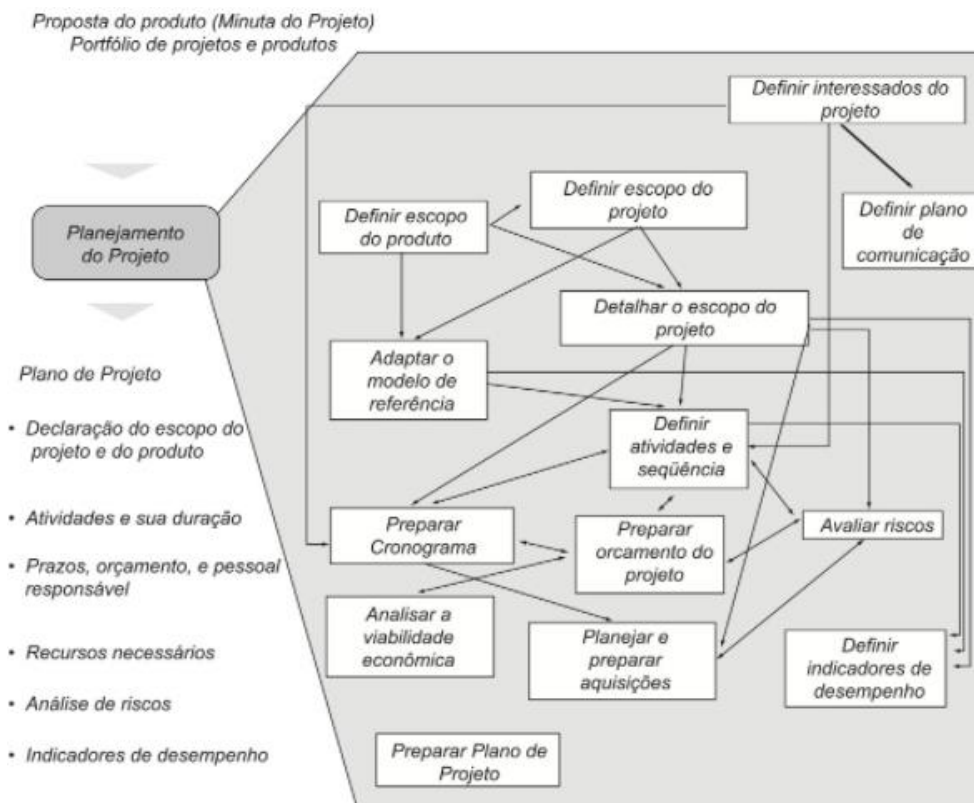
Fonte: Amaral, 2006, p. 7

De acordo com a Figura 1 se comprova claramente o montante de custo que é comprometido na fase inicial do produto, e também é o momento que se tem maior grau de incertezas sobre o produto e suas especificações. Este grau de incerteza irá diminuir no decorrer do desenvolvimento, e de acordo com que as definições vão sendo tomadas (AMARAL, 2006).

2.1.2 Planejamento do Projeto

De acordo com Amaral (2006), nesta primeira fase é realizado o planejamento macro do projeto escolhido, que pode ser feito explorando algumas ideias de mercado, e o resultado final deve ser o Plano de Projeto do Produto que pode ser apresentado aos possíveis consumidores e/ou vendedores do produto, e será utilizado como referência para a seguinte macro fase, que é a fase de Desenvolvimento do Produto, pois possui informações relevantes para a efetivação do projeto. É nesta fase também que se deve indicar e/ou buscar recursos (humanos, financeiros, tecnológicos, etc.) para a concretização do desenvolvimento do projeto. Na Figura 2 é possível visualizar como irá ser definido o escopo do projeto, o cronograma e as atividades.

Figura 2 – Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Planejamento do Projeto

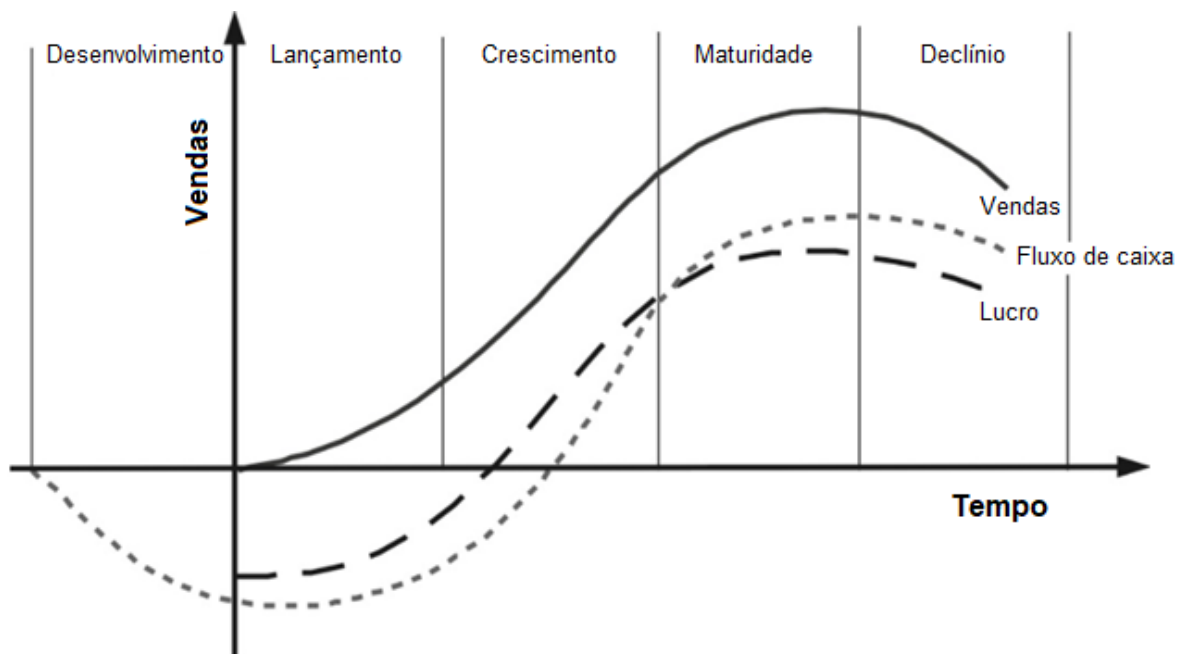


Como mostra a Figura 2, esta é a fase em que o escopo de projeto, atividades e cronogramas serão definidos.

2.1.3 Projeto informacional

Nesta fase do estudo entra o projeto informacional onde se determina o ciclo do produto que passa pelas fases de desenvolvimento, lançamento, crescimento, maturidade e o declínio, conforme é ilustrado na Figura 3. As curvas ilustradas mostram também a evolução do projeto em correção aos recursos financeiros em cada fase.

Figura 3 – Ciclo de vida segundo a evolução das vendas do produto



Fonte: Amaral, 2006, p. 216

O ciclo do produto inicia na fase de desenvolvimento, onde é compreendido o planejamento, projeto e produção e se caracteriza com um investimento crescente até o produto ser lançado no mercado. Na fase de lançamento o produto ainda não é conhecido, portanto é necessário realizar propagandas sobre as suas características, para se ter uma demanda inicial do produto, com isso os lucros quase não existem. A fase de crescimento faz com que os lucros começam a surgir e aumentar, pois se caracteriza com um aumento de vendas do produto, tendo em vista uma demanda secundária para assim formar uma imagem da marca e/ou produto. Já a fase de maturidade se define pela estabilização da oferta e demanda, que é quando as vendas

se mantêm, neste período que pode haver promoções de vendas para atrair novos clientes, esta é a fase que a maior parte dos lucros é obtida A última fase é o declínio que se descreve pela queda permanente de vendas, e a maior parte das empresas encerram a produção do produto e o tiram do mercado, em alguns casos pode ocorrer de que o produto vá da fase de crescimento diretamente para a fase de declínio. (GHELEN, 2018).

2.1.3.1 Diagrama de Mudge

O Diagrama de Mudge (Figura 4) serve para definir os requisitos dos clientes de uma forma mais sistematizada, e não somente pela opinião pessoal de cada integrante do time de projeto. Desta forma os requisitos são comparados entre si, e de acordo com Amaral (2006), pontuados de acordo com a respectiva importância, em cada comparação são feitas as seguintes perguntas: Qual requisito é mais importante para o sucesso do produto? Quanto mais importante é esse requisito?

Figura 4 – Diagrama de Mudge

Requisitos dos Clientes									PESOS	%
	1	2	3	4	5	6	7	8		
	1									
		2								
			3							
				4						
					5					
						6				
							7			
								8		
									TOTAL	

A =	5	Muito importante
B =	3	Medianamente importante
C =	1	Pouco importante

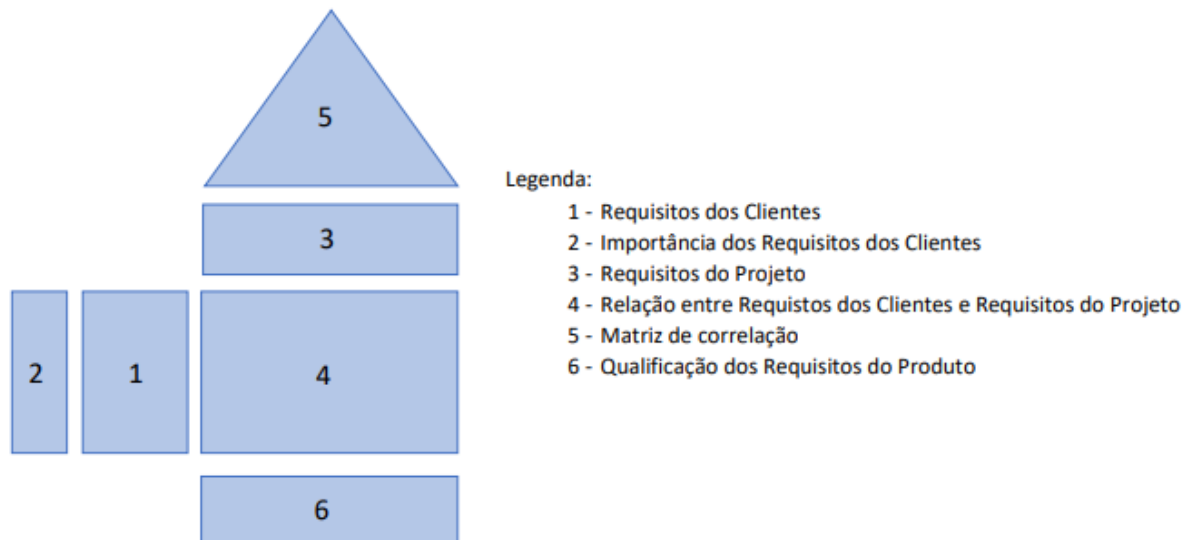
Fonte: Autor, 2021

O diagrama de Mudge é uma ferramenta utilizada para realizar comparações entre os requisitos dos clientes, e assim ordenando-as com o grau de maior importância.

2.1.3.2 Desdobramento da Função Qualidade (QFD)

A ferramenta QFD possui ênfase em qualidade, tecnologia, custo e confiabilidade, é utilizada para assegurar que as necessidades requisitadas pelo cliente sejam alcançadas. Esta ferramenta basicamente converte requisitos dos clientes em requisitos do produto, e assim definindo o seu grau de importância. (AMARAL, 2006), conforme pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5 – Matriz da casa da Qualidade do QFD



Fonte: Autor, 2021

A ferramenta QFD possibilita o consenso nas diferentes definições do produto, e assim estabelecendo as reais necessidades dos clientes e requisitos do projeto. (AMARAL, 2006)

2.1.4 Projeto Conceitual

Para Baxter (2011), o objetivo do projeto conceitual é mostrar como o novo produto será feito para atingir os benefícios básicos e a satisfação do cliente, e assim tendo o diferencial de produtos similares já existentes no mercado. A atenção deve ser redobrada principalmente nas necessidades do cliente.

Os métodos funcionais auxiliam na descrição do produto, caracterizado pelas capacidades desejadas e/ou necessárias e assim farão com que o produto execute seus objetivos e especificações desejáveis. (GHELEN, 2018)

As funções de um produto podem ser classificadas como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Funções dos produtos

Funções do Produto					
Funções Técnicas			Funções Interativas		
Funções Estruturais	Funções Operativas		Funções Ergonômicas	Funções Comunicativas	
	Funções de Transformação	Funções Adicionais		Funções Sintáticas	Funções Semânticas

Fonte: Amaral, 2006, p. 238

A fase em que se dá o início a passagem do abstrato ao concreto, da função à forma, é a fase de desenvolvimento dos princípios de solução para as funções. Pode ser atribuído mais de um princípio de solução a cada uma das funções da estrutura funcional determinada na fase anterior. Com o objetivo de que isso seja possível, é preciso realizar a busca de um efeito físico e de um portador de efeito físico, que realizem o objetivo da função em questão (AMARAL, 2006), para uma melhor visualização destes princípios de solução para cada função, foi utilizada a matriz morfológica, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Matriz Morfológica

MATRIZ MORFOLÓGICA			
Funções	Princípios de Solução		
Componente	Opção 1	Opção 2	Opção 3

Fonte: Autor, 2021

A matriz morfológica consiste em um método de abordagem que traz opções de solução para os problemas do projeto, opções essas que já são existentes no mercado.

2.1.5 Projeto Detalhado

A fase do projeto detalhado tem como objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações do produto, para então ser designado para a fabricação do mesmo. É

nesta fase que deve ser criado todos os desenhos dos itens que constituem o produto final (AMARAL, 2006).

2.2 MÁQUINAS DE ELEVAÇÃO E TRANSPORTE

Para Rudenko (1976), máquinas de elevação e transporte são utilizadas para mover cargas em estabelecimentos ou áreas. Formam um grupo de equipamentos de ação periódica, são projetados como mecanismo para elevação de pessoas, ou para elevação de cargas.

De acordo com Nassar (2004), máquinas de elevação representam diversos equipamentos utilizados nos setores da indústria, sendo eles guindastes, pontes rolantes, elevadores e guinchos. O projeto e a construção destes equipamentos necessitam a aplicação de normas específicas, as quais devem ser seguidas a fim de entregar o equipamento em condições básicas de uso.

2.2.1 Elevadores

De acordo com Dal Monte (2000), as primeiras referências de elevadores verticais foram registradas em 2788 a.C. no Egito. Em 2700 a. C. eram utilizados pelos sumérios na Mesopotâmia na construção de torres gigantescas de andares e templos.

Segundo Dal Monte (2000), até no ano de 1800 a forma de tração de dispositivos de içamento era feita através de força humana e/ou animal, quando então o proprietário de uma mina de carvão decidiu que iria utilizar a invenção da máquina a vapor criada por James Watt.

Com a tecnologia avançando a cada instante, existem inúmeras variedades de modelos de elevadores no mercado consumidor, assim como variadas necessidades dos consumidores e o quanto estão dispostos a pagar para adquirir um sistema de elevação em sua residência ou prédio.

Para realizar o comparativo desta afirmação nas Figura 6 e na Figura 7, estão dois tipos de elevadores existentes no mercado consumidor com suas variadas características.

Figura 6 – Elevador M8



Fonte: Montele Elevadores, 2020

A cabine do elevador M8 é de material aço inox e possui vista panorâmica, sua iluminação interior é em LED, possui portas automáticas, sua capacidade é de 600 Kg ou 8 pessoas, pode alcançar uma velocidade de 60 m/min e seu percurso é de 5 pavimentos e/ou 15 metros (MONTELE ELEVADORES, 2020).

Figura 7 – Elevador Plataforma Residencial



Fonte: Agora Elevadores, 2021

A cabine deste elevador pode ser fabricada de diferentes materiais, ela pode ser semi cabinada ou cabinada, sua capacidade é de uma cadeira de rodas e mais

uma pessoa ou três passageiros, é projetada para uma residência ou estabelecimento comercial que não exceda 2 pavimentos ou 4m de elevação. O material de acabamento é de escolha do cliente, podendo ser vidros, policarbonato e madeira (AGORA ELEVADORES, 2021).

2.2.2 Acessibilidade

De acordo com Buxton (2017), a população de idosos está aumentando, e uma quantidade numerosa tem ou terão algum tipo de necessidade especial. Ao longo dos próximos 30 anos.

Ainda para Buxton (2017), uma cabine de elevador para passageiros com 2,8 m² oferecerá espaço suficiente para qualquer cadeira de rodas e vários outros usuários. Um elevador para passageiros bem arquitetado adotará, se não todos, ao menos a maior parte das concepções de um projeto inclusivo.

De acordo com o Art. 13 e 14 da lei brasileira da acessibilidade nos edifícios de uso privado, n. 10.098 de 19 de dezembro de 2000, capítulo V, diz que:

“Art. 13. Os edifícios de uso privado em que seja obrigatória a instalação de elevadores deverão ser construídos atendendo aos seguintes requisitos mínimos de acessibilidade:

I – percurso acessível que una as unidades habitacionais com o exterior e com as dependências de uso comum;

II – Percurso acessível que una a edificação à via pública, às edificações e aos serviços anexos de uso comum e aos edifícios vizinhos;

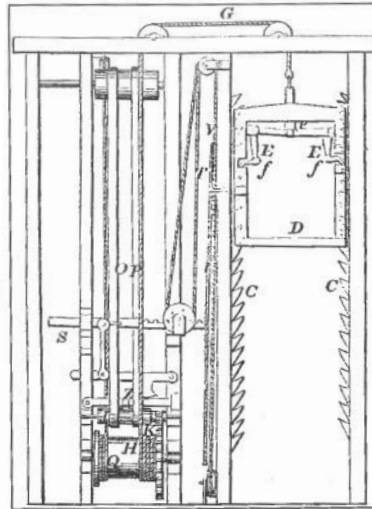
III – cabine do elevador e respectiva porta de entrada acessíveis para pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida.

Art. 14. Os edifícios a serem construídos com mais de um pavimento além do pavimento de acesso, à exceção das habitações unifamiliares, e que não estejam obrigados à instalação de elevador, deverão dispor de especificações técnicas e de projeto que facilitem a instalação de um elevador adaptado, devendo os demais elementos de uso comum destes edifícios atender aos requisitos de acessibilidade.” (BRASIL, 2000)

2.2.3 Segurança

Segundo Dal Monte (2000), a adversidade dos elevadores construídos até o ano de 1852 era que se houvesse a ruptura das cordas de sustentação, a queda geralmente seria fatal para os usuários. Então o americano Elisha Grave Otis em 1853 criou e patenteou o primeiro sistema de segurança. Ao passo que era baseado em trilhos serrilhados que prendiam a plataforma caso ela perdesse a sustentação. Conforme ilustrada na Figura 8.

Figura 8 – Elevador de segurança, criado por Otis



Fonte: Dal Monte, 2000, p. 27

Este tipo de dispositivo de segurança foi o pioneiro do atual freio de segurança usado em elevadores verticais, o qual é acionado pelo limitador de velocidade.

2.2.4 Norma Brasileira 12892

De acordo com a ABNT a NBR 12892 (2009), se caracteriza nos requisitos de segurança para a construção e instalação de elevadores unifamiliares ou de uso restrito a pessoa com mobilidade reduzida, o qual o deslocamento deve ser na vertical com o máximo de inclinação em 15°.

A ABNT ao adotar a NBR 12892 considerou possíveis riscos aos usuários de elevadores como, corte, esmagamento, queda, impacto, aprisionamento, incêndio, choque elétrico, e falhas em materiais devido a danos, desgastes e corrosão. A NBR foi trabalhada em cima destes possíveis riscos para uma melhor proteção aos usuários, pessoas de manutenção e inspeção, e também a proteção própria do elevador, componentes da instalação do elevador e do edifício onde o elevador está instalado. (ABNT, 2009)

2.2.5 Norma Brasileira NM 207

A NBR NM 207 (1999), refere-se especificamente a elevadores elétricos de passageiros – requisitos de segurança para a construção e instalação, o objetivo desta norma é definir as regras de segurança quanto ao uso e manutenções dos elevadores, estabelecer regras mínimas para a instalação de elevadores nos

edifícios/construções. Os requisitos que foram abordados para este estudo são os mesmos da NBR 12892.

A NBR NM 207 (1999) diz que, antes de um elevador entrar em serviço, deve ser inspecionado e ensaiado por uma pessoa ou órgão competente, para assim ser validado com a norma posta pela ABNT, esta norma não é válida somente em território nacional, mas em todo o território Mercosul.

2.2.6 Norma Brasileira 16083

A NBR 16083 (2012), aborda o assunto de manutenção de elevadores, escadas rolantes e esteiras rolantes – Requisitos para instruções de manutenção. Para uma boa segurança da instalação, a manutenção regular deve ser realizada, para que assim as instalações sejam mantidas em boas condições de funcionamento, conforme as instruções do instalador.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão estabelecidos os métodos e técnicas utilizadas para o desenvolvimento do presente projeto.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

A criação deste projeto será baseada na metodologia de projeto do produto, assegurando-se nas pesquisas de Amaral *et. - al.* (2006), Baxter (2011) e Ghelen (2018), percorrendo e adaptando os processos de planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual e por fim projeto detalhado.

3.1.1 Método de pesquisa adotado

O projeto será de caráter estudo de caso, que será trabalhado em forma de pesquisas anteriores referente ao assunto. Segundo Gil (2018), os propósitos do estudo de caso não são os de proporcionar o conhecimento preciso das características de uma população, mas sim o de proporcionar uma visão global do problema ou de identificar possíveis fatores que o influenciam ou são por ele influenciados.

Para Gil (2018), o estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências sociais. Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos casos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento; tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerado.

3.1.2 Quanto a abordagem

A abordagem utilizada neste estudo é de pesquisa qualitativa, a qual será feita através de entrevistas com os clientes. Para Bernardes (2019), dados qualitativos nada mais são do que representações variáveis não direta e objetivamente mensuráveis, como opiniões, expectativas e sensações.

3.1.3 Etapas do Desenvolvimento do Projeto

Como mostra a Figura 9 realizou-se um plano de projeto que serviu de guia para a execução do projeto. De acordo com Amaral (2006), o plano de projeto serve

para documentar as ideias iniciais tomadas no planejamento do produto, além de servir como roteiro na execução do mesmo.

Figura 9 – Plano de Projeto



Fonte: Autor, 2021

Após o problema encontrado em conversa junto com os inquilinos da casa, foi apresentada uma proposta de produto, o qual os mesmos aceitaram a sugestão. Após isso foi iniciado o estudo passando pelo projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado e então apresentado o projeto final aos clientes.

3.2 PROJETO DO PRODUTO

3.2.1 Projeto Informacional

Baseando-se nas informações trazidas no planejamento, o objetivo nesta segunda fase do projeto é desenvolver conjuntos de informações, e assim chamando-as de especificações-meta do produto. Com estas especificações a geração de soluções terão uma orientação sobre os critérios de avaliação e as tomadas de decisões que serão utilizadas na fase de desenvolvimento as quais devem ser seguidas rigorosamente. (AMARAL, 2006).

De acordo com Baxter (2011), deve ser feito estudo detalhado das especificações do projeto antes de dar início ao desenvolvimento, pois produtos bem especificados com relação a funções, tamanhos e potência tem 3,3 vezes mais chances de sucesso.

A identificação dos requisitos dos clientes foi realizada através de uma entrevista com os dois inquilinos da casa, identificando assim quais são realmente as necessidades dos clientes. E então posteriormente foram delimitados os requisitos do produto, onde foram classificados e agrupados de acordo com suas prioridades. Amaral (2006) diz que, quando um requisito do produto que auxilia fortemente para se alcançar um requisito do cliente é mais significativo e deve receber uma atenção maior do que outro requisito que contribui pouco.

Para fazer com que estes requisitos do produto e cliente sejam relacionados entre si, serão utilizadas as ferramentas de Diagrama de Mudge e o Desdobramento da Função Qualidade (QFD).

3.2.2 Projeto Conceitual

Nesta terceira fase inicia-se a atividade de modelamento funcional do produto, é ela que vai auxiliar o time de projeto a especificar os produtos em um grau abstrato, e é este o caminho para se obter uma excelente solução dos problemas. Possibilita-se uma melhor visão e o entendimento claro das restrições essenciais, sem a consideração prévia de uma solução, (AMARAL, 2006).

Dando sequência na elaboração de modelos de concepção, o próximo passo é desenvolver alternativas de soluções para o produto, e a seguir combinar os princípios de solução individuais para a constituição dos princípios totais para o produto (GHELEN, 2011).

Isto será feito por meio de uma matriz morfológica que possui as funções que compõem a estrutura funcional definida para o produto e as variadas soluções para elas, as combinações serão relacionadas entre si, e assim será selecionada a que melhor se correlaciona com os requisitos do projeto.

3.2.3 Projeto Detalhado

Em fase final do projeto, o mesmo deve ser revisado para se ter certeza de que o produto atende as necessidades dos clientes, e as especificações do projeto.

De acordo com Baxter (2011), é fundamental analisar se as soluções obtidas ao longo do estudo atendem aos objetivos propostos. Para se certificar disso é preciso construir e testar um protótipo do produto em questão.

No entanto, este estudo irá desenvolver e apresentar somente o esboço do desenho detalhado do elevador, levando em conta todos os requisitos do cliente e as especificações do produto.

3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Este projeto teve todo seu desenvolvimento e dimensionamento executado com o auxílio do software *SolidWorks* 2017, disponível no laboratório de informática da FAHOR.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta fase do trabalho serão apresentados os resultados com a aplicação da metodologia detalhada anteriormente, referenciando-se nas necessidades dos clientes e nos requisitos do produto.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO AMBIENTE DE INSTALAÇÃO

Conforme observa-se na Figura 10, é onde será instalado o elevador para passageiros, a fonte de alimentação será monofásica que irá ser instalada da própria residência.

Figura 10 – Local do elevador



Fonte: Autor, 2021

Como a residência não possui um lugar apto em seu interior para a instalação de um elevador, e os clientes descartaram a hipótese de romper o piso do segundo pavimento, optou-se então por instalar o elevador na parte externa da residência, que será ao lado da porta da garagem, assim facilita também o acesso ao segundo pavimento em dias de chuva.

4.2 PROJETO INFORMACIONAL.

4.2.1 Requisitos dos clientes

Os requisitos dos clientes foram desenvolvidos através de conversa com os dois futuros inquilinos da residência, que deixaram claro quais são os requisitos desejáveis, conforme representados no Quadro 3.

Quadro 3 - Requisitos dos clientes

Requisito dos clientes	
1	Possuir corrimão na cabine
2	Iluminação interna
3	Fácil acesso as botoeira de acionamento
4	Possuir botão de emergência
5	Fácil fabricação
6	Fácil acesso
7	Capacidade para três pessoas
8	Custo acessível
9	Fácil manutenção

Fonte: Autor, 2021

Os dois futuros inquilinos da residência identificaram os nove requisitos mais desejáveis, fim de que os mesmos sejam atendidos no projeto.

4.2.2 Requisitos do Projeto

Após definidos os requisitos dos clientes, foram estabelecidos os requisitos do projeto, os quais foram analisados individualmente a fim de identificar uma melhor maneira de atender as necessidades dos clientes, conforme mostra o Quadro 4.

Quadro 4 - Requisitos do projeto

Atributos gerais	Básicos	Categoria	Requisitos do Projeto
		Funcionamento	- Cabo de aço de sustentação
- Estrutura estável			
- Tensão 220 Volts e monofásico			
Segurança	- Motor motoredutor com inversor de frequência		
	- Atender as normas regulamentadoras		
Ciclo de vida	Manutenção	- Peso máximo de 300 Kg	
		- A cada 90 dias realizar manutenção	
	Fabricação	- Porta tipo sanfonada/pantográfica	
		- Projeto de baixo custo	
Usabilidade	Montagem	- Montagem através de solda eletrodo, rebites e parafusos	
		- Acionamentos por comandos	
		- Cabine retangular	
Atributos específicos	Materiais	Geométrico	- Sistema de roldanas
		Materiais	- Estrutura de aço SAE 1020
			- Cabine panorâmica

Fonte: Autor, 2021

Foram analisados e levantados ao total quinze requisitos de projeto, os quais devem ser pontuados no desenvolvimento do produto final. Estes requisitos são subdivididos em funcionamento, segurança, manutenção fabricação, montagem, usabilidade, geométricos e materiais.

4.2.3 Hierarquizar Requisitos do Cliente e Produto

Nesta fase de hierarquização dos requisitos foi utilizado o Diagrama de Mudge, com o objetivo que comparar todos os requisitos dos clientes entre si e definir seu grau de importância, conforme Quadro 5.

Quadro 5 - Diagrama de Mudge

Requisitos dos Clientes	Ter corrimão na cabine	Iluminação interna	Fácil acesso as botoeira de acionamento	Possuir botão de emergência	Fácil fabricação	Fácil acesso	Capacidade para três pessoas	Custo acessível	Fácil manutenção	Pesos	%	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Possuir corrimão na cabine	1	2B	3B	4A	1C	6A	1B	1C	1C	6	8,33	
Iluminação interna		2	3C	4A	2C	6A	7B	2B	2C	5	6,94	
Fácil acesso as botoeira de acionamento			3	4A	3A	6A	3B	3C	3B	12	16,67	
Possuir botão de emergência				4	4A	6A	4A	4A	4A	20	27,78	
Fácil fabricação					5	6A	7B	8B	5B	3	4,17	
Fácil acesso						6	6A	6A	6A	15	20,83	
Capacidade para três pessoas							7	7B	7A	8	11,11	
Custo acessível								8	8B	3	4,17	
Fácil manutenção									9	0	0	
										TOTAL	72	100

Fonte: Autor, 2021

Para declarar o grau de importância de cada requisito, foi selecionado o requisito mais importante de cada coluna e linha, e após isso determinado se A = muito importante, B = moderadamente importante ou C = pouco importante. Logo em seguida foram reescritos em ordem decrescente de acordo com o grau de importância de cada um, conforme está demonstrado no Quadro 6.

Quadro 6 - Hierarquização dos requisitos dos clientes

Requisitos dos clientes			
n°	Importância	Peso	Descrição
4	1°	20	Possuir botão de emergência
6	2°	15	Fácil acesso
3	3°	12	Fácil acesso as botoeira de acionamento
7	4°	8	Capacidade para três pessoas
1	5°	6	Possuir corrimão na cabine
2	6°	5	Iluminação interna
5	7°	3	Fácil fabricação
8	8°	3	Custo acessível
9	9°	0	Fácil manutenção

Fonte: Autor, 2021

A fim de que o projeto final atenda todas as necessidades do cliente, as informações obtidas no Diagrama de Mudge foram confrontadas com os requisitos do projeto. A ferramenta utilizada para isso foi a de Desdobramento da Função Qualidade (QFD), também conhecida como Casa da Qualidade, Figura 11.

4.2.4 Estabelecimento dos requisitos do projeto

Nesta última fase do projeto informacional os requisitos do projeto foram divididos em três grupos, ordenados com maior importância de acordo com o que foi gerado na ferramenta QFD, conforme demonstrado no Quadro 7.

Quadro 7 - Estabelecimento dos requisitos do projeto

POSIÇÃO	GRUPO	PONTUAÇÃO	REQUISITO
1º	A	579	Atender as normas regulamentadoras
2º		244	Projeto de baixo custo
3º		194	Estrutura estável
4º		188	Cabine panorâmica
5º		187	Montagem através de solda eletrodo, rebites e parafusos
6º	B	97	Acionamentos por comandos
7º		88	Peso máximo de 300Kg
8º		84	Cabo de aço de sustentação
9º		84	Estrutura de aço SAE 1020
10º		81	Motor motoredutor com inversor de frequência
11º	C	76	Cabine retangular
12º		66	Porta tipo sanfonada/pantográfica
13º		40	Sistema de roldana
14º		36	Tensão 220 Volts e monofásico
15º		4	A cada 90 dias realizar manutenção

Fonte: Autor, 2021

Conforme pode ser visto no Quadro 7, os requisitos de maior prioridade se encontram no grupo A, média prioridade no grupo B e baixa prioridade no grupo C.

4.3 PROJETO CONCEITUAL

4.3.1 Modelar funcionalmente o produto

Para um melhor entendimento do sistema do produto, foi desenvolvida a função global, é nela que é demonstrada qual a função do produto, conforme está na Figura 12.

Figura 12 – Função Global do sistema

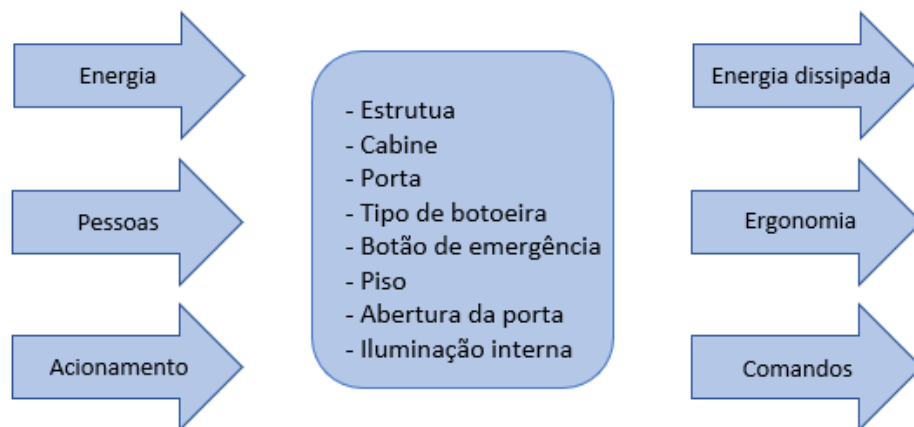


Fonte: Autor, 2021

Na Figura 12 pode-se observar quais são as principais entradas e saídas do sistema.

A partir da função global do produto, foi definida a função global específicas, a qual facilita uma melhor compreensão da funcionalidade do produto, conforme está demonstrado na Figura 13.

Figura 13 – Estrutura funcional



Fonte: Autor 2021

As funções globais específicas observadas na Figura 13, foram obtidas através das necessidades do projeto.

4.3.2 Pesquisar por princípios de solução




Nesta fase do projeto pesquisou-se por soluções das funções, soluções estas que já existem no mercado. Para uma melhor visualização destas soluções utilizou-se a matriz morfológica, conforme Quadro 8.

Quadro 8 – Matriz Morfológica

MATRIZ MORFOLÓGICA			
FUNÇÃO	1	2	3
ESTRUTURA	Fechada com vidro	Feita de contoneiras	Feita de alvenaria
			
CABINE	Fechada com grades	Fechada com aço	Fechada com vidro
			
PORTA	Abertura frontal	Abertura superior	Abertura lateral
			
TIPO DE BOTOEIRA	Liga/desliga	Liga/desliga	Sobre/desce
			
BOTÃO DE EMERGÊNCIA	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
			
PISO	Mármore	Chapa xadrez	Grade
			
ABERTURA DA PORTA	Sensor	Botão	Manualmente
			

continua

continuação

	Fluorescente Compacta	Fluorescente Tubular	Led Tubular
ILUMINAÇÃO INTERNA			

Fonte: Autor, 2021

Como pode ser visualizado no Quadro 8, foram escolhidas três propostas de solução para cada função do sistema, afim de encontrar a que melhor atende as necessidades do cliente.

No Quadro 9, está apresentada a matriz morfológica combinada, com apenas duas das opções escolhidas anteriormente.

Quadro 9 – Matriz morfológica combinada

MATRIZ MORFOLÓGICA		
FUNÇÃO	1	2
ESTRUTURA	Fechada com vidro	Feita de contoneiras
		
CABINE	Fechada com grades	Fechada com vidro
		
PORTA	Abertura superior	Abertura lateral
		

continua

continuação

TIPO DE BOTOEIRA	Liga/desliga		Sobe/desce	
	PISO	Grade		Chapa xadrez
BOTÃO DE EMERGÊNCIA	Tipo 2		Tipo 3	
	ABERTURA DA PORTA	Botão		Manualmente
ILUMINAÇÃO INTERNA	Fluorescente Tubular		Led Tubular	

Fonte: Autor, 2021

No Quadro 9 está ilustrado as possíveis soluções para atender os requisitos do cliente, e também as que possuem maior relevância para a criação do projeto.

4.3.3 Selecionar a concepção do produto

Após escolhidas as duas concepções com maior relevância em relação as necessidades do cliente, as mesmas foram postas em uma matriz de decisão, conforme Quadro 10.

Quadro 10 - Matriz de Decisão

Requisito	Peso	Concepção 1	Pontuação 1	Concepção 2	Pontuação 2
Possuir botão de emergência	20	1	20	1	20
Fácil acesso	15	0	0	0	0
Fácil acesso as botoeira de acionamento	12	1	12	1	12
Capacidade para três pessoas	8	1	8	1	8
Possuir corrimão na cabine	6	-1	-6	1	6
Iluminação interna	5	1	5	1	5
Fácil fabricação	3	1	3	1	3
Custo acessível	3	-1	-3	1	3
Fácil manutenção	0	0	0	0	0
Peso Total			39		57

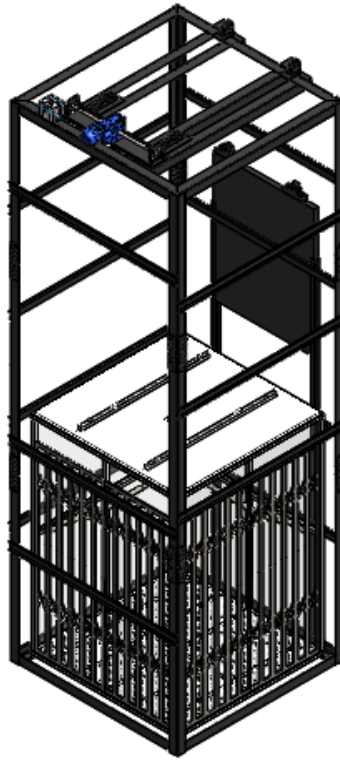
Fonte: Autor, 2021

Os requisitos aqui atribuídos foram os requisitos do cliente, e o peso é referente ao peso que se obteve quando aplicado no Diagrama de Mudge. Cada concepção foi avaliada para cada requisito com os valores de 1, se a concepção for influência positiva ao requisito, 0 se não possui influência, e -1 se possui influência negativa ao requisito em análise. Após feita esta análise, os mesmos foram multiplicados pelo peso de cada requisito.

Conforme é visualizado no Quadro 10, a concepção 2 teve maior influência sobre os requisitos do cliente, e assim obtém-se os componentes que servirão como base do projeto e que melhor irão atender as necessidades do mesmo.

Na Figura 14 tem-se um esboço do elevador de passageiros realizado através desta definição de concepção. O esboço foi realizado no software *SolidWorks* fornecido pela Instituição FAHOR.

Figura 14 – Esboço do projeto



Fonte: Autor, 2021

Na Figura 14 está representado um conceito do projeto, assim possibilita um melhor entendimento do produto final.

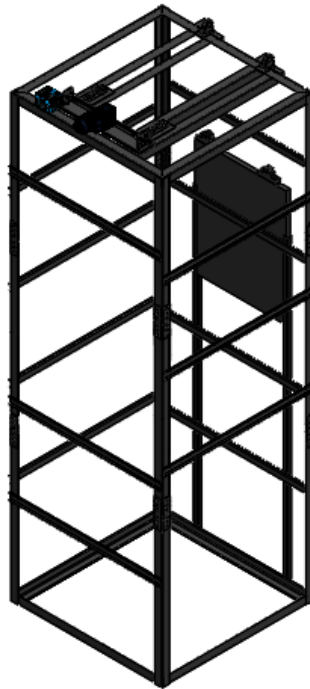
4.4 PROJETO DETALHADO

Esta é a última fase do estudo e é nela que será detalhado o projeto, baseando-se nas concepções e princípios definidos nas fases anteriores e assim atingindo todos os requisitos de cliente e projeto.

4.4.1 Estrutura

A estrutura servirá para a sustentação da cabine nos dois pavimentos, ela foi projetada em cantoneiras de material Aço SAE 1020, o formato e o tipo de material foram levados em consideração por serem de fácil fixação e de custo mais acessível, conforme figura 16.

Figura 15 – Estrutura



Fonte: Autor, 2021

O material Aço SAE 1020 apresenta propriedades mecânicas relevantes para a fabricação do elevador, Quadro 11.

Quadro 11 - Propriedades mecânicas

Tipo de aço	Teor de Carbono (%)	Resistência a tração (MPa)	Limite de escoamento (MPa)	Módulo de elasticidade (Gpa)	Alongamento base de medida de 50 mm (%)	Dureza Brinell
SAE 1020	0,1 a 0,23	420	350	205	15	121

Fonte: Autor, 2021

Este material além de apresentar ótimas propriedades mecânicas é de fácil soldabilidade, o que facilitou muito na escolha, pois as cantoneiras serão fixadas através de solda eletrodo e de parafusos

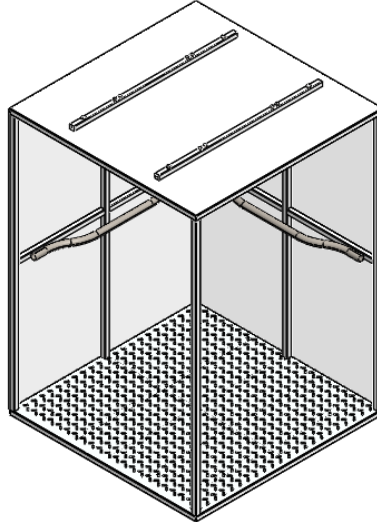
Juntamente com a estrutura está também o contrapeso do elevador, que irá se movimentar através de cabos de aço conforme o elevador irá subir e descer.

4.4.2 Cabine

Para o projeto da cabine do elevador, foi pensado e projetado algo mais moderno, a cabine será em formato de cabine panorâmica, ou seja, duas de suas paredes serão em vidro temperado, assim durante o dia poderá ser usada a luz natural para iluminação interna da mesma. Para uma melhor segurança dos usuários, nestas

mesmas paredes foram projetados dois corrimões e fixados em uma altura de 1 metro, conforme Figura 16.

Figura 16 - Cabine

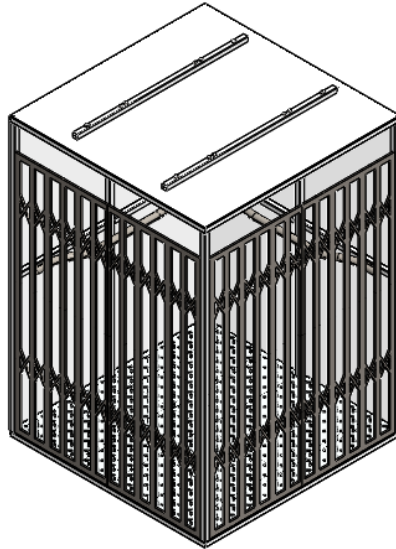


Fonte: Autor, 2021

Como pode ser visualizado na Figura 16 a cabine irá ter duas portas, esta parte do projeto foi levado em conta porque a parede que o elevador será instalado é uma parede plana, e se o elevador estiver no segundo pavimento não será possível a entrada e saída do elevador pela mesma porta do primeiro pavimento, somente se iria ter uma espécie de passarela. Mas esta ideia foi descartada pois o acesso seria inviável para cadeirantes e assim o elevador se tornaria de difícil acesso, deste modo não seria atendido um dos requisitos do cliente, e o projeto também se tornaria com um custo mais alto, o qual o cliente também requisitou para um projeto de custo mais acessível.

Na Figura 17 está demonstrada a cabine com as portas montadas.

Figura 17 – Cabine completa

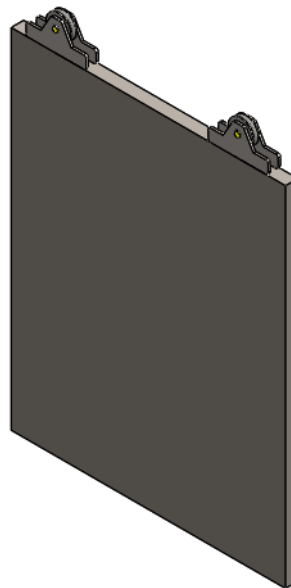


Fonte: Autor, 2021

Após atribuído o tipo de material a ser usado em cada peça, o peso total da cabine ficou em 690 Kg.

Para um melhor funcionamento do elevador em relação ao balanceamento, o contrapeso deve ter o peso igual da cabine e mais 40 a 50% da carga que ele suporta. Sendo assim, com os 690 Kg da cabine e mais 135 Kg da carga que corresponde a 45%, o contrapeso tem 825 Kg, (ver Figura 18).

Figura 18 - Contrapeso



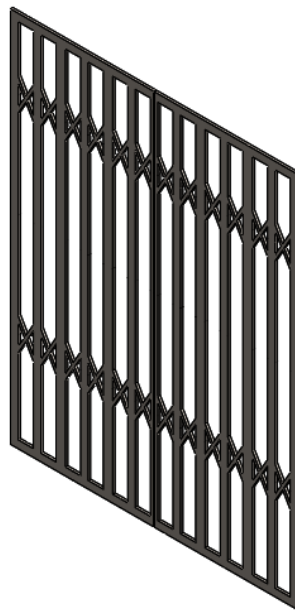
Fonte: Autor, 2021

Com o uso do contrapeso adequado as especificações o motor usa menos força para movimentar a cabine, portanto reduz a quantidade de energia gasta pelo motor.

4.4.3 Porta

Como pode ser visto na Figura 19 a porta será de tipo pantográfica, a abertura da mesma será manualmente e assim facilita no espaço para a entrada e saída de uma cadeira de rodas.

Figura 19 – Porta



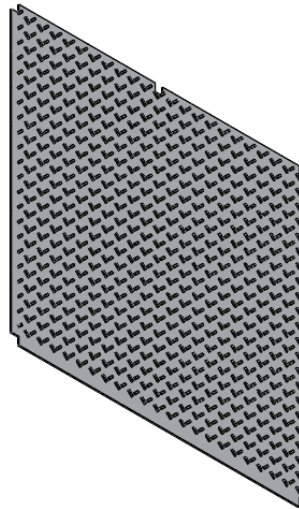
Fonte: Autor, 2021

Como já falado e visualizado no tópico anterior serão duas portas de dimensões igual, as mesmas não serão fabricadas pelo cliente e sim adquiridas no mercado.

4.4.4 Piso da cabine

Para a definição desta parte do projeto, foi considerado que o elevador será instalado em ambiente externo e por isso em dias de chuva haverá bastante humidade, também será utilizado por pessoas idosas e por isso o piso será de tipo antiaderente, mais conhecido no mercado como chapa xadrez, conforme visto na Figura 20.

Figura 20 – Piso da cabine



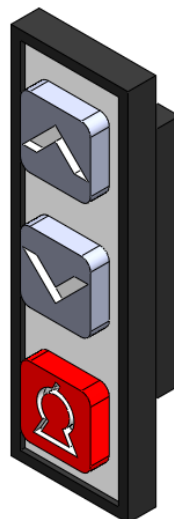
Fonte: Autor, 2021

O material da chapa xadrez será de alumínio, pois este tipo de material possui maior resistência a corrosão. O piso será fixado na cabine e nos reforços da cabine através de rebites.

4.4.5 Tipos de botoeiras

No elevador haverá três botões, sobe, desce e o botão de emergência, conforme Figura 21.

Figura 21 – Botoeiras



Fonte: Autor, 2021

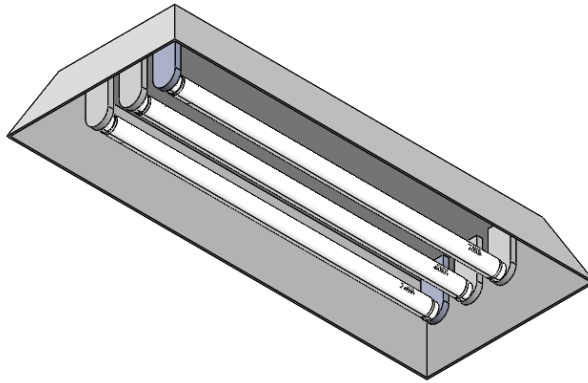
A opção de o elevador possuir um botão de emergência foi de escolha do cliente, o qual julgou necessário. As botoeiras estarão instaladas no pilar do elevador que divide as duas portas em uma altura de 1 metro, desta forma facilita o acesso

para o acionamento pois estará na entrada das duas portas e também para um cadeirante alcançar as botoeiras sem dificuldades.

4.4.6 Iluminação interna

Como já falado durante o dia a iluminação na cabine será de luz natural, e durante o uso noturno ou em dias mais escuros será de lâmpada tubular de LED fixada no teto da cabine, conforme segue Figura 22.

Figura 22 – Iluminação interna



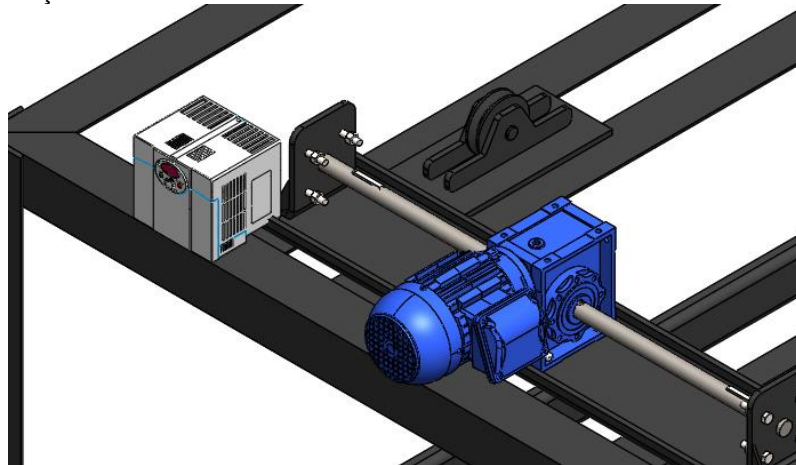
Fonte: Autor, 2021

Dentro da cabine terá um sensor de movimento que estará interligado em uma fotocélula que estará do lado externo do elevador, quando a fotocélula detectar uma iluminação baixa liberará energia para o sensor de movimento e assim a luminária será acessa.

4.4.7 Alimentação

Para a alimentação do elevador optou-se por um sistema elétrico (Figura 23), é mais viável em relação a custos, pois a energia será da própria energia elétrica da residência.

Figura 23 - Alimentação



Fonte: Autor, 2021

Este sistema será por um motor motoredutor com inversor de frequência, o qual fará seu acionamento através das botoeiras instaladas dentro do elevador.

O motor sugerido ao cliente é um motor motofreio para redutores da fabricante WEG de 3 CV (Figura 24), o qual é indicado para aplicações que exigem paradas rápidas, e o mesmo se encaixa perfeitamente ao uso do elevador.

Figura 24 - Motor WEG



APLICAÇÕES

Especialmente desenvolvida para a aplicação em redutores de velocidade, a linha de Motofreios WEG é indicada para aplicações onde são exigidas paradas rápidas, posicionamento, economia de tempo e segurança como: talhas, pontes rolantes, elevadores, polias automáticas, guinchos e diversas máquinas operatrizes de uso geral.

CARACTERÍSTICAS

- Freio Especial Lenze (maior conjugado frenagem)
- Grau de proteção: IP55
- Vedação Especial: oil seal – retentor com mola (dianteiro) e retentor sem molas (traseiro)
- Carcaças: ferro fundido
- Bujão para dreno de óleo
- Anel de centrifugação de óleo
- Potências: 0,16 a 15 cv (carcaças 63 a 132M)
- Isolamento: classe "B" (63-100L), classe "F" (112M-132M).
- Fator de Serviço: 1,15
- Rolamento de esferas
- Categoria N
- Tensões: 220/380V, 380/660V ou 220/380/440V
- Cor: Azul RAL 5007

Fonte: Catálogo WEG, 2021, p. A-11

Em estudo um motor de 3 CV terá a força necessária para suportar a carga do elevador e de seus passageiros, que será no máximo 1000 Kg. Uma vez que 1 CV tem a potência de levantar 75 Kg a uma altura de 1 metro em 1 segundo, em uma rotação de 1700 RPM, para um elevador de passageiros esta rotação é muito alta pois não apresenta segurança. Quando um motor elétrico trabalha com redutor de velocidade ele oferece mais força, pois a rotação no eixo de saída do redutor de velocidade diminui e o torque aumenta, portanto com este redutor de velocidade que será aplicado ao motor elétrico, 3 CV irá ser o suficiente para suprir a carga do elevador e de seus passageiros.

4.4.8 Pré-visualização

Na Figura 25 esta demonstrada uma pré-visualização do elevador instalado na residência.

Figura 25 - Pré-visualização



Fonte: Autor, 2021

A porta de entrada e saída do elevador para o primeiro pavimento fica ao lado da porta da garagem, e a porta de entrada e saída para o segundo pavimento fica em frente a varanda.

CONCLUSÃO

A proposta de desenvolvimento de um projeto conceitual e detalhado de elevador residencial para passageiros, foi realizado seguindo as metodologias de projeto e produto, desde entrevista com o cliente, até pesquisas de produtos similares já existentes no mercado.

O objetivo principal deste estudo, era projetar um sistema de elevação vertical para passageiros que permitisse uma melhor movimentação com conforto, segurança e comodidade, pois será utilizado por pessoas com uma idade mais avançada, e também por pessoas com dificuldades motoras, assim facilitando o acesso ao segundo pavimento da residência.

Para o desenvolvimento deste estudo foi aplicada a metodologia de projeto do produto, o qual possui três fases principais, projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado. No projeto informacional obteve-se as necessidades e especificações do cliente e os requisitos do produto, a partir disso utilizou-se o Diagrama de Mudge e o Desdobramento da Função Qualidade – QFD, para se obter quais seriam os requisitos de maior importância para o projeto do elevador.

Já no projeto conceitual foram definidas as funções necessárias para a criação do projeto, através disso pesquisou-se por possíveis soluções já existentes no mercado.

Na fase do projeto detalhado apresentou-se um esboço do projeto, dando uma proposta de como ficará o elevador com as especificações obtidas nas fases anteriores.

Através do projeto detalhado do elevador, é possível concluir que o estudo atendeu a todos os objetivos propostos, pois através da metodologia aplicada de forma eficaz, clara e coerente, foi possível atender todos os requisitos do cliente, e assim garantindo uma melhor qualidade de vida no dia a dia dos usuários do elevador.

Como proposta de seguimento do projeto, a sugestão é a realização do dimensionamento estrutural das tensões e deformações causadas pelo uso e desgaste diário.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 12892. **Elevadores unifamiliares ou de uso restrito a pessoa com mobilidade reduzida.** 2009. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5003139/mod_resource/content/0/NBR12892%20-%20Arquivo%20para%20impress%C3%A3o.pdf. Acesso em 12 set. 2021.

ABNT NBR 16083. **Manutenção de elevadores, escadas rolantes e esteiras rolantes – Requisitos para instruções de manutenção.** 2012. Disponível em: http://www.pmb.eb.mil.br/images/documentos/abnt/abnt_elevador.pdf. Acesso em 12 set. 2021.

ABNT NBR NM 207. **Elevadores elétricos de passageiros – Requisitos de segurança para a construção e instalação.** 1999. Disponível em https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-02-12_01-35-18140154.pdf. Acesso em 12 set. 2021.

ADNORMAS. **A acessibilidade das pessoas com deficiência em elevadores.** 2020. Revista Digital AdNormas. Disponível em: <https://revistaadnormas.com.br/2020/02/18/a-acessibilidade-das-pessoas-com-deficiencia-em-elevadores>. Acesso em 19 mar. 2021.

AGORA ELEVADORES, 2021. **Plataforma residencial.** Disponível em: <https://www.elevadoresagora.com.br/elevador-residencial>. Acesso em 10 set. 2021.

AMARAL, D. C.; et. al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

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

BERNARDES, E. **Pesquisa qualitativa em engenharia de produção e gestão de operações.** São Paulo: Atlas, 2019.

BRASIL. Lei n. 10.098, de 19 de dezembro de 2000. **Acessibilidade.** 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10098.htm. Acesso em 10 set. 2021.

BUXTON, P. **Manual do arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

CATÁLOGO WEG, 2021. **Motores Elétricos.** Disponível em: https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/catalogo_weg_motores-eletricos_4-44.pdf. Acesso em 11 novem 2021.

DAL MONTE, P.J. **Elevadores e escadas rolantes.** Rio de Janeiro: Tavares & Tristão, 2000.

GELSON LUZ, 2021. **Aço Carbono SAE 1020.** Disponível em: <https://www.materiais.gelsonluz.com/2017/10/aco-sae-1020-propriedades-mecanicas.html>. Acesso em 11 novem 2021.

GHELEN, R. Z. da C. **Desenvolvimento de Produtos**. Porta Alegre: Sagah, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

IBGE. **Pessoas com deficiência**. 2010. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>. Acesso em 11 set. 2021.

MONTELE ELEVADORES, 2020. **Elevador M8**. Disponível em: <https://montele.com.br/elevador-passageiros>. Acesso em 09 set. 2021.


NASSAR, W. R. **Apostila de Máquinas de Elevação e Transporte**. São Paulo: Universidade de Santa Cecília, 2004.



RUDENKO, N. **Máquinas de Elevação e Transporte**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.

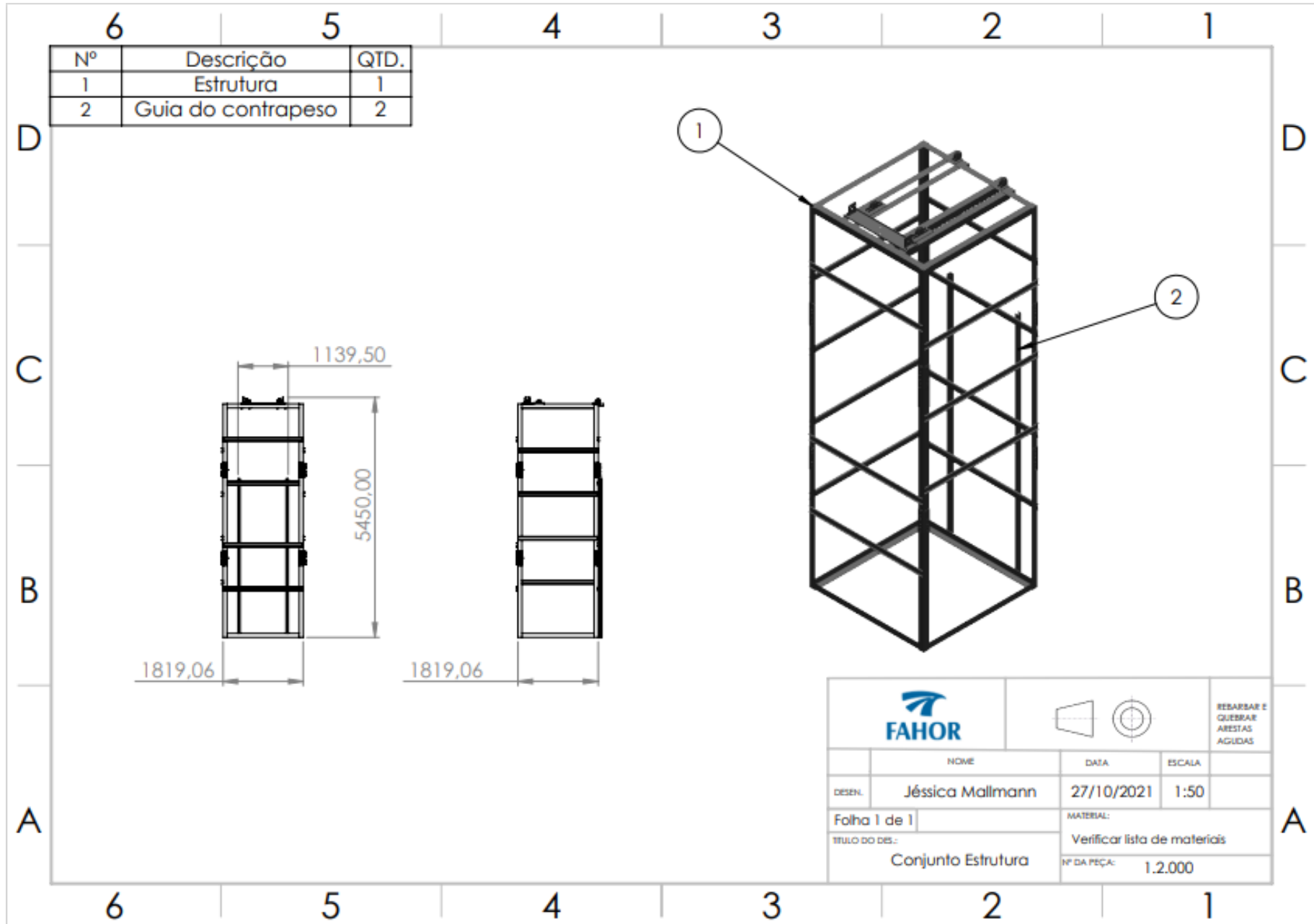
.

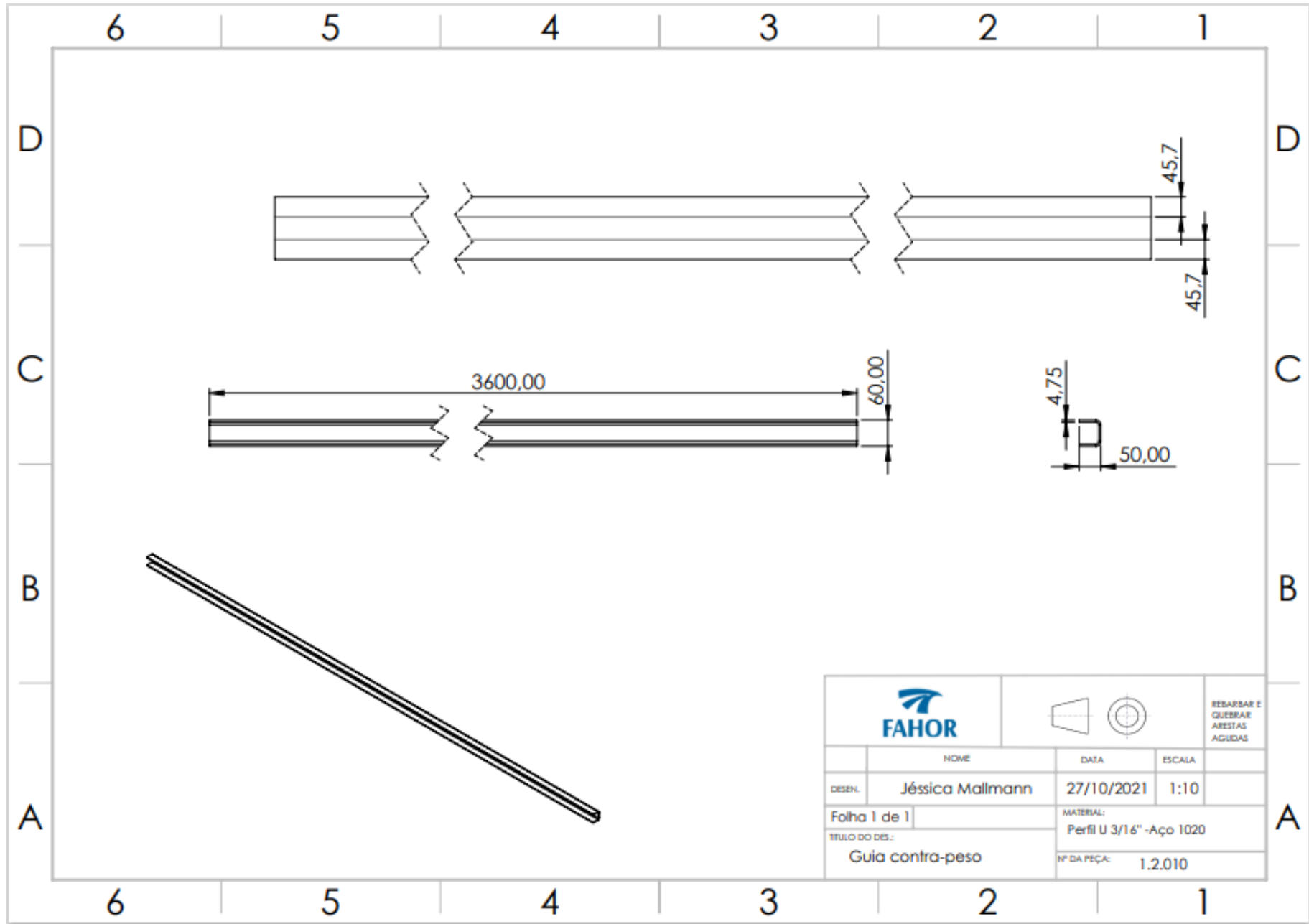
APÊNDICE – DESENHOS DETALHADOS DO CONJUNTO DO ELEVADOR

Nº	Descrição	QTD.
1	Estrutura	1
2	Cabine	1

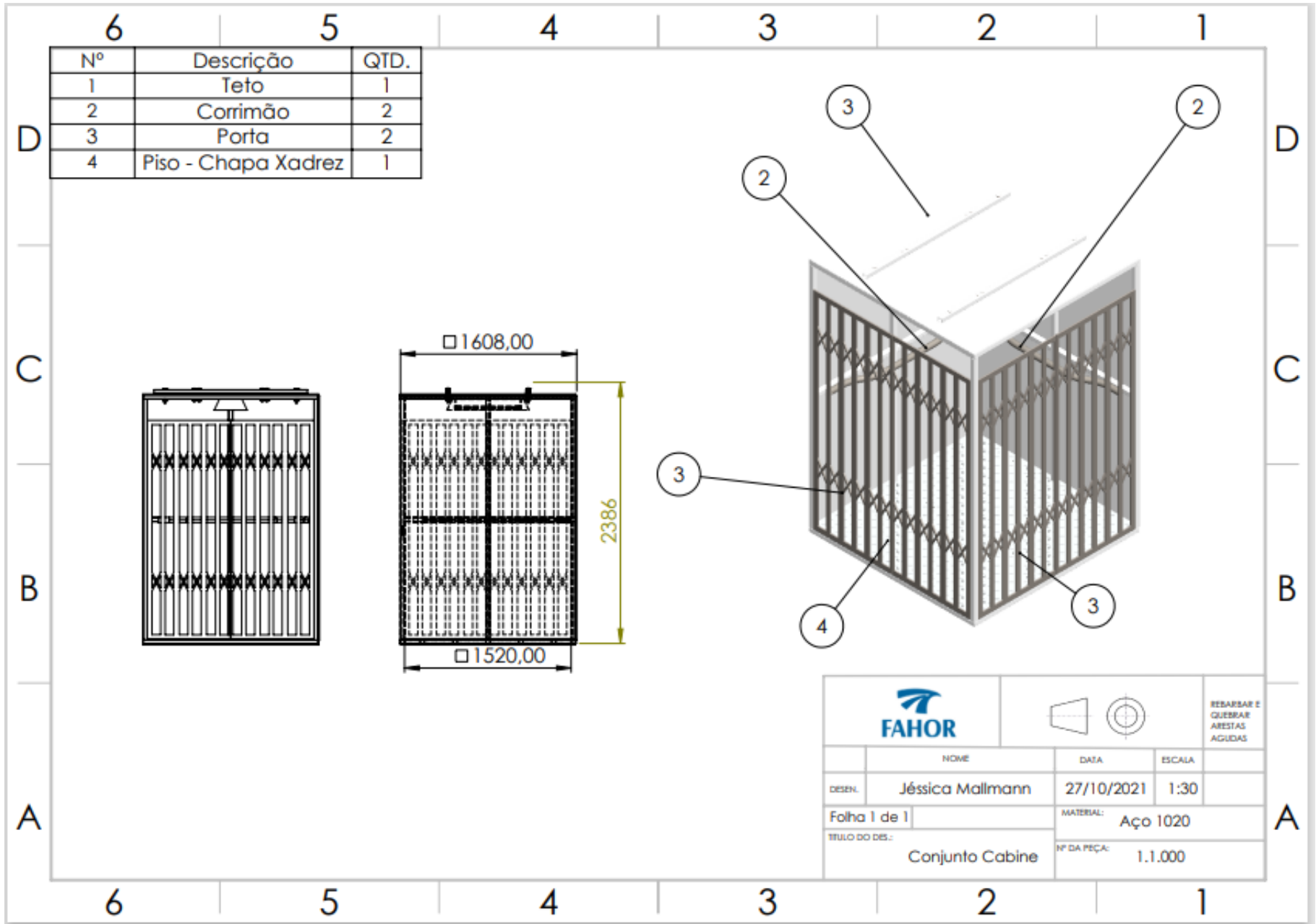



				RESARTEAR E QUEBRAR ABERTAS AGUDAS
NOME		DATA	ESCALA	
desen.	Jéssica Mallmann	28/10/2021	1:50	
Folha 1 de 1		MATERIAL: Verificar lista de materiais		
TÍTULO DO DES.: Montagem Final Elevador		Nº DA PEÇA: 1.0.000		

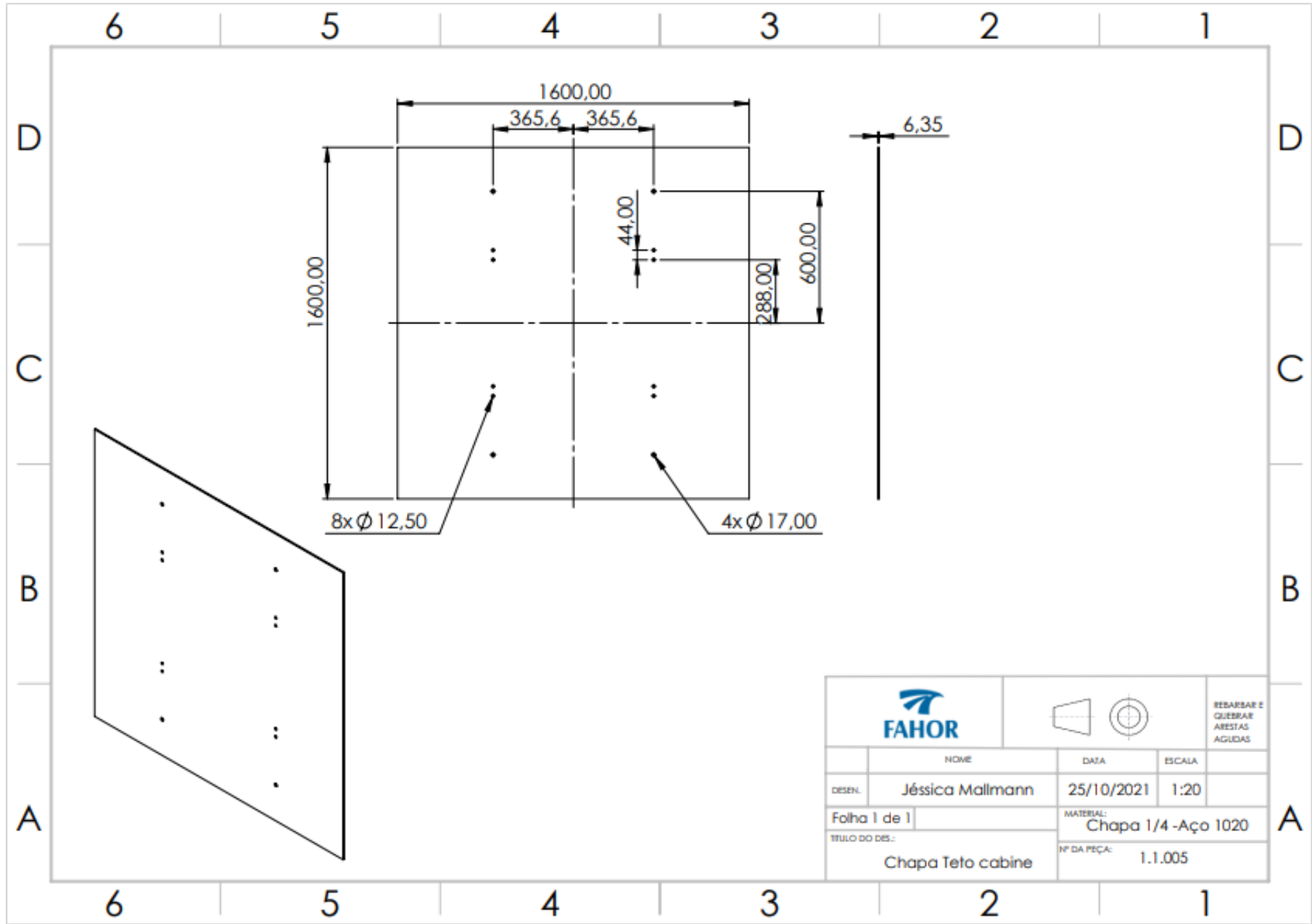


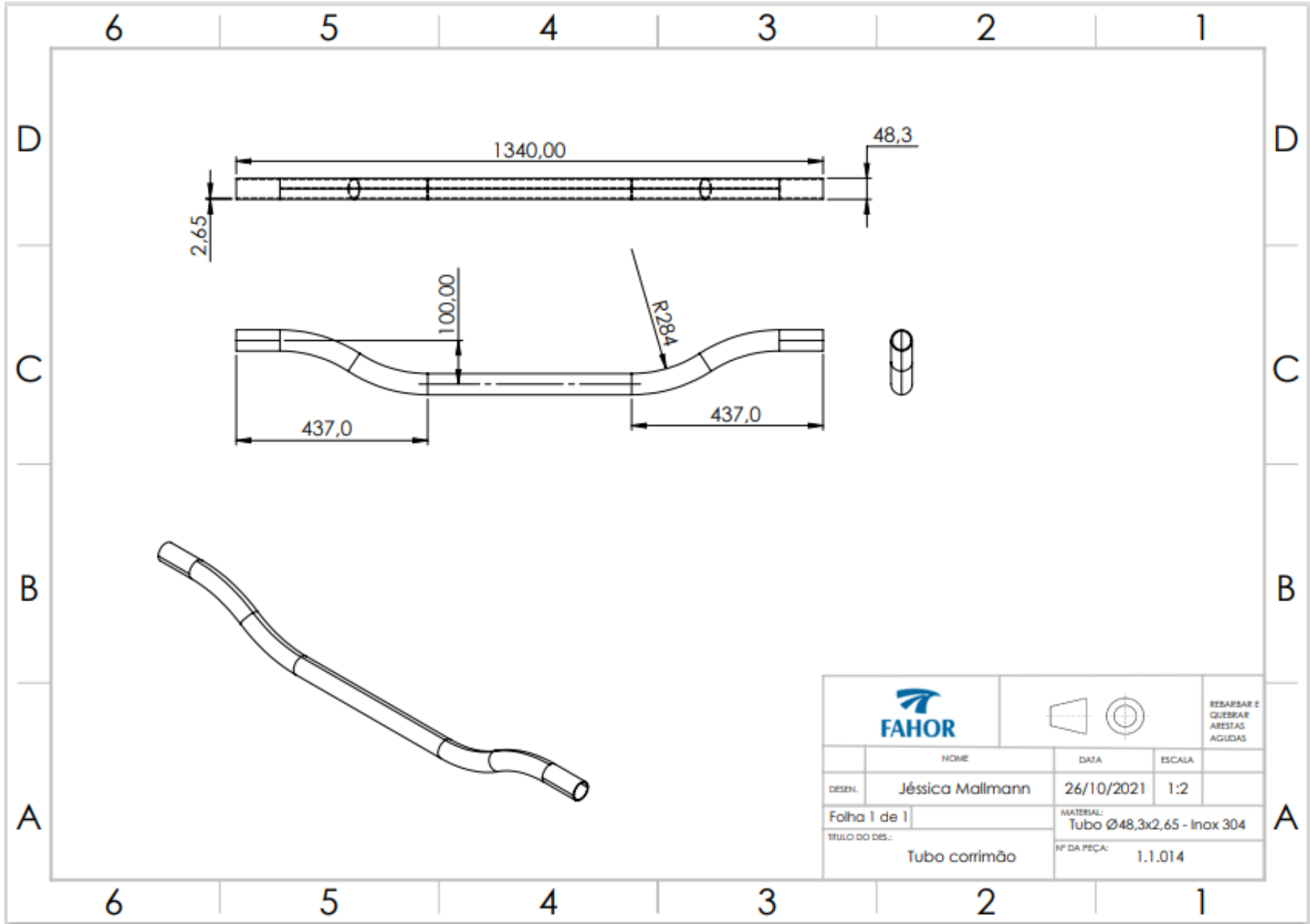


				RESABAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
NOME		DATA	ESCALA	
desen.	Jéssica Mallmann	27/10/2021	1:10	
Folha 1 de 1		MATERIAL: Perfil U 3/16" -Aço 1020		
TÍTULO DO DES.: Guia contra-peso		Nº DA PEÇA: 1.2.010		

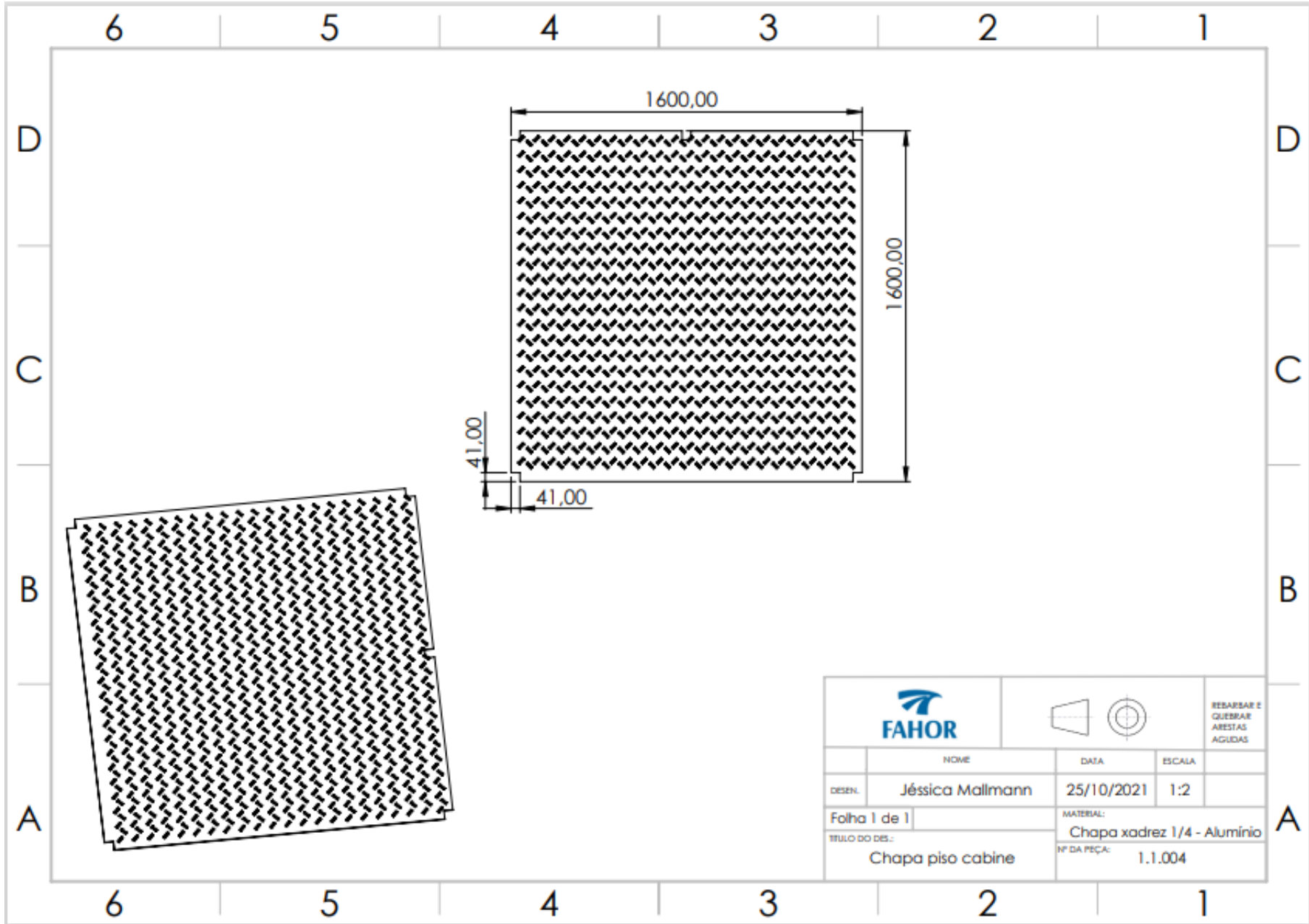


				REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
	NOME	DATA	ESCALA	
DESEN.	Jéssica Mallmann	27/10/2021	1:30	
Folha 1 de 1		MATERIAL:	Aço 1020	
TÍTULO DO DES.:	Conjunto Cabine		Nº DA PEÇA:	1.1.000





				REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
	NOME	DATA	ESCALA	
DESEN.	Jéssica Mallmann	26/10/2021	1:2	
Folha 1 de 1		MATERIAL: Tubo Ø48,3x2,65 - Inox 304		
TÍTULO DO DES.:		Nº DA PEÇA: 1.1.014		
Tubo corimão				



ANEXO

Figura 11 - QFD

