



Everaldo Jose Tormes

**PROJETO DE UM IMPLEMENTO PARA ABRIR VALAS E ENTERRAR CANOS
PARA IRRIGAÇÃO E/OU DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

Horizontalina - RS

2022

Everaldo Jose Tormes

**PROJETO DE UM IMPLEMENTO PARA ABRIR VALAS E ENTERRAR CANOS
PARA IRRIGAÇÃO E/OU DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

Projeto do Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para o Trabalho Final de Curso na Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina, sob orientação do Prof. Dr. Rafael Luciano Dalcin.

Horizontina - RS

2022

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

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

**“Projeto de um implemento para abrir valas e enterrar canos para irrigação
e/ou distribuição de água”**

**Elaborado por:
Everaldo Jose Tormes**

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

Aprovado em: 08/12/2022
Pela Comissão Examinadora

Prof. Dr. Rafael Luciano Dalcin
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Prof. Dr. Augusto Cesar Huppes da Silva
FAHOR – Faculdade Horizontina

Prof. Me. Luis Carlos Wachholz
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS
2022**

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades que tive, agradeço também a minha família, minha esposa e minhas filhas, sem elas nada disso seria possível. Agradecer também a todos amigos que fiz durante esta graduação, todos tiveram participação para que pudesse alcançar meus objetivos. Por fim, agradecer ao orientador Prof. Dr. Rafael Luciano Dalcin por todas as palavras, conselhos e ensinamentos.

“O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível”.

(Max Weber)

RESUMO

O ramo da agricultura está cada vez mais em expansão e os agricultores e produtores rurais cada vez mais estão em busca de máquinas e equipamentos que auxiliam no dia a dia, para aumentar a produtividade, e reduzir exposição a enfermidades. Tendo em vista que o mercado no segmento agrícola é competitivo, cada vez mais as empresas que produzem equipamentos para esse ramo estão atrás de tecnologias e inovações, para assim conseguir suprir a demanda e necessidades dos agricultores. Na busca de suprir essas necessidades, buscou-se através da metodologia de projeto de produto realizar o projeto detalhado de um implemento agrícola para auxiliar o agricultor a abrir valas e enterrar os canos de água para distribuição de água em sua propriedade, substituindo o trabalho braçal por um implemento simples, funcional e de baixo custo. Foi projetado um implemento agrícola que substitua o trabalho braçal de forma clara e objetiva, trazendo agilidade no trabalho, segurança na operação, diminuindo em 90% o esforço físico de abrir valas e reduzindo tempo e dinheiro gasto com o serviço.

Palavras-chave: Aterrar canos, Metodologia de projeto de produto, Riscos ergonômicos, *Software* CAD.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Método convencional para abrir valas e enterrar mangueiras de água....	11
Figura 2 – Gráfico milhões de toneladas exportadas	18
Figura 3 – Método convencional para abrir valas.....	20
Figura 4 – Ferramentas para realização do trabalho manual	21
Figura 5 – Valetadeira para abertura de valas.	22
Figura 6 – Abertura de vala com retroescavadeira.....	23
Figura 7 – Fases de desenvolvimento do projeto.....	26
Figura 8 – Função global.....	34
Figura 9 – Diagrama de Mudge.....	45
Figura 10 – QFD.....	47
Figura 11 – Função global do produto.....	50
Figura 12 – Estrutura funcional simplificada.....	50
Figura 13 – Estrutura funcional	51
Figura 14 – Matriz morfológica dos princípios de solução.....	52
Figura 15 – Matriz morfológica reorganizada	53
Figura 16 – Modelamento 3D da concepção do produto.....	55
Figura 17 – Leiaute preliminar.....	56
Figura 18 – Estrutura.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 19 – Sistema de apoio.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 20 – Sistema de rompimento do solo.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 21 – Sistema de fixação	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Exportação de carne bovina no mês de setembro	17
Quadro 2 – Critérios para avaliação da fase de planejamento do projeto.....	30
Quadro 3 – Tipos de clientes.....	32
Quadro 4 – Critérios de avaliação	33
Quadro 5 – Critérios de avaliação	36
Quadro 6 – Escopo do produto	39
Quadro 7 – Escopo do projeto.....	40
Quadro 8 – Cronograma do projeto.....	41
Quadro 9 – Análise de riscos do projeto	42
Quadro 10 – Orçamento do projeto.....	43
Quadro 11 - Ciclo de vida do produto.....	43
Quadro 12 - Requisitos dos clientes do produto.....	44
Quadro 13 – Hierarquia dos requisitos dos clientes	46
Quadro 14 – Requisitos do Projeto	46
Quadro 15 – Terço superior das especificações do produto	48
Quadro 16 – Terço médio das especificações do produto	48
Quadro 17 – Terço inferior das especificações do produto	49
Quadro 18 – Descrição das funções	51
Quadro 19 – Matriz de decisão	54
Quadro 20 – Lista de verificação dos erros e fatores de perturbação.....	58
Quadro 21 – Lista de verificação.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	TEMA	11
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	11
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.4	HIPÓTESES	12
1.5	JUSTIFICATIVA	13
1.6	OBJETIVOS	13
1.6.1	Objetivo Geral	13
1.6.2	Objetivos Específicos	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	RISCOS A SAÚDE DOS AGRICULTORES	15
2.2	HISTÓRIA DA CRIAÇÃO DO GADO	16
2.3	EXPORTAÇÃO DE CARNE BOVINA	17
2.4	DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA PARA GADO	18
2.5	MÁQUINAS E IMPLEMENTOS AGRICOLAS	19
2.6	SOLUÇÕES DISPONÍVEIS PARA ABERTURA DE VALAS	20
2.7	ERGONOMIA NA AGRICULTURA	23
2.8	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	24
2.8.1	Planejamento do Projeto	25
2.8.2	Projeto Informacional	25
2.8.3	Projeto Conceitual	25
2.8.4	Projeto Detalhado	25
3	METODOLOGIA	26
3.1	PLANEJAMENTO DO PROJETO	27
3.1.1	Definir interessados do projeto	27
3.1.2	Definir escopo do produto	28
3.1.3	Definir escopo do projeto	28
3.1.4	Detalhar o escopo do projeto	28
3.1.5	Preparar cronograma	29
3.1.6	Avaliar riscos	29
3.1.7	Preparar orçamento do projeto	29
3.1.8	Definir indicadores de desempenho	29
3.1.9	Avaliar e aprovar fase	30
3.2	PROJETO INFORMACIONAL	31
3.2.1	Detalhar ciclo de vida do produto	31
3.2.2	Definir os clientes do produto	31
3.2.3	Identificar os requisitos dos clientes	32
3.2.4	Definir requisitos de projeto	32
3.2.5	Definir especificações-meta do produto	33
3.2.6	Avaliar e aprovar fase	33
3.3	PROJETO CONCEITUAL	33
3.3.1	Modelar funcionalmente o produto	34
3.3.2	Desenvolver princípios de solução para as funções	34
3.3.3	Desenvolver alternativas de solução para o produto	35
3.3.4	Definir arquitetura do produto	35
3.3.5	Analisar sistemas, subsistemas e componentes (SSCs)	35
3.3.6	Selecionar a concepção do produto	35
3.3.7	Avaliar e aprovar fase	36

3.4	PROJETO DETALHADO.....	36
3.4.1	Elaborar Leiautes Preliminares e Desenhos de Formas.....	36
3.4.2	Elaborar Leiautes Detalhados e Desenhos de Formas	37
3.4.3	Finalizar as Verificações	37
3.4.4	Avaliar e aprovar fase	37
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	38
4.1	PLANEJAMENTO DO PROJETO	38
4.2	PROJETO INFORMACIONAL.....	43
4.3	PROJETO CONCEITUAL	49
4.4	PROJETO DETALHADO.....	55
4.4.1	Leiautes preliminares e desenhos de forma.....	55
4.4.2	Leiautes detalhados e desenhos de forma	58
4.4.3	Finalização das verificações	58
4.4.4	Revisão do projeto	59
5	DISCUSSÃO GERAL DOS RESULTADOS	60
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS.....	62
	APÊNDICE – DESENHOS DETALHADOS DO DISPOSITIVO.....	65

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o site da Embrapa (2022) a agricultura brasileira é reconhecida como altamente competitiva e geradora de empregos, riquezas, alimentos, fibras e bioenergia para o Brasil e para os outros países. Ainda, é um dos setores que mais contribui para o crescimento do PIB nacional, que representa cerca de 21% da soma de todas as riquezas produzidas, um quinto dos empregos e cerca de 43,2% de exportações. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o Brasil produziu cerca de 9,4 milhões de toneladas de carne bovina no ano de 2021 (PECSITE, 2022). Embora a maior parte do que se produz fique no país, ainda se tem uma exportação de mais de 25% para diversos países europeus. Em vista disso, se percebe a necessidade de distribuição de água potável para ingestão animal. Conforme Fernandes *et al.* (2014) *apud* Bayer (2016) os avanços tecnológicos e o desenvolvimento da mecanização da produção agrícola têm proporcionado um aumento na produção e a diminuição do impacto à saúde do trabalhador rural, a agricultura familiar não dispõe destes recursos, onde, conseqüentemente necessitam de maior grau de esforço físico.

Segundo Lesme *et al.* (2011) *apud* Bayer (2016), posturas inadequadas durante o processo produtivo e a utilização das ferramentas de forma errada podem ocasionar doenças, como lesões por esforços repetitivos e doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho com conseqüente redução de produtividade conforme o médico ortopedista e traumatologista Joaquim Reichmann, *apud* Merladete (2019), os principais problemas ortopédicos nos agricultores afetam a coluna vertebral, tais como hérnias discais, compressão de nervos, desgaste ósseo e problemas de joelho e ombro. Os principais males são geralmente gerados ou agravados pela falta de cuidado na hora das atividades.

Segundo Merladete (2019) os riscos de lesões podem ser minimizados se o produtor rural utilizar os equipamentos e ferramentas adequadas para realizar os trabalhos, assim, evitando sobrecargas e lesões. Os males mais difíceis de curar são os que estão associados à coluna vertebral, pois quando se exteriorizam a doença normalmente está em fase avançada e as vezes nem os melhores tratamentos conseguem ser eficazes. Para realizar a distribuição de água, se faz necessário abrir uma valeta no chão para que assim possa ser enterrada a mangueira. Este método é muito utilizado por agricultores que visam enterrar a mangueira em piquetes com

pastagens para o gado. A Figura 1 demonstra o método convencional para abrir uma vala para enterrar um cano.

Figura 1 – Método convencional para abrir valas e enterrar mangueiras de água



Fonte: Wikihow, 2022

A fim de minimizar essas enfermidades, busca-se desenvolver um dispositivo que facilite a atividade do agricultor, substituindo ferramentas que fazem trabalho braçal, tais como a enxada, e as pás, por um equipamento acoplado ao trator, que possa realizar o mesmo trabalho, porém com mais eficiência e facilidade.

1.1 TEMA

Desenvolver o projeto de um implemento para abrir valas e enterrar canos para irrigação e/ou distribuição de água.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimita-se ao desenvolvimento de um projeto detalhado de um implemento que auxilie o agricultor a abrir valas e enterrar canos para irrigação e/ou

distribuição de água na sua propriedade, através da metodologia de processos de desenvolvimento de produtos (PDP), passando este pelas quatro fases do projeto de produto, sendo elas o desenvolvimento do planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual e por fim o projeto detalhado.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

A disposição de implementos agrícolas que auxiliam o agricultor atualmente é vasta, existe uma diversidade de máquinas que facilitam o dia a dia do agricultor, proporcionando maior produtividade e ainda resguardando o agricultor de enfermidades. Segundo o blog RIJEZA Metalurgia (2022), ao longo dos anos, com o aumento da demanda e a intensificação dos meios de produção, diversas técnicas capazes de otimizar os resultados foram criadas, gerando assim maior produtividade e competitividade no campo. Ainda, teve avanços em relação à economia de tempo, redução de mão de obra, economia de recursos e controle de qualidade. As enfermidades são por vezes responsáveis por fazer os agricultores desejarem dispositivos, máquinas e equipamentos cada vez mais tecnológicos, com isso, facilitando seu trabalho. O implemento ideal para o agricultor é aquele que exige o menor esforço possível para ele, quanto menos precisar parar seu trator e desembarcar melhor. A necessidade de desenvolvimento de um implemento que substitua facilmente o trabalho braçal do agricultor é grande.

Em vista disso o tema do trabalho busca substituir as enxadas, pás e picaretas por um sistema mais simplificado para abrir valas e enterrar canos para distribuição de água ou para irrigação, obteve-se a ideia de realizar um implemento acoplado ao trator para realizar o enterramento de canos. Com base nos fatos vivenciados, faz-se o seguinte questionamento: Seria possível desenvolver o projeto detalhado de um implemento que quando acoplado a um trator substitua o trabalho braçal para realizar o aterramento de canos para distribuição de água?

1.4 HIPÓTESES

Neste estudo, foram levantadas três hipóteses durante a pesquisa:

- Desenvolver um sistema adaptado a um moto cultivador para abrir valas e enterrar canos;

- Desenvolver o projeto detalhado de um implemento para abrir valas e enterrar canos;
- Fabricar um implemento para abrir valas e enterrar canos.

JUSTIFICATIVA

De acordo com Amaral *et al.* (2006), o desenvolvimento de novos produtos está sendo considerado cada vez mais crítico e pode influenciar no desempenho dos produtos no mercado. Além disso, pode ser influenciado na eficiência dos processos e na qualidade do produto. Os produtores rurais visam cada vez mais inovações e opções de equipamentos que possam facilitar suas atividades rotineiras, onde buscam principalmente aumentar a produtividade e facilitar o seu trabalho. A forma mais convencional de realizar o aterramento de uma mangueira, é a utilização de enxadas, pás e realizar o trabalho manualmente. Muitas vezes os agricultores necessitam distribuir água por sua propriedade para realizar uma irrigação ou até mesmo para distribuir para o gado e por vezes tem que cavar muitos quilômetros para que esta atividade seja de fato realizada.

Com base neste contexto, percebe-se a importância de realizar o desenvolvimento de um projeto detalhado de um implemento que realize esse trabalho e substitua os métodos convencionais. Com isso facilitando a vida do agricultor, reduzindo enfermidades, esforços repetitivos, aumentando a produtividade e realizando o trabalho de forma mais rápida e eficiente. A atividade de cavar não oferece ergonomia no trabalho, logo, não atende a NR-17, que tem como principal objetivo estabelecer alguns padrões que permitam o conforto, desempenho e segurança do trabalhador. (NORMAS E REGRAS, 2022).

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver o projeto detalhado de um implemento para abrir valas e enterrar canos para a distribuição de água.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Definir os requisitos para o desenvolvimento do projeto detalhado do implemento para abrir valas e enterrar canos para a distribuição de água;
- Analisar e definir a hipótese mais viável para solução do problema;
- Desenvolver o projeto em *software* CAD *SolidWorks*.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será apresentado informações pertinentes a saúde e ergonomia dos agricultores, bem como entender um pouco mais sobre agricultura, implementos agrícolas, produção de gado, exportação de carne bovina soluções disponíveis para realizar o trabalho de abrir valas e enterrar canos, além de conhecer um pouco sobre as quatro etapas da metodologia de projeto de produto, sendo elas: planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual e por fim o projeto detalhado.

2.1 RISCOS A SAÚDE DOS AGRICULTORES

Segundo Alves e Guimarães (2012) *apud* Bayer (2016) o ramo da agricultura está sendo visto como um dos mais perigosos em relação a saúde e segurança do trabalhador, o número de acidentes, lesões e doenças vem crescendo amplamente neste segmento. Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT), a agricultura está em um grupo onde executam atividades que causam mais mortes, isso vem proveniente dos trabalhos que exigem maior esforço físico (BAYER, 2016).

De acordo com Martins e Ferreira (2015) *apud* Bayer (2016), os trabalhadores rurais estão expostos a riscos físicos, químicos, biológicos, mecânicos, em relação a organização do trabalho, ergonômicos, ambientais e sociais. Nos fatores ergonômicos podem ser gerados devido a postura inadequada e viciosa devido a não projeção de equipamentos levando em consideração antropométricos do usuário, esforço físico intenso, jornadas longas de trabalho, levantamento e transporte de peso, posturas forçadas e inadequadas, repetitividade, flexão e torção do tronco.

Ainda segundo Alves e Guimarães (2012) *apud* Bayer (2016) foi constatado em estudo que as doenças osteomusculares ou musculoesqueléticas e do tecido conjuntivo são as mais comuns entre os trabalhadores rurais, destacando-se em ordem decrescente de frequências, inflamações das articulações e ligamentos (geralmente acontecem nos braços, punhos, ombros, joelhos, punhos), dores lombares crônicas e cervicalgias e problemas na coluna dorsal. Para concluir, Alves e Guimarães (2012) *apud* Bayer (2016) diz que ao observar as atividades, percebe-se que o trabalho é altamente repetitivo, com uso manual intenso e que exige muito em termos de postura, fatos que corroboram para muito risco ergonômico para desordens musculoesqueléticas.

2.2 HISTÓRIA DA CRIAÇÃO DO GADO

Segundo o site CSR (2022) a chegada do gado no Brasil ocorreu praticamente junto com a chegada dos primeiros colonizadores portugueses. No início da colonização, a maior vantagem de ter o gado era para mover os engenhos de cana de açúcar, a primeira monocultura brasileira que se expandiu ao longo do litoral nordestino. Com o passar do tempo, o aumento do rebanho começou a gerar problemas aos plantadores de cana pois o gado ocupava muito espaço que originalmente era reservado as plantações de cana de açúcar.

Ainda CSR (2022) menciona que no final do século XVIII a região de Pelotas começou a dominar o mercado brasileiro em relação a criação de gado, pois a região do Nordeste passou a ser muito povoada e assim, passou a produzir menos do que consumia. Além do charque, os pecuaristas da região sul passaram a exportar o couro e animais de transporte. Contextualizando CSR (2022) diz que em resumo, a pecuária de corte no Brasil passou a desenvolver-se por meio da expansão da fronteira agrícola e pela utilização de terras esgotadas pela agricultura. Segundo o site COIMMA (2021), atualmente o Brasil contempla o maior rebanho bovino comercial do mundo, com padrão internacional de qualidade.

A história de criação de gado no Rio Grande do Sul se dá devido aos padres jesuítas espanhóis. O tratado de Tordesilhas, assinado no ano de 1494, garantia a Espanha a exploração das terras, o que levou aos padres a fixar as suas reduções na região, catequizar os índios e dar início a uma nova sociedade. Devido ao clima os pastos e a facilidade de locomoção o gado se desenvolveu rapidamente, com isso, a fuga de animais deu origem a numerosos rebanhos, que vivia solto na natureza e sem donos (MARION FILHO *et al.*, 2010).

Conforme Marion Filho *et al.*, (2010) com a expansão da mineração no Brasil, o preço do gado aumentou e levou os outros estados a buscar animais no extremo sul do país. Os ganhos econômicos oriundos da venda de animais, despertou o interesse de Portugal pela região, o que motivou uma luta contra os espanhóis por essas terras. A distribuição de terras, acelerou a captura dos rebanhos que viviam soltos pelos campos.

2.3 EXPORTAÇÃO DE CARNE BOVINA

Formigoni (2022), apresenta uma tabela com os dados de carne bovina no Brasil, segundo dados do MDIC-SECEX, no mês de setembro no período de 2013 e 2022, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Exportação de carne bovina no mês de setembro

Setembro	US\$ Milhões	Varição	Milhões de Tons	Varição
2013	\$ 502,00	-	112,10	-
2014	\$ 441,40	-12,1%	90,40	-19,4%
2015	\$ 436,90	-1,0%	96,00	6,2%
2016	\$ 388,80	-11,0%	93,00	-3,1%
2017	\$ 471,40	21,2%	111,90	20,3%
2018	\$ 595,50	26,3%	150,70	34,6%
2019	\$ 525,40	-11,8%	123,70	-17,9%
2020	\$ 583,00	11,0%	142,00	14,8%
2021	\$ 1.082,00	85,6%	187,00	31,7%
2022	\$ 1.218,40	12,6%	203,00	8,6%

Fonte: Adaptado de Formigoni, 2022

Formigoni (2022), destaca que o mês de setembro de 2022 somou uma alta de exportação de carne bovina de 12,6% em relação ao mesmo período de 2021. O embarque de carne bovina também cresceu, cerca de 8,6% em relação ao mesmo período do ano de 2021. No período entre janeiro e setembro de 2022, a exportação somou equivalente a quase 10 bilhões de dólares, uma alta de cerca de 40,7% em relação ao mesmo período de 2021. Conforme Figura 2, o gráfico expressa a quantidade de carne exportada em milhões de toneladas durante o mês de setembro no período de 2013 até 2022.

Conforme pode ser visto na Figura 2 demonstra a variação da exportação de carne bovina durante 2013 e 2022, onde, mesmo com a pandemia mundial do COVID-19, a exportação continuou com uma constância, até com um pequeno aumento no ano de 2020 (durante a pandemia), quando comparado a 2019 (antes da pandemia).

Figura 2 – Gráfico milhões de toneladas exportadas



Fonte: Adaptado de Formigoni, 2022.

2.4 DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA PARA GADO

Segundo Rochfer (2022), a água é um insumo essencial para qualquer ser vivo, no entanto, tal como para nós, não é qualquer água que o gado pode ingerir, é fundamental que seja de ótima qualidade, livre de odores, limpa e fresca. Ao beber água diretamente de rios e lagos o animal pode facilmente ter sérios problemas de saúde. Ainda segundo Rochfer (2022), em determinados locais de criação, os animais têm que se deslocar para beber água nos rios, represas ou açudes, necessitando andar longas distâncias e conseqüentemente, perdendo peso e muitas calorias, além de estressar o animal.

Segundo Rochfer (2022), para garantir que o gado tenha um bom desempenho e uma maior rentabilidade, é preciso garantir que os animais tenham água sempre à disposição. Contudo, a distribuição de água das pastagens deve ser bem planejada para que a área de movimentação seja de fácil acesso. O número de bebedouros distribuídos deve ser calculado de acordo com a quantidade de bovinos a serem atendidos, o consumo médio de água por um único animal pode variar de 50 a 60 litros de água, sendo que o animal frequenta o bebedouro de 6 a 7 vezes por dia.

2.5 MÁQUINAS E IMPLEMENTOS AGRICOLAS

Segundo Mantovani (1987) a escolha e a utilização dos equipamentos agrícolas nos sistemas de manejo do solo, são dependentes do tratamento que se quer dar ao solo para a exploração agrícola. Para que um equipamento seja utilizado racional ou eficiente, é necessário conhecer o sistema de manejo de solo que ele vai atender, as características desejáveis que o solo deve apresentar, a energia consumida e a capacidade efetiva de trabalho. Ainda segundo Mantovani (1987), tradicionalmente, no Brasil, predomina o arado de discos como forma de preparar o solo. O nosso sistema convencional de preparo de solo consiste em uma aração com arado e duas gradagens com grade. Segundo o site RIJEZA Metalurgia (2020), a utilização de máquinas e implementos agrícolas trouxe grandes progressos e maior competitividade na agricultura, tais como:

- Economia de tempo: otimização e agilidade no processo produtivo agrícola (desde a preparação do solo até a colheita);
- Redução da mão de obra: a tecnologia surge para dar uma solução ao produtor rural, que não encontra trabalhadores para realizar as atividades no campo, principalmente na colheita;
- Economia de recursos: possibilidade de redução dos custos de produção em aproximadamente 30%;
- Controle de qualidade: redução dos problemas associados à integridade e higiene dos alimentos, o que impacta diretamente nas questões relacionadas ao desperdício.

RIJEZA Metalurgia (2020) também menciona que em 2018 o Brasil possuía mais de 2 milhões de máquinas agrícolas, um aumento de mais de 40% se comparado ao mesmo período de 2006. Para o ano de 2020, as vendas de máquinas agrícolas pela indústria para concessionárias no Brasil devem crescer 2,9% após um pequeno recuo em 2019, segundo projeção da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (RIJEZA, 2020). Ainda segundo o site RIJEZA Metalurgia (2020), o custo de manutenção das máquinas agrícolas tem impacto significativo na rentabilidade dos produtores. As atuais técnicas de plantio e colheita melhoraram muito a produtividade, no entanto, expõem as máquinas agrícolas a ambientes severos em termos de desgaste, reduzindo o desempenho do produtor por dois motivos:

Produtividade: o desgaste de peças reduz o tempo disponível de trabalho do equipamento durante a janela de plantio e pode resultar em menor produtividade por área de plantio.

Substituição de peças: o desgaste de peças exige que o produtor mantenha estoque de peças de reposição e faça a devida substituição para a manutenção da produtividade. Este custo é bastante representativo nos custos de manutenção.

2.6 SOLUÇÕES DISPONÍVEIS PARA ABERTURA DE VALAS

Atualmente o método mais utilizado para enterrar mangueiras de água é o método convencional, com o auxílio de ferramentas manuais, assim, o agricultor passa por horas realizando a abertura de uma valeta para enterrar a mangueira para a distribuição de água. A Figura 3 demonstra os métodos manuais para abertura de valas.

Figura 3 – Método convencional para abrir valas



Fonte: DiTomasoLaw, 2019.

As ferramentas comumente usadas para a realização desse trabalho é a enxada, pá, picareta e cavadeira, conforme Figura 4.

Figura 4 – Ferramentas para realização do trabalho manual



Fonte: Madareli, 2022.

Outra maneira de realizar o trabalho é com a aquisição de uma máquina para realizar a abertura da valeta, esta valetadeira pode trabalhar em qualquer terreno, onde pode abrir valetas de 10 cm até 1,2 m de largura, além de ter um alcance de 6 metros de profundidade. Essa valetadeira, porém, exige um alto investimento, pois o seu custo está na faixa dos 80 mil reais, após a abertura da valeta, é necessário ainda posicionar a tubulação de água e tapar esta tubulação. A Figura 5 demonstra a imagem desta valetadeira em execução.

Figura 5 – Valetadeira para abertura de valas.



Fonte: MF Rural, 2022

Outra maneira também utilizada para a realização de abertura de valas é através de retroescavadeiras, onde a concha da máquina realiza o trabalho de abertura da vala, após a abertura, pode-se realizar a colocação da tubulação e consequentemente realizar o fechamento da vala novamente. A Figura 6 demonstra a realização da escavação de uma vala através do método utilizando a retroescavadeira. Porém, percebe-se que todos os métodos descritos necessitam que seja realizada a abertura da vala, a colocação da tubulação dentro da mesma e por fim realizar a colocação de terra sobre para tampar a tubulação e a proteger.

Figura 6 – Abertura de vala com retroescavadeira



Fonte: Retroescavadeira, 2022

2.7 ERGONOMIA NA AGRICULTURA

É comum que as pessoas se concentrem nas atividades do dia a dia e deixem de lado aspectos relacionados a saúde e bem-estar. Segundo Gimenez (2022) no ambiente agrícola as atividades podem exigir elevado esforço físico do trabalhador mesmo quando este emprega uma máquina. Fatores como a postura, ruído, vibração, poeira, temperatura, umidade, iluminação e outros podem estar presentes em intensidade e combinações que geram desgaste e fadiga, tornando maior a propensão de acidentes.

Ainda segundo Gimenez (2022), quanto mais um indivíduo é exposto a esforço físico dividido em ações diárias, maior os riscos de ocorrência de distúrbios pela ocorrência de fadiga dos tecidos causando lesões. Nas operações com máquinas diversos movimentos repetitivos são realizados dia após dia. Já segundo Martins e Moreira (2015) *apud* Moreira (2018), a atividade agrícola requisita esforço que demanda alto consumo de energia humana. De acordo com a Organização Internacional do Trabalho, a agricultura é um dos três setores de atividade mais

perigosos – os outros dois são a construção civil e a mineração -, sujeitando o trabalhador a um conjunto variado de fatores de risco e de natureza física, química, mecânica e ergonômica.

O site Januario Peças (2020) diz que na agricultura a ergonomia pode se aplicar, já que os trabalhadores agrícolas usam enxadas, estão sempre abaixados e colhendo algo, ou realizando tarefas de diversas formas, sejam leves ou pesadas. Uma postura forçada, carregar muito peso, fazer movimentos rápidos demais, podem afetar a saúde física. Transportar insumos em carrinhos ao invés de carregar manualmente, utilizar equipamentos mecanizados para poupar esforço, utilizar ferramentas manuais que tenham cabos com distribuição de esforços, distribuir peso adequadamente e utilizar equipamentos de proteção individual são algumas das formas de usar a ergonomia na agricultura.

2.8 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Para Amaral *et al.* (2006) o desenvolvimento de produtos consiste em um conjunto de atividades que busca chegar a especificações de um projeto e de processos de produção. Além do desenvolvimento de produto, o acompanhamento do produto após o lançamento também é necessário, para assim serem realizadas eventuais mudanças e adequações. De acordo com o mesmo autor, a identificação dos requisitos de clientes se torna um ponto essencial na constituição das características do produto. A partir dessas informações são definidas as especificações metas do projeto, que proporcionam uma orientação nas concepções para o produto.

O desenvolvimento de projetos é considerado cada vez mais crítico para a competitividade das empresas, principalmente com a crescente internacionalização dos mercados e o aumento da diversidade e variedade de produtos e redução do ciclo de vida dos produtos que estão presentes no mercado (AMARAL *et al.*, 2006). Em vista dessa necessidade, Amaral *et al.* (2006) sugere que para atingir o sucesso no projeto do produto, é necessário a utilização da metodologia PDP a qual é dividida em quatro fases distintas; Planejamento do Projeto, Projeto Informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado.

Planejamento do Projeto

Todas as atividades realizadas na fase de planejamento do projeto devem empreender esforços com intuito de identificar todas as atividades e recursos a fim de integrar para que o projeto siga em frente minimizando possíveis erros. Além disso, o planejamento do projeto deve prever as necessidades de integração de informações e decisões entre todas as áreas funcionais, ajudando assim a melhorar a coordenação e a comunicação do projeto (AMARAL *et al.*, 2006)

Projeto Informacional

A fase de projeto informacional tem como principal objetivo desenvolver um conjunto de informações chamado de especificações-meta do produto, ou seja, fornece orientações para que assim seja possível gerar soluções para os problemas, além disso, também desenvolve a base sobre a qual será desenvolvida e tomada as decisões importantes sobre o projeto (AMARAL *et al.*, 2006).

Projeto Conceitual

Segundo Amaral *et al.* (2006), a realização do projeto conceitual dedica-se à busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema do projeto. A observação de produtos concorrentes ou similares é comum nesta fase de desenvolvimento do projeto. A seleção de soluções é realizada com base em metodologias apropriadas e que estão coerentes com os requisitos definidos na fase de projeto conceitual.

É na fase de projeto conceitual que se tem o desenvolvimento da estrutura e das funções do produto, que posteriormente será exposta a vários princípios de soluções para assim, satisfazer cada uma das necessidades identificadas. As concepções de produtos correspondem a combinação de diversos princípios de soluções (AMARAL *et al.*, 2006).

Projeto Detalhado

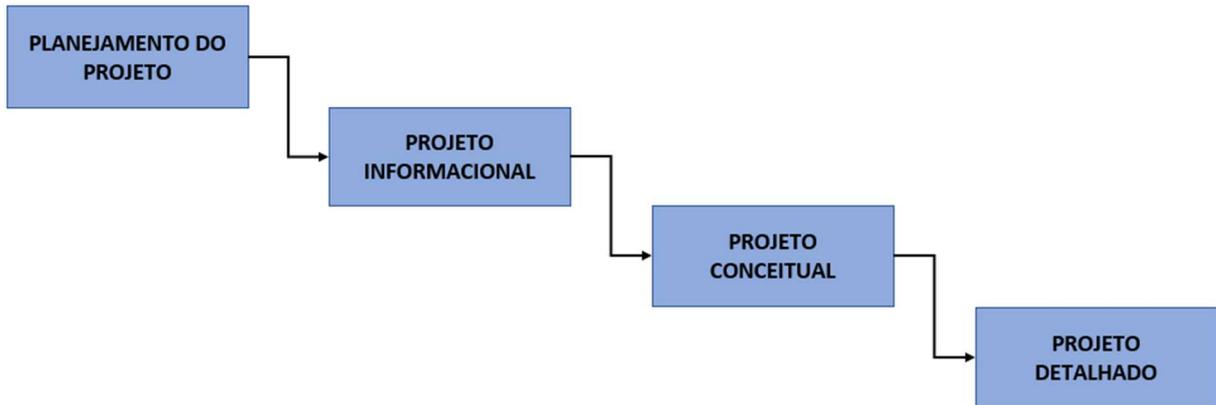
Por fim, a última fase do desenvolvimento de produtos, Amaral *et al.* (2006) relata que o projeto detalhado tem como principal objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações do produto, sendo assim, após o encerramento desta etapa,

o produto está apto a ser construído por meio de definições de forma, dimensões e tolerâncias dos componentes.

3 METODOLOGIA

Para a realização do trabalho, usará a metodologia de projeto de produto desenvolvida por Amaral e PMI. Neste capítulo será abordado as etapas, técnicas e métodos para o desenvolvimento do projeto de produto, descritas pelos dois autores. Assim, seguindo todas as fases e garantindo que os resultados esperados sejam atingidos e atenda às necessidades dos clientes. Segundo PMI (2013), um projeto pode ser definido como um esforço temporário empreendido para a criação de um produto, de um serviço ou até um resultado exclusivo. A natureza temporária de um projeto indica que ele tem início, meio e fim definidos. O término do projeto é alcançado somente quando os objetivos do projeto são alcançados, ou então, quando o projeto é encerrado porque os objetivos não podem ser alcançados, ou até quando a necessidade da existência do projeto deixa de existir.

Ainda segundo PMI (2013), o desenvolvimento de um projeto pode ser dividido em qualquer o número de fases, desde que estas sejam um conjunto de atividades relacionadas de maneira lógica. Geralmente estas fases são sequenciais e a sua quantidade é determinada pelas necessidades de gerenciamento e controle de projeto. Segundo Pahl; Beitz (1996) destaca a importância do processo seguir uma sequência lógica e compreensível. Assim, a pesquisa segue o fluxo descrito na Figura 7, seguindo as quatro fases do desenvolvimento de projetos. A Figura 7 serve para demonstrar as etapas utilizadas para o desenvolvimento do projeto, as quais serão descritas detalhadamente nos próximos capítulos.



Fonte: Adaptado de Amaral *et al.*, 2006.

3.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

É durante a etapa de planejamento de projeto que se tem a definição do escopo do projeto e deve ser descrito com maior propriedade, conforme as informações sobre o projeto. Os riscos e as restrições devem ser analisados e verificados a integridade e atualizados caso se faça necessário (PMI, 2013).

Segundo Amaral *et al.* (2006), como consequência do planejamento do projeto, divulgará as informações relativas às declarações de escopo de projeto e de produto, as atividades e suas respectivas previsões de duração, os recursos, orçamentos, membros vitais para a execução do projeto, os riscos e por fim os indicadores de desempenho. Ainda segundo Amaral *et al.* (2006), é na etapa de planejamento de projeto que se define o gerente do projeto, também são definidos os interessados no projeto, o escopo do produto e do projeto, atividades, cronogramas, avaliações de riscos, pessoas responsáveis, orçamento do projeto, indicadores de desempenho.

3.1.1 Definir interessados do projeto

Segundo Amaral *et al.* (2006), os interessados no projeto são os indivíduos e as organizações que estão envolvidos de alguma forma no desenvolvimento do projeto, ou as pessoas que serão afetadas pela sua existência. Cabe a presente atividade identificar essas partes envolvidas, e entender suas necessidades, limitações e o tipo de envolvimento que terão com o projeto, de forma que as demais atividades do planejamento e execução do projeto façam adequado uso dessas informações. Para Amaral *et al.* (2006), os principais membros da equipe nesta fase são: O gerente do projeto, os membros da equipe, os clientes, a organização executora e financeira e por fim, os fornecedores.

3.1.2 Definir escopo do produto

O principal objetivo desta fase é documentar as características e as aplicações do produto, conhecido também como escopo do produto. Neste documento deve conter uma lista de características e funcionalidades que o produto deverá apresentar (AMARAL *et al.*, 2006).

Amaral *et al.* (2006), ainda destaca a importância de se trabalhar sistematicamente neste modelo, para que assim seja possível buscar entender qual o produto que se pretende desenvolver com o projeto para após definir as estratégias que serão aplicadas no desenvolvimento. Com o resultado da definição do escopo, busca-se definir os parâmetros básicos que caracterizam o produto e as funcionalidades que dele se espera, assim, possuindo uma clara compreensão do que será fornecido para o cliente.

3.1.3 Definir escopo do projeto

Segundo PMI (2013), o escopo do projeto é caracterizado por ser o trabalho que deve ser realizado para que seja possível realizar a entrega do produto, do serviço ou do resultado com as características e as funções específicas, isso caracteriza o escopo do projeto como os processos essenciais para garantir que o projeto inclua todo trabalho necessário para alcançar seu término com sucesso. Para a elaboração do escopo do projeto são utilizadas as informações do escopo e da descrição do produto, e uma definição inicial de restrições e premissas que o projeto precisa respeitar, as informações que podem ser obtidas através das fases anteriores (AMARAL *et al.*, 2006).

3.1.4 Detalhar o escopo do projeto

Segundo Amaral *et al.* (2006), a atividade de detalhar o escopo do projeto tem por finalidade definir alguns padrões para mensurar e monitorar o desempenho, estimar custos de forma mais precisa, recursos e tempos. Além disso, também tem por objetivo distribuir as responsabilidades de forma mais assertiva. Amaral *et al.* (2006), sugere a utilização de uma EDT (estrutura de decomposição de trabalho), que tem como objetivo desmembrar o projeto em suas partes, componentes e elementos, ou seja, decompor e agrupar os componentes do projeto, de maneira orientada aos resultados e que define o escopo completo do projeto.

3.1.5 Preparar cronograma

Para Amaral *et al.* (2006), no cronograma o gerente do projeto irá definir a programação para cada atividade, contendo a data de início, meio e fim, para isso será feita uma estimativa, a informação de entrada para esta tarefa será a lista de atividades adquiridas anteriormente, o resultado para esta atividade será o prazo para a realização de cada atividade. PMI (2013), afirma que o processo de planejar o gerenciamento do cronograma é o processo de estabelecer as políticas, os procedimentos e a documentação para o planejamento, desenvolvimento, gerenciamento, execução e controle do cronograma do projeto.

3.1.6 Avaliar riscos

Na fase de avaliação de riscos, Amaral *et al.* (2006) diz que a análise dos riscos deve ser feita através do levantamento de todos os riscos existentes e classifica-os de acordo com a sua probabilidade de acontecer e o impacto que gera caso aconteça. Assim, esses dados resultarão na severidade, que será a base para identificar quais devem ser os riscos eliminados totalmente, quais devem ser as ações para diminuir a probabilidade e o impacto.

3.1.7 Preparar orçamento do projeto

Para Amaral *et al.* (2006), o orçamento é uma atividade de extrema importância a ser executada com base na lista de atividades, cronograma e recursos disponíveis e resultará em uma base para estimar o preço do produto que torna viável o projeto. PMI (2013), diz que determinar o orçamento é um processo de agregação dos custos estimados e de atividades individuais ou pacotes de trabalho para estabelecer uma linha de base dos custos autorizada.

3.1.8 Definir indicadores de desempenho

Para Amaral *et al.* (2006), os indicadores de desempenho são fatores usados para avaliar a execução do projeto, estes não devem apenas se preocupar em checar se todas as atividades foram realizadas no período certo e com o resultado esperado, mas também o valor de contribuição para o projeto. Ainda segundo Amaral *et al.* (2006), os indicadores são utilizados principalmente para medir o tempo, custo e o escopo, tais como: Tempo de desenvolvimento, realização das atividades

programadas, conforme o planejamento, custo total do projeto, custo real sobre o orçamento, qualidade dos resultados em conformidade com as especificações.

3.1.9 Avaliar e aprovar fase

Segundo Amaral *et al.* (2006), a etapa de avaliação e aprovação da fase consiste em firmar a transição de fases, concluindo a etapa do planejamento do projeto e passando para a fase do projeto informacional. No entanto, é fundamental avaliar os resultados da fase anterior para que se tenha seguimento para a próxima fase. Amaral *et al.* (2006), diz que a avaliação da etapa deve ser realizada através de uma lista de critérios, a qual está disponível no Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios para avaliação da fase de planejamento do projeto

Escopo do Produto Definido
As características escolhidas para definição do produto são suficientes?
As metas de cada uma das características foram definidas de maneira equivocada?
Escopo do Projeto Definido
Foram identificados todos os interessados do projeto?
Foi identificada a equipe de desenvolvimento?
A responsabilidade e dedicação de cada um dos interessados e equipes que desempenharão tarefas no projeto foram identificadas?
Os itens utilizados para descrever o escopo do projeto são suficientes?
Foram identificados todos os objetivos e metas principais do projeto?
Foram identificados o preço e o custo meta do produto?
Existe um plano bem definido para o gerenciamento da Declaração do escopo do projeto?
Planejamento e Programação do projeto preparado (Detalhamento do escopo)
Foram identificados todos os deliverables e pacotes de trabalho do projeto?
As atividades identificadas são capazes de resultar nas entregas e objetivos planejados para cada pacote de trabalho?
As atividades foram programadas com prazos, esforço e recurso?
Os recursos estão claramente definidos e seu uso está nivelado no decorer do projeto?
Análise de Riscos Realizada
Todos os principais riscos foram suficientemente identificados?
Foram realizadas análises qualitativas e quantitativas para mitigar os riscos?
As análises resultarão em ações e mudanças suficientes para diminuir os riscos?
Análise de Viabilidade Econômica
Foi preparado um orçamento realista do projeto?
Foi preparada uma análise de demanda suficientemente precisa?
Os índices financeiros do projeto são superiores aos dados de atratividade, taxas e padrões, definidos previamente pela empresa?
Foi feita uma análise de sensibilidade do plano, variando-se demanda e custos de insumos principais, para verificar se a viabilidade se manteria diante da relação e uma mudança no ambiente empresarial? O projeto mostrou-se robusto as variações?

Fonte: Adaptado de Amaral *et al.*, 2006

Após analisar cada item individualmente e aprovar todos os questionamentos conforme o Quadro 2, pode-se iniciar a próxima fase do desenvolvimento do projeto que é denominada de projeto informacional.

3.2 PROJETO INFORMACIONAL

A etapa seguinte é a fase do projeto informacional, segundo Amaral *et al.* (2006) o objetivo desta fase é desenvolver um conjunto de informações nas quais contém especificações sobre o produto, que além de orientar na geração de soluções, também se tornam uma base de tomadas de decisões que podem ser utilizadas posteriormente.

Ainda segundo Amaral *et al.* (2006), a partir das informações levantadas na fase de planejamento de projeto, é possível desenvolver um aglomerado de informações, que é denominado como especificação meta do produto. Essas especificações metas irão auxiliar na geração de soluções e fornecem a base sobre qual serão evidenciados os critérios de avaliação e de tomada de decisão, que serão utilizados nas etapas subsequentes.

3.2.1 Detalhar ciclo de vida do produto

Com o problema definido, inicia-se o mapeamento do ciclo de vida do produto, assim, definindo os clientes envolvidos em cada fase deste ciclo. O ciclo de vida do produto depende de alguns fatores, cada produto possui um ciclo de vida específico.

3.2.2 Definir os clientes do produto

Amaral *et al.* (2006) cita que existem basicamente três tipos de clientes, sendo: clientes internos, intermediários e externos, conforme exibido no Quadro 3. Segundo Amaral *et al.* (2006), o ciclo de vida e os clientes de um produto são dois itens importantes para o desenvolvimento do produto, pois fornece um amplo cenário de todo o processo, permitindo o desenvolvimento de soluções para cada cliente.

Quadro 3 – Tipos de clientes

Tipos de clientes	Definição destes clientes	Principais requisitos
Internos	Os clientes internos são os fabricantes e todo o pessoal que está envolvido de alguma forma com o produto.	Os clientes internos esperam que o produto tenha operações de fabricação, montagem, armazenamento e transporte fáceis e seguros, além de utilizar recursos disponíveis e padrões.
Intermediários	Os clientes intermediários são responsáveis pela distribuição, compras, vendas e marketing do produto.	Os clientes intermediários esperam que o produto satisfaça todos os desejos do cliente externo, além de ser fácil de embalar, armazenar e transportar, seja atrativo e possa ser adequadamente exposto ao público.
Externos	Os clientes externos tem utilização para definir o conjunto de pessoas que irão fazer uso do produto.	Os clientes externos esperam que tenha qualidade, baixo preço, segurança, eficiência, durabilidade, confiabilidade, visual atrativo, tecnológico e ecologicamente correto.

Fonte: Adaptado de Amaral *et al.*, 2006

3.2.3 Identificar os requisitos dos clientes

Segundo Amaral *et al.* (2006), nesta atividade procura-se obter as informações sobre quais são as necessidades dos clientes. Para conseguir obter essas informações, podem ser desenvolvidas listas de verificação, entrevistas, observações diretas ou qualquer método de integração com os clientes. Após obter as informações pertinentes às necessidades dos clientes, é interessante compilar os dados levantados de acordo com as fases do ciclo de vida, a fim de evitar necessidades repetidas ou até mesmo remover as necessidades com pouca relevância.

3.2.4 Definir requisitos de projeto.

A definição dos requisitos de projeto se dá através da transformação dos requisitos dos clientes, e os mesmo constituem a primeira decisão física do produto. É necessário que ocorra uma comunicação precisa durante o desenvolvimento do produto, as informações devem estar em linguagem técnica de engenharia (AMARAL *et al.*, 2006).

3.2.5 Definir especificações-meta do produto

Segundo Amaral *et al.* (2006) as especificações-meta do produto são parâmetros quantitativos que devem existir no produto, também, deve estabelecer valores-meta, qual o desempenho necessário, essas especificações serão usadas como base na montagem de critérios de avaliação.

3.2.6 Avaliar e aprovar fase

Todas as informações levantadas até esta seção formam o documento chamado Projeto Informacional, segundo Amaral *et al.* (2006), é aconselhável observar os critérios do Quadro 3 antes dar seguimento ao projeto. A etapa de avaliar e aprovar fase promove o fechamento da fase de projeto informacional, segundo Amaral *et al.* (2006), é importante observar os critérios do Quadro 4 antes da sequência do projeto. Após checar a conformidade do projeto até a presente fase através da lista de critério de avaliação, pode-se realizar a transferência de etapas, iniciando a fase de projeto conceitual.

Quadro 4 – Critérios de avaliação

Abrangência
As especificações-meta contemplam todos os aspectos relacionados ao produto durante o seu ciclo de vida?
Concisão e ausência de redundâncias
As especificações-meta contêm apenas requisitos situados em um mesmo nível de abstração?
Estrutura adequada
A lista de especificações possui campos para todos os parâmetros que sejam de valia para elaboração de um bom projeto?
Clareza
As especificações estão postas de forma clara, em linguagem compreensível a todos que se envolvam direta ou indiretamente com o proj
Praticabilidade
Os requisitos poderão ser observados e analisados de modo que sejam facilmente avaliados pela equipe de projeto?
Econômicos
O estudo de viabilidade econômica foi atualizado, analisado e aprovado?

Fonte: Adaptado de Amaral *et al.*, 2006

3.3 PROJETO CONCEITUAL

Segundo Amaral *et al.* (2006), a fase do projeto conceitual é onde acontece o desenvolvimento do produto. Nesta etapa de desenvolvimento do projeto, a equipe relaciona a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema apresentado no projeto. O projeto conceitual será responsável pela concepção do produto, através de atividades como de integração dos princípios de solução, arquitetura, layout e estilo do produto (AMARAL *et al.*, 2006).

3.3.1 Modelar funcionalmente o produto

Segundo Amaral *et al.* (2006), tratar o problema de forma geral, é uma maneira de abrir caminho para obter melhores soluções. Ignorar as particularidades e se deter no que é essencial elimina a possibilidade de ocorrer pré-conceitos.

Ainda segundo Amaral *et al.* (2006), sugere que a primeira atividade a ser realizada nesta etapa é a determinação da função global do produto, ou seja, a função principal pela qual o produto será desenvolvido. A Figura 8 representa o esquema da função global do produto.

Figura 8 – Função global



Fonte: Adaptado de Amaral *et al.*, 2006.

Para estabelecer a função global do produto, deve-se estabelecer as entradas e as saídas da função. As entradas e saídas consistem em energia, material e sinal. Energia é responsável pelo transporte ou transformação de matéria e sinal, podendo ser elétrica, cinética, magnética, calor ou óptica. O material possui propriedades de forma, cor, massa, condições, que podem ou não ser misturados e separados quimicamente. Por fim, o sinal é a forma física pela qual a informação é transportada, podendo ser separados, recebidos, comparados, combinados, entre outros (AMARAL *et al.*, 2006).

3.3.2 Desenvolver princípios de solução para as funções

Para Amaral *et al.* (2006), nesta fase, tem-se o início da passagem do que é abstrato para o que é o concreto, busca-se princípios que transformados possam realizar as funções desejadas, neste momento ainda não se especificam os materiais a serem usados, apenas as características necessárias. Os princípios de solução devem ser representados por formas aproximadas dos elementos e não devem ser específicos. Diante disso, pode-se perceber que os princípios de solução são apenas ideias aproximadas (AMARAL *et al.*, 2006).

3.3.3 Desenvolver alternativas de solução para o produto

Para Amaral *et al.* (2006), nesta fase trata-se da passagem do que é abstrato para o que é concreto, busca-se princípios que transformados possam realizar as funções estabelecidas. Nesta fase, ainda não se estipula quais os materiais utilizados, apenas as características necessárias para o produto. Para a realização desta atividade, Amaral *et al.* (2006) recomenda a utilização da ferramenta matriz morfológica, assim, sendo possível listar as funções identificadas na estruturação funcional e a partir disso identificar as soluções para cada função da matriz.

3.3.4 Definir arquitetura do produto

Para Amaral *et al.* (2006), a etapa de definição de arquitetura do produto consiste em observar sistemas, subsistemas e componentes, os quais deverão ser relacionados através dos princípios de solução individual. A arquitetura é determinada através de um método onde os elementos funcionais são arranjados em partes físicas e assim demonstram como elas interagem entre si, assim as decisões sobre a arquitetura do produto vão influenciar na organização do desenvolvimento do projeto.

3.3.5 Analisar sistemas, subsistemas e componentes (SSCs)

Segundo Amaral *et al.* (2006) a realização da atividade de analisar sistemas, subsistemas e componentes é um refinamento da etapa anterior que é a definição da arquitetura do produto, onde é analisado os aspectos mais críticos do produto. Nesta etapa ainda é identificados os pontos críticos relacionados ao ciclo de vida do produto, através das formas e dos materiais, sendo assim possível definir seus processos de fabricação e montagem (AMARAL *et al.*, 2006).

3.3.6 Selecionar a concepção do produto

Segundo Amaral *et al.* (2006), nesta etapa busca-se selecionar a melhor concepção gerada até a presente fase, que será transformado no produto. Para essa escolha, faz-se necessário a utilização de ferramentas que auxiliem na tomada de decisão da melhor concepção do produto. Existem duas maneiras de comparação das concepções, a absoluta que cada conceito é diretamente comparado com algum tipo de informação, conhecimento, experiência e alguns requisitos e a outra maneira é a relativa, ou seja, compara os conceitos entre si. A fim de avaliar várias alternativas de

concepções geradas é utilizado uma matriz, onde as alternativas e critérios de avaliação são colocados para comparação, método conhecido como Método da Matriz de Decisão (AMARAL *et al.*, 2006).

3.3.7 Avaliar e aprovar fase

Amaral; *et al.* (2006) recomenda que para a realização do fechamento da etapa de projeto conceitual, sejam realizadas algumas verificações através de uma lista de critérios, conforme Quadro 5. Após as etapas anteriores concluídas, utiliza-se o Quadro 5 para o fechamento da etapa de projeto conceitual e assim realizando a transição para a próxima fase, que é denominada projeto detalhado.

Quadro 5 – Critérios de avaliação

Critérios
Viabilidade Técnica
Existe alguma limitação tecnológica? As especificações técnicas estão sendo atendidas?
Viabilidade econômica
As especificações de custo estão sendo atendidas? Quais são os custos de produção?
Maturidade tecnológica
Podem as tecnologias escolhidas ser manufaturadas pelos processos conhecidos?
Os parâmetros funcionais críticos estão identificados?
A segurança e a sensibilidade dos parâmetros operacionais são conhecidas?
Os modos de falhas são conhecidos?
A tecnologia é controlável por meio do ciclo de vida do produto?

Fonte: Adaptado de Amaral *et al.*, 2006

3.4 PROJETO DETALHADO

Segundo Amaral *et al.* (2006), na etapa de projeto detalhado são finalizadas todas as especificações do produto para então seguir para a fase de fabricação. Esta fase está diretamente relacionada com a etapa anterior do projeto conceitual, neste momento decide-se os componentes do projeto que serão comprados e quais os que serão manufaturados. Amaral *et al.* (2006) ainda menciona que nesta etapa deve ser realizado todos os modelos e os desenhos detalhados dos itens que irão compor o produto, contendo as especificações das tolerâncias e as configurações existentes.

3.4.1 Elaborar Leiautes Preliminares e Desenhos de Formas

Amaral *et al.* (2006), diz que muitos sistemas, subsistemas e componentes já são identificados na etapa de projeto conceitual, porém é nessa fase que eles são desenvolvidos, com informações mais apuradas e detalhadas. Segundo Reis (2003),

a fase de projeto detalhado consiste na realização das tarefas: Identificação dos requisitos determinantes; Produção de desenhos em escala; Identificação dos portadores de efeitos físicos determinantes; desenvolver leiautes preliminares e desenhos de forma.

3.4.2 Elaborar Leiautes Detalhados e Desenhos de Formas

Segundo Reis (2003), nesta etapa deve-se realizar os cálculos dos parâmetros envolvidos, assim como observar as normas pertinentes ao domínio do produto e as normas gerais do projeto e produção. Segundo Amaral *et al.* (2006), a tarefa de configurar e finalizar a estrutura ocorre juntamente com o detalhamento do projeto, porém nesse momento deve-se finalizar a estrutura de cada sistema, subsistema e componentes.

3.4.3 Finalizar as Verificações

Reis (2003), cita que dentro dessa etapa, as principais atividades desenvolvidas são o aperfeiçoamento e a finalização dos desenhos de forma, bem como as verificações dos erros e dos fatores de perturbação. Por fim, o desenvolvimento da lista de partes preliminares e os documentos iniciais para a produção.

3.4.4 Avaliar e aprovar fase

Segundo Amaral *et al.* (2006), a última fase da etapa de projeto detalhado é a realização da avaliação das etapas com intenção de permitir a aprovação dos resultados obtidos. Diferente das demais fases, as etapas do projeto detalhado devem ser constantemente avaliadas, buscando certificar-se de que os requisitos de projeto sejam atendidos.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa do projeto, serão apresentados os resultados obtidos utilizando a metodologia de projeto de produto, descrita anteriormente, seguindo todas as quatro etapas, planejamento de projeto, projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado.

4.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Seguindo as fases disponibilizadas por Amaral *et al.* (2006), a primeira etapa executada na fase de planejamento do projeto, foi a definição dos interessados no projeto, a qual resultou no Quadro 6.

Quadro 6 – Interessados no projeto

Importância	Partes interessadas	Função	Poder	Interesse
25	Everaldo Tormes	Gerente do projeto	5 - Muito Alto	5 - Muito Alto
16	Rafael Luciano Dalcin	Equipe do Projeto	4 - Alto	4 - Alto
12	Produtores rurais	Cliente	3 - Médio	4 - Alto
4	Empresas do ramo	Concorrentes	1 - Muito Baixo	4 - Alto
3	Fornecedores de componentes e serviços	Fornecedores	1 - Muito Baixo	3 - Médio

Fonte: Autor, 2022

As colunas Poder e Interesse devem ser mensuradas através de 1 quando o poder e o interesse foram muito baixo, 2 para baixo, 3 para médio, 4 para alto e 5 para muito alto. Assim, para descobrir a importância das partes interessadas no projeto deve-se multiplicar a coluna Poder e a coluna Interesse. Quando os valores obtidos pela multiplicação for entre 1 e 7, tem importância baixa; 8 e 15 importância média; 16 e 25 altas importância. Através do Quadro 5 é possível identificar as partes interessadas no projeto, bem como a sua importância. Após levantar informações e quantificar as partes interessadas no projeto, determina-se o escopo do projeto, conforme pode ser verificado no Quadro 6.

Quadro 6 – Escopo do produto

Escopo do Produto
Desenvolver um projeto detalhado de um implemento agrícola acoplado a um trator, que realize o enterramento de canos para distribuição de água através do rompimento do solo, por meio de uma garra, assim, neutralizando a exposição do produtor a enfermidades orinduas do trabalho braçal.

Fonte: Autor, 2022

As informações descritas no Quadro 6 contém todas as características que se espera do produto após o término da pesquisa, neste caso, um projeto detalhado de um implemento agrícola para colheita de tabaco. Após definição do escopo do produto, pode-se iniciar a formação do escopo do projeto, o qual possui informações mais específicas que definem os limites da pesquisa, levando em consideração o que será realizado no decorrer do estudo, representado no Quadro 6. O escopo do projeto serve para limitar o campo de pesquisa, assim, definindo o escopo como desenvolver um projeto detalhado de um implemento agrícola acoplado a um trator, que realize o enterramento de canos para a distribuição de água. O Quadro 7, demonstra o escopo do projeto sendo detalhado, para melhor compreensão e limitando o campo de pesquisa.

Quadro 7 – Escopo do projeto

Título do Projeto	Projeto detalhado de um implemento para enterrar mangueiras
Justificativa	O propósito do trabalho é desenvolver o projeto detalhado de um implemento que auxilie enterrando mangueiras para a distribuição de água, assim, substituindo o trabalho braçal do produtor .
Partes envolvidas	Everaldo José Tormes, Rafael Luciano Dalcin (Equipe do Projeto); Produtores rurais (Clientes); Fornecedores de componentes e serviços
Critérios de aceitação	Entrega do projeto detalhado; Desenvolvimento do projeto em <i>software</i> CAD.
Premissas	O produto sera desenvolvido visando um conceito de implemento para enterrar mangueiras de distribuição de água.
Restrições	Prazo para desenvolvimento do projeto detalhado 5 meses
Exclusões do projeto	A não apresentação do projeto detalhado.

Fonte: Autor, 2022

O detalhamento do escopo do projeto passa por fases como título do projeto, justificativa, partes envolvidas, critérios de aceitação, premissas, restrições e exclusões do projeto. Com base nos recursos disponíveis e respeitando as datas estipuladas para as entregas e realizações dos projetos, foi elaborado o cronograma do projeto, assim, auxiliando todas as etapas a ficarem concluídas nas datas. O Quadro 8 representa o cronograma para realização das atividades.

Quadro 8 – Cronograma do projeto

Entregas	Atividades	Período			
		Ago.	Set.	Out.	Nov.
Planejamento do Projeto	Definir interessados do projeto				
	Definir escopo do produto				
	Definir escopo do projeto				
	Preparar cronograma				
	Avaliar riscos				
	Realizar orçamento do projeto				
	Definir indicadores de desempenho				
	Avaliar fases				
	Aprovar fases				
Projeto Informacional	Definir o ciclo de vida do produto				
	Definir clientes				
	Diagrama de Mudge				
	Identificar os requisitos dos clientes do produto				
	Definir os requisitos do produto				
	QFD				
	Definir as especificações do produto				
	Avaliar fases				
	Aprovar fases				
Projeto Conceitual	Modelar funcionalmente o produto				
	Desenvolver princípios de solução para as funções				
	Desenvolver as alternativas de solução para o produto				
	Definir arquitetura				
	Selecionar a concepção do produto				
	Avaliar fases				
	Aprovar fases				
Projeto Detalhado	Leiautes preliminares de desenhos de forma				
	Leiautes detalhados e desenhos de forma				
	Verificar erros e fatores de perturbação				
	Avaliar fases				
	Aprovar fases				
	Revisar e finalizar os documentos				

Fonte: Autor, 2022

É importante a realização de pelo menos duas reuniões semanais, para que o cronograma seja cumprido conforme descrito, assim, a realização de uma reunião no início da semana verificando as necessidades a serem executadas durante a semana e outra reunião no final da semana para levantar as dificuldades encontradas e verificar o avanço do projeto. No Quadro 9 levantam-se todos os riscos do projeto, descrevendo o risco, o impacto e prevendo este risco, pode-se agir em cima com ação corretiva.

Quadro 9 – Análise de riscos do projeto

Severidade	Descrição do risco	Prob.	Impacto	Descrição do Impacto	Ação	Descrição da ação
20	Atraso no cronograma	4	5	Pesquisa ficará incompleta.	Mitigar	Realizar reuniões e atualizações semanalmente
15	Falha em software CAD	3	5	Perder modelamentos e desenhos detalhados	Mitigar	Salvar desenhos em Drive
15	Falha de desktop	3	5	Perder pesquisa	Mitigar	Salvar desenhos em Drive
15	Não desempenhar a função esperada	3	5	Não atingir os objetivos do projeto	Assumir	Cumprir todas as etapas do desenvolvimento de projeto de produto
8	Materiais selecionados incompatíveis	2	4	Materiais não desempenham a função esperada	Mitigar	Utilizar materiais de qualidade e com bom acabamento superficial
6	Difícil processo de fabricação	2	3	Peças não conformes	Mitigar	Desenvolver concepções de fácil processo de fabricação
12	Deformação em pontos de tensão	3	4	Deformação de componentes estruturais	Mitigar	Utilizar materiais de boa qualidade e diminuir pontos de tensão

Fonte: Autor, 2022

Para descobrir a severidade do risco, deve-se multiplicar a probabilidade de acontecer e o impacto caso ocorra, assim, gerando o nível de severidade, onde, deve-se dar atenção especial aos riscos que estão no topo do *rank*. O Quadro 9 demonstra que foi levantado 1 risco com alta severidade e 6 com severidade média. Além de levantar dados sobre os riscos, também são apresentados um plano de ação para caso os riscos venham a acontecer, assim, para determinar o que será feito caso aconteça, usa-se os seguintes termos: Mitigar estabelece ações que possam amenizar a probabilidade de acontecer. Assumir as consequências caso aconteça algum risco. Após a análise de riscos finalizada, inicia-se a cotação de preços de peças, chapas e componentes necessários para o implemento, conforme expressado no Quadro 10.

Quadro 10 – Orçamento do projeto

Material	Preço	Unidade	Quantidade utilizada	Unidade	Custo em materiais
Barra Chata 4" x 1/2"	R\$ 250,00	m	3,246	m	R\$ 811,50
Tubo 125x125	R\$ 14,35	Kg	93,018	Kg	R\$ 1.334,81
Tubo 60x60	R\$ 36,79	m	3,2	m	R\$ 117,73
Tubo 70x70	R\$ 43,09	m	0,64	m	R\$ 27,58
Chapa 3mm	R\$ 232,30	m ²	1,54	m ²	R\$ 357,60
Pino 1'	R\$ 55,00	peças	3	peças	R\$ 165,00
Chapa 1"	R\$ 1.811,67	m ²	0,06287493	m ²	R\$ 113,91
Chapa 4,5mm	R\$ 680,50	m ²	0,0121	m ²	R\$ 8,24
Pino 3/8"	R\$ 15,50	peças	4	peças	R\$ 62,00
TOTAL					R\$ 2.998,36

Fonte: Autor, 2022

O orçamento elaborado representa uma estimativa de valores para a aquisição dos componentes e materiais necessários para a fabricação do implemento, o que não envolve custos de mão de obra para a montagem do implemento. Gastos como mão de obra para corte, solda, pintura, os consumíveis, EPI 's (Equipamento de Proteção Individual), logística não se aplica ao orçamento referido no Quadro 10. Após a conclusão do orçamento do projeto, pode-se prosseguir com o andamento e passar para a próxima fase que é a fase de projeto informacional.

4.2 PROJETO INFORMACIONAL

A segunda etapa da metodologia descrita por Amaral *et al.* (2006), é a fase do projeto informacional, onde visa buscar informações preliminares para iniciar a elaboração dos conceitos. A primeira atividade a ser realizada na fase do projeto informacional é a análise do ciclo de vida do produto, nele, pode-se estabelecer conexões entre o ciclo de vida e os seus clientes, conforme Quadro 11.

Quadro 11 Ciclo de vida do produto

Etapa do Ciclo de vida	Clientes		
	Internos	Intermediários	Externos
Planejamento	Equipe do projeto	-	-
Projeto	Equipe do projeto	-	-
Fabricação dos SSCs	Equipe do projeto	-	Fornecedores
Montagem do produto	Equipe do projeto	-	-
Utilização		-	Produtores rurais
Reciclagem/Descarte	Equipe do projeto	-	Empresas de descarte

Fonte: Autor, 2022

Após a identificação do ciclo de vida, atribui-se seis etapas para o ciclo de vida, sendo elas a etapa do planejamento e de projeto onde os principais clientes é a equipe

do projeto, a fabricação dos conjuntos onde os clientes são a equipe do projeto e os fornecedores de peças, componentes e serviços, a montagem do produto é responsabilidade da equipe do projeto, a utilização que tem por foco como clientes os produtores rurais, é visando nisso que está sendo desenvolvido o produto. Por fim, os responsáveis pelo descarte do produto ao final do seu ciclo de vida são a equipe do projeto e as empresas de descartes. É obrigação da equipe do projeto dar destino para o descarte do produto quando solicitado pelo produtor que adquiriu o implemento.

Para identificar as necessidades dos clientes, o método abordado foi realizar uma conversa juntamente com alguns potenciais consumidores do produto, assim, identificando quais os requisitos necessários para que eles adquirissem o produto. O Quadro 12 demonstra os requisitos elencados.

Quadro 12 Requisitos dos clientes do produto

Ciclo de Vida	Rank	Necessidades
Planejamento	1	Realizar a documentação do projeto
Projeto	2	Utilizar peças <i>Standard</i>
	3	Projeto Simplificado
	4	Ser compatível com todas as marcas de tratores
	5	Ser Resistente
	6	Ter baixo preço
	7	Ter pés para apoio
	8	Ter patinha articulável
Utilização	9	Fácil operação
	10	Possuir bom acabamento
	11	Aumentar a produtividade
Reciclagem/Descarte	12	Possuir materiais recicláveis
	13	Ter vida útil adequada

Fonte: Autor, 2022

As necessidades dos clientes foram divididas em quatro etapas do ciclo de vida, realizando o seguinte questionamento, “qual a necessidade referente ao planejamento do projeto?” Assim, a necessidade levantada foi a documentação do projeto. A outra etapa é sobre o projeto, sendo realizado o mesmo questionamento referente ao projeto, sobre a utilização e o descarte. Ao total foram levantadas 13 principais necessidades que devem constar no projeto para que atenda aos requisitos dos clientes.

Dando sequência a metodologia de Amaral *et al.* (2006), após o levantamento dos requisitos de cliente, utiliza-se a ferramenta Diagrama de Mudge para a

hierarquização de qual é o requisito mais importante para o projeto. A Figura 9 representa o desenvolvimento do diagrama.

Figura 9 Diagrama de Mudge

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	SOMA	%	
1	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B	11B	1B	12C	3	2%	
2		2C	3C	2C	6B	7C	8C	9C	10C	11C	2A	2A	15	9%	
3			4C	5C	6C	7B	8C	9C	3C	11C	3B	3B	8	5%	
4				4C	4C	4C	4C	4C	4C	11C	4A	4A	19	11%	
5					6C	7C	5B	5C	5C	11C	5B	5B	15	9%	
6						6C	6C	6B	6B	11C	6A	6A	26	15%	
7							7C	9C	7C	11B	7B	7B	16	9%	
8								9C	10C	11B	8B	8B	11	7%	
9									10C	11C	9B	9B	13	8%	
10										11C	10B	10B	12	7%	
11											11A	11A	26	15%	
12												13A	0	0%	
13													5	3%	
													Total	169	100%

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

Fonte: Autor, 2022

O diagrama de Mudge é uma ferramenta que compara os requisitos individualmente, por exemplo, o requisito 1 elencado no quadro 13 deve ser comparado individualmente com cada um dos outros 12 requisitos estabelecidos, o requisito 2 vai ser comparado com os outros 11 requisitos abaixo dele e assim sequencialmente até todos os requisitos serem comparados. Ao final, pode-se saber a relevância de cada requisito dentro do projeto. A cada requisito comparado deve-se realizar o seguinte questionamento: “Qual dos requisitos analisados é mais importante para o sucesso do produto?” e “Quanto mais importante este requisito é para o sucesso do produto?”.

Toda vez que houver a interseção dos requisitos, deve se atribuir o número do requisito que tiver maior relevância e uma letra (A, B ou C) que corresponda ao nível de importância do requisito. A coluna “soma” hierarquiza de forma decrescente quais são os requisitos mais importantes e os menos importantes para o sucesso do projeto e a satisfação dos clientes. A hierarquia dos requisitos pode ser identificada no Quadro 13.

Quadro 13 Hierarquia dos requisitos dos clientes

Rank	Requisitos	Pontuação
1	Ter baixo preço	26
2	Aumentar a produtividade	26
3	Ser compatível com todas as marcas de tratores	19
4	Ter pés para apoio	16
5	Utilizar peças <i>Standard</i>	15
6	Ser Resistente	15
7	Fácil operação	13
8	Possuir bom acabamento	12
9	Ter patinha articulável	11
10	Projeto Simplificado	8
11	Ter vida útil adequada	5
12	Realizar a documentação do projeto	3
13	Possuir materiais recicláveis	0

Fonte: Autor, 2022

Após a realização da reestruturação dos requisitos de clientes adequá-los a hierarquização, inicia-se o processo de desenvolvimento de requisitos de projetos, onde toda a equipe do projeto senta e estabelece quais os requisitos mais importantes para o sucesso do projeto, visando processos, materiais, métodos e recursos disponíveis. O Quadro 14 demonstra os requisitos de projetos levantados durante a reunião da equipe.

Quadro 14 Requisitos do Projeto

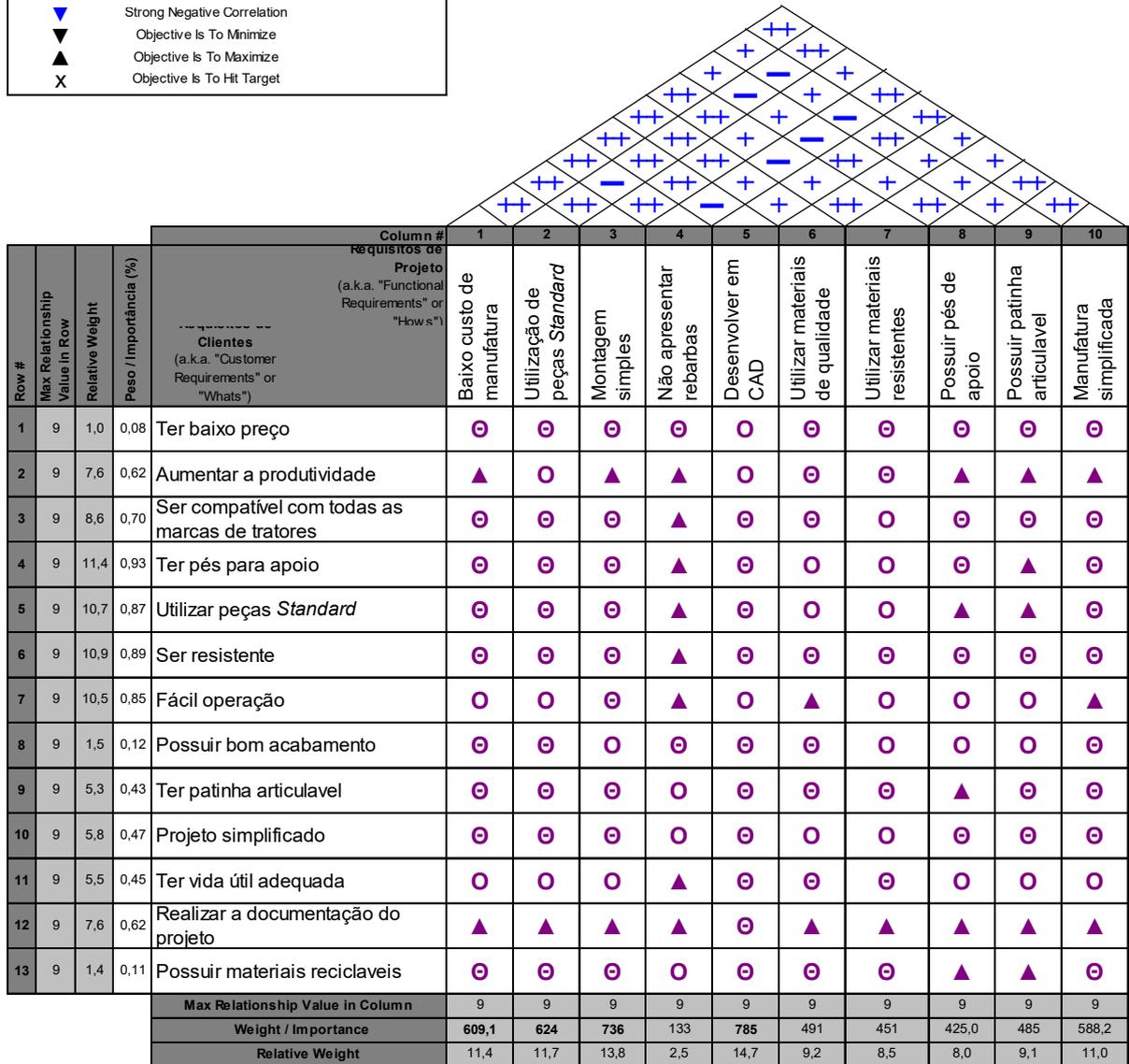
Rank	Requisitos de projeto
1	Baixo custo de manufatura
2	Utilização de peças <i>standard</i>
3	Montagem simples
4	Não apresentar rebarbas
5	Desenvolver em CAD
6	Materiais de qualidade
7	Materiais resistentes
8	Possuir pés de apoio
9	Possuir patinha articulada
10	Manufatura simples

Fonte: Autor, 2022

Assim como os requisitos de clientes, os requisitos de projeto também devem ser hierarquizados para descobrir o foco do produto. Para a realização desta atividade, utiliza-se uma ferramenta denominada de QFD (Quality Function Deployment) que pode ser identificado na Figura 10.

Figura 10 – QFD

Legend		
⊙	Strong Relationship	9
○	Moderate Relationship	3
△	Weak Relationship	1
++	Strong Positive Correlation	
+	Positive Correlation	
-	Negative Correlation	
▼	Strong Negative Correlation	
▲	Objective Is To Minimize	
▲	Objective Is To Maximize	
X	Objective Is To Hit Target	



Fonte: Autor, 2022

Com a conclusão do QFD, é possível utilizar os seus resultados de hierarquização de requisitos do projeto para atribuição dos valores-meta, visando determinar as especificações do produto. As especificações foram então separadas em três grupos, os “terços”, de modo a facilitar a visualização e interpretação dos resultados. Após a conclusão do QFD, deve-se alocar os requisitos de projeto de forma decrescente, dividindo-os em três terços, o terço superior que são os requisitos mais relevantes, o terço intermediário e o terço inferior. A cada requisito deve-se

estabelecer uma meta, uma forma de avaliação para atender essa meta e os aspectos indesejados. O Quadro 15 demonstra o terço superior dos requisitos.

Quadro 15 – Terço superior das especificações do produto

Rank	Requisito	Meta	Forma de avaliar	Aspectos indesejados
1	Desenvolver em CAD	100%	Selecionar <i>software</i> .	<i>Software</i> incompatível.
2	Montagem simples	Atender requisito.	Garantir simplicidade no projeto.	Complicações para montagem.
3	Utilização de peças <i>standard</i>	Utilizar sempre que possível.	Garantir em projeto.	Manufatura de peças complexas.
4	Baixo custo de manufatura	Atender requisito.	Analisar projeto.	Custo alto de manufatura.

Fonte: Autor, 2022

Os requisitos que tiveram classificação intermediária no QFD, estão demonstrados no Quadro 16.

Quadro 16 – Terço médio das especificações do produto

Rank	Requisito	Meta	Forma de avaliar	Aspectos indesejados
5	Manufatura simplificada	Atender requisito.	Analisar projeto.	Custo alto em manufatura.
6	Utilizar materiais de qualidade	100%	Avaliar composição dos materiais.	Materiais de baixa qualidade.
7	Possuir patinha articulável	Atender requisito.	Analisar projeto.	Dificuldade em transportar implemento

Fonte: Autor, 2022

Por fim, o terço inferior dos requisitos estipulados através do QFD que estão disposto no Quadro 17, são aqueles com menor importância para o projeto, porém, não são dispensáveis, assim como os outros dois terços, este também merece atenção para que o projeto tenha sucesso.

Quadro 17 – Terço inferior das especificações do produto

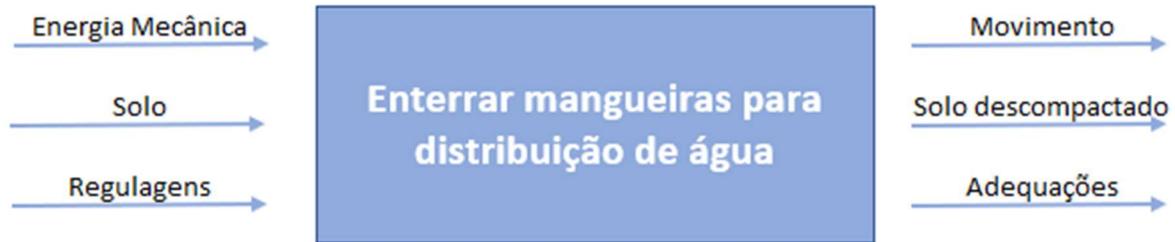
Rank	Requisito	Meta	Forma de avaliar	Aspectos indesejados
8	Utilizar materiais resistentes	100%	Avaliar composição dos materiais.	Materiais de baixa qualidade.
9	Possuir pés de apoio	Atender requisito.	Analisar projeto.	Dificuldade em acoplar e desacoplar implemento
10	Não apresentar rebarbas	0 rebarbas	Avaliar acabamento	Riscos de acidentes

Fonte: Autor, 2022

4.3 PROJETO CONCEITUAL

Dando sequência ao processo de desenvolvimento de produtos, segue-se com a etapa de projeto conceitual, onde é uma etapa de extrema importância para o projeto, pois nesta fase será tomada decisões importantes para a sequência do produto. Ainda, é nesse capítulo que se busca definir e desenvolver soluções conceituais para que o produto atenda aos requisitos impostos nas fases anteriores do projeto buscando a melhor compreensão das funções básicas do produto, a primeira atividade a ser executada no projeto conceitual é a definição da estrutura funcional do produto. A função global do sistema para que desta forma seja possível demonstrar de maneira simplificada qual a função do produto que está sendo desenvolvido, conforme Figura 11.

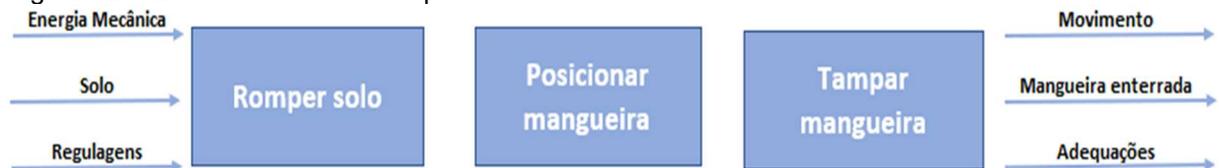
Figura 11 – Função global do produto



Fonte: Autor, 2022

Conforme é possível observar na Figura 11 a função global do produto que está sendo desenvolvido é enterrar mangueiras para a distribuição de água, para essa função ser desempenhada é necessário que haja entradas e saídas. As entradas são aquilo que vai fazer com que seja possível cumprir a função global, ou seja, deve haver uma fonte de energia mecânica, para tirar o dispositivo da inércia, o solo que é uma barreira a ser rompida e as regulagens de altura para adequar a necessidade. Já as saídas são a resultante das entradas, como movimento, solo descompactado e as adequações. Após a realização da função global do produto, ela passa a ser estendida e dividida em funções mais específicas, conforme Figura 12.

Figura 12 – Estrutura funcional simplificada



Fonte: Autor, 2022

A ampliação da função global que passa a ser denominada estrutura funcional simplificada, adiciona os processos que será necessário realizar para o que se espera do implemento. Romper o solo, posicionar a mangueira e tampar a mangueira são as funções esperadas do implemento. A fim de definir uma concepção futura, é desenvolvido uma estrutura funcional, que se apresenta de maneira em que cada função é relacionada com as demais, seguindo da ordem de execução, onde as entradas se relacionam com as funções, conforme pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 – Estrutura funcional



Fonte: Autor, 2022

Na Figura 13 pode-se perceber que existem sete funções do sistema, iniciando pelas estradas, ligando as que possuem correlação com as funções do sistema e terminando o fluxograma com as saídas. Após a realização da estrutura funcional, realiza-se o Quadro 18, onde se destaca a função, a descrição da função, quais são as entradas e saídas dessas funções.

Quadro 18 – Descrição das funções

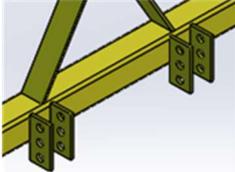
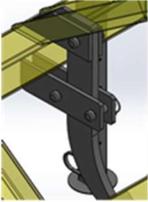
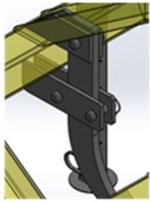
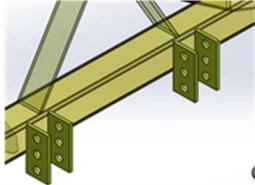
Função	Descrição	Entradas	Saídas
F1 - Acionamento do implemento	Acionamento do implemento através do hidráulico do trator	Energia mecânica	Realização da tarefa
F2 - Estrutura	Suportar esforços	Estruturas e suportes de fixação	Sistema rígido e bem estruturado
F3 - Rompimento do solo	Abrir sulco no solo	Energia mecânica	Descompactação do solo
F4 - Fixação da mangueira	Dispositivo para prender a mangueira	Força de arrasto	Distribuição da mangueira no solo
F5 - Pés de apoio	Sistema de apoio para acoplamento/desacoplamento	Estabilidade	Facilidade em realizar o trabalho
F6 - Patinha Articulável	Articulação para transporte	Regulagem	Adequação para trabalho
F7 - Altura	Ajuste de altura para compatibilidade	Regulagem	Adequação para trabalho

Fonte: Autor, 2022

Após concluir a descrição das funções, passa-se a construir a matriz morfológica do produto. A matriz morfológica é construída com o intuito de buscar soluções para o produto. Dentre todas as opções existentes, busca-se optar pelos que possuem fácil aquisição, boa qualidade e que cumpram os requisitos impostos. A

Figura 14 mostra a matriz morfológica desenvolvida a partir das necessidades para cada função, tendo três tipos de concepções distintas.

Figura 14 – Matriz morfológica dos princípios de solução

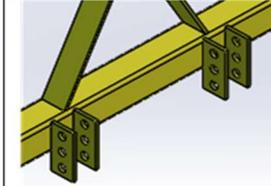
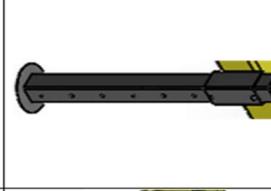
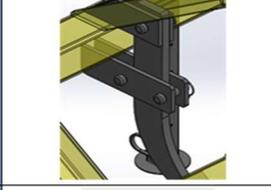
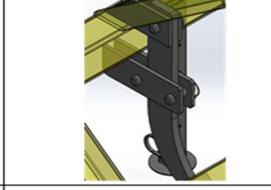
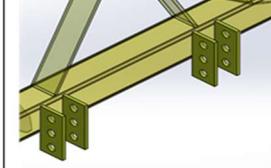
Funções	Matriz morfológica		
	1	2	3
F1- Acionamento do implemento			
F2- Estrutura			
F3- Rompimento do solo			
F4- Fixação da mangueira			
F5- Pés de apoio			
F6- Patinha Articulável			
F7- Altura			

Fonte: Autor, 2022

Após realizar a matriz morfológica com algumas combinações de concepções que visam suprir as necessidades do projeto, deve-se realizar um filtro entre as características, aplicação do produto, análise de preço, qualidade, durabilidade e aplicabilidade.

Após a realização de uma análise detalhada, algumas concepções foram realocadas, a fim de manter um padrão mais homogêneo e com características que mais se encaixam nos requisitos esperados, dando origem a Figura 15.

Figura 15 – Matriz morfológica reorganizada

Funções	Matriz morfológica		
	1	2	3
F1 - Acionamento do implemento			
F2 - Estrutura			
F3 - Rompimento do solo			
F4 - Fixação da mangueira			
F5 - Pés de apoio			
F6 - Patinha Articulável			
F7 - Altura			

Fonte: Autor, 2022

Após a realização da realocação das concepções que têm mais afinidade e com características mais parecidas, utiliza-se uma ferramenta para descobrir quais

das três concepções é a ideal para o projeto. Esta ferramenta é denominada de Matriz de Decisão e está representada no Quadro 19. A construção da matriz de decisão descrita, deve ser comparada com os requisitos de projeto, os quais são evidenciados na fase do projeto informacional, em cada comparação deve ser determinado o impacto da concepção com os requisitos.

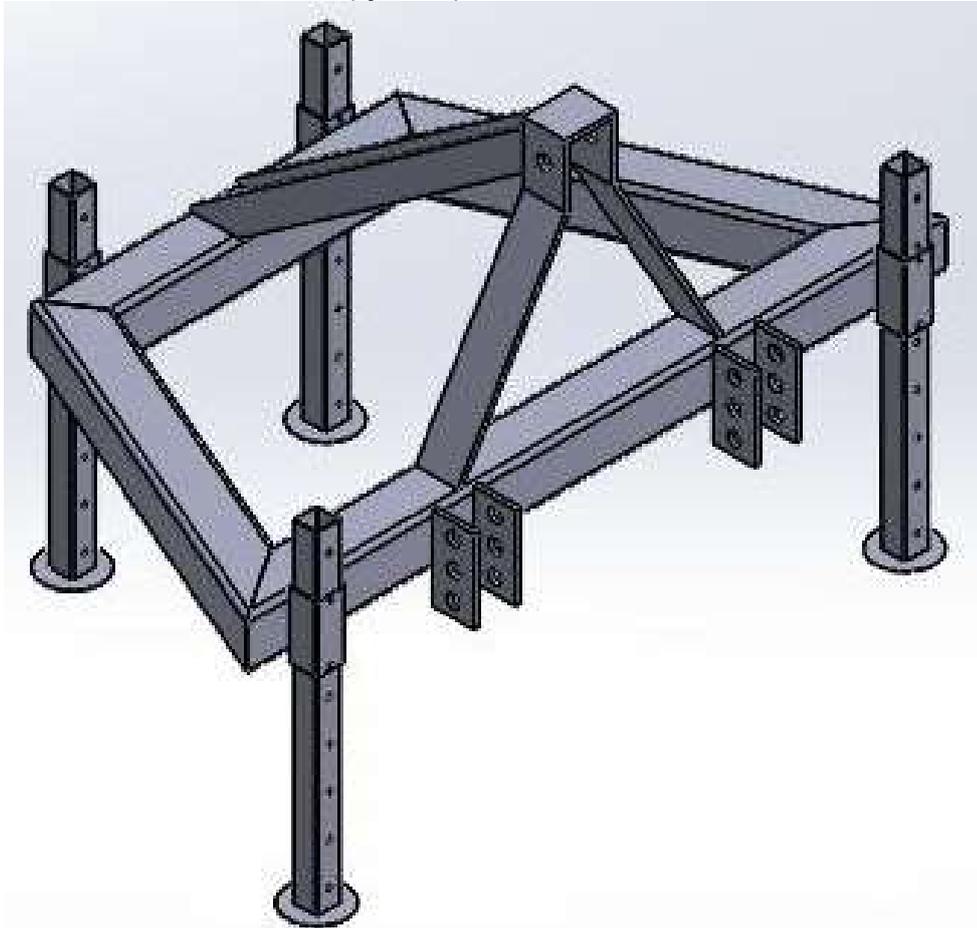
Quadro 19 – Matriz de decisão

Rank	Requisitos de projeto	Importância	Concepções					
			1		2		3	
1	Desenvolver em CAD	785	-1	-785	1	785	-1	-785
2	Montagem simples	736	1	736	1	736	-1	-736
3	Utilização de peças <i>standard</i>	624	1	624	1	624	1	624
4	Baixo custo de manufatura	609	-1	-609	1	609	-1	-609
5	Manufatura simplificada	588	-1	-588	1	588	-1	-588
6	Utilizar materiais de qualidade	491	1	491	1	491	1	491
7	Possuir patinha articulável	485	1	485	1	485	1	485
8	Utilizar materiais resistentes	451	1	451	1	451	1	451
9	Possuir pés de apoio	425	1	425	1	425	1	425
10	Não apresentar rebarbas	133	1	133	1	133	1	133
Peso das concepções			1363		5327		-109	

Fonte: Autor, 2022

A matriz de decisão funciona da seguinte forma: para mensurar o impacto com valores numéricos, atribui-se valores de +1 para todas as concepções que possuem impacto positivo sobre o requisito, valor 0 para concepções que possuem impacto neutro e por fim -1 para concepções que possuem impacto negativo sobre os requisitos. Finalizando a matriz de decisão, onde definimos as concepções ideais para o produto, pode-se realizar o esboço do produto, assim como na Figura 16, que demonstra previamente o produto, que foi executado no *software SolidWorks*. A Figura 16 representa apenas um esboço do projeto, ou seja, ainda haverá atualizações até a versão final do projeto, pois todos os conjuntos montados, processos e métodos serão realizados e analisados na próxima etapa do projeto.

Figura 16 – Modelamento 3D da concepção do produto



Fonte: Autor, 2022

4.4 PROJETO DETALHADO

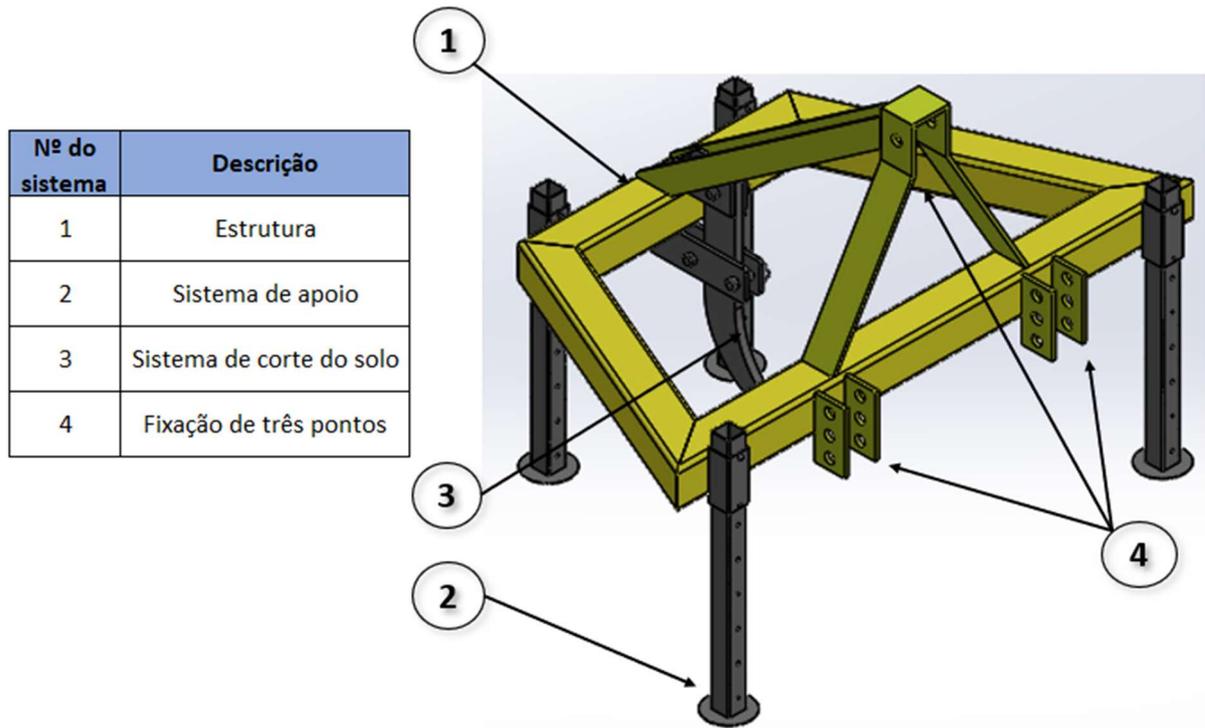
Para concluir as quatro fases descritas por Amaral et al. (2006), realizou-se o projeto detalhado. Nesta fase determina-se os materiais, as formas e dimensões do produto, com o auxílio de ferramentas de CAD para modelamento das peças e componentes, bem como montagem e análises.

4.4.1 Leiautes preliminares e desenhos de forma

Após o modelamento finalizado, a etapa adjacente é a elaboração do leiaute e dos desenhos, onde, identifica-se os principais sistemas que compõem o produto. Conforme pode ser visualizado na Figura 17, após o produto ser bem definido e os principais sistemas que compõem o mesmo. A Figura 17 demonstra o

desenvolvimento do produto bem definido, bem como os principais sistemas que compõem o mesmo, onde serão mais bem detalhados nos próximos capítulos.

Figura 17 – Leiaute preliminar



Fonte: Autor, 2022

A estrutura do implemento é um dos sistemas mais importantes pois é o responsável em suportar os esforços. A estrutura precisa ser resistente e robusta, mas ao mesmo tempo deve possuir leveza. Em vista disso, a estrutura do implemento é feita em perfil tubular de secção quadrada de 125 mm, e com uma parede de espessura correspondente a 6,35mm, fabricado em aço SAE 1020.

Os processos de fabricação que este sistema necessita passar são apenas dois, o corte e soldagem. O corte é necessário para adequar tamanho e geometria necessárias e o processo de solda dos componentes. O processo de corte do tubo pode ser realizado através de corte a laser, por serra fita para aços ou por lixadeira angular. A Figura 18 demonstra a estrutura do implemento desenvolvida no CAD *SolidWorks*.

O sistema de apoio desenvolvido foi pensado para o momento em que o implemento não esteja acoplado ao trator, assim, ficando suspenso sobre os quatro pés desenvolvidos através de um tubo de perfil quadrado de 60 mm com espessura de 3mm construído em aço SAE 1020. O sistema de corredeira desenvolvido é composto por um tubo de perfil quadrado com seção menor e outro com seção maior, o tubo interno possui 60 mm quadrado e o maior que representa o tubo externo é desenvolvido com 70 mm e 3 mm de espessura. Para realizar o travamento utiliza-se um pino de $\frac{3}{8}$ ". O sistema pode ser observado na Figura 19.

Os processos de manufatura necessários para a confecção do sistema são corte, solda e furação. Para realizar o corte pode-se utilizar diversas maneiras, a furação pode ser realizada por furadeira de bancada ou manual. O processo de soldagem deve ser feito através do processo GMAW (*Gas Metal Arc Welding*).

O sistema de corte de solo se refere a patinha para realizar o rompimento do solo e realizar o enterramento da mangueira, confeccionado em aço 1020 com espessura de 1" e com sistema de articulação para melhor locomoção do implemento quando acoplado. A Figura 20 demonstra a representação do sistema de corte em destaque.

O sistema de rompimento do solo é composto por uma chapa de 1" em formato de patinha, e outras 4 chapas de 1/2" para realizar a fixação da patinha. Os pinos servem para deixar a patinha na posição adequada para trabalho, quando transportada a patinha pode ser articulada e movida para frente apenas removendo o pino frontal e puxando a patinha para frente, após repondo o pino no local adequado novamente. Os processos necessários para essa etapa é corte e solda, seguindo a mesma metodologia das partes anteriores.

O sistema de fixação do implemento é de três pontos, onde é desenvolvido em chapa metálica SAE 1020 com 1/2" de espessura e serve para prender no trator. Conforme pode ser evidenciado na Figura 21.

O material utilizado para a realização do sistema de fixação é chapa metálica de 1/2" de espessura, onde passa por processos de manufatura como corte, usinagem e soldagem. A confecção desta etapa é a que possui um nível de complexidade maior devido ao design da parte superior do ponto de fixação do terceiro ponto do trator. Por fim, o último processo de fabricação é o acabamento superficial em cantos vivos e remoção de rebarbas e a pintura do conjunto.

4.4.2 Leiautes detalhados e desenhos de forma

Nesta parte do projeto, tem-se a definição dos leiautes detalhados do produto, assim executando o maior detalhamento possível dos itens utilizados no produto e podem ser evidenciados junto ao capítulo denominado Apêndice.

4.4.3 Finalização das verificações

A próxima atividade a ser realizada conforme proposto por Reis (2003) é a lista de verificação de erros e fatores de perturbação, conforme demonstrado no Quadro 20.

Quadro 20 – Lista de verificação dos erros e fatores de perturbação

Título	Questão	Resposta
Função	A função estipulada é cumprida?	Sim
Princípio de solução	Os princípios de solução escolhidos produzem as vantagens e os efeitos desejados?	Sim
Leiaute	A escolha do leiaute geral, das formas dos componentes, material e dimensões produzem: durabilidade adequada, deformação permissível, estabilidade adequada, ausência de ressonância, espaço para expansão, desgaste e corrosão compatíveis com a vida útil e as cargas estipuladas.	Sim
Segurança	Foram considerados todos os fatores afetando a segurança dos componentes, da função, da operação e do ambiente?	Sim
Ergonomia	Foram consideradas as relações homem máquina?	Sim
	Prestou-se atenção à estética?	Sim
Produção	Houve uma análise econômica e tecnológica dos processos de produção?	Sim
Controle de qualidade	As verificações necessárias podem ser aplicadas durante e após a produção ou a qualquer outro momento?	Sim
	Elas foram especificadas	Sim
Operação	Foram considerados todos os fatores de operação como ruídos, vibração e manuseio?	Sim
Manutenção	A manutenção, a inspeção e a revisão podem ser realizadas e verificadas?	Sim
Custos	Foram observados os limites de custos?	Sim
Cronograma	As datas de entrega poderão ser cumpridas?	Sim

Fonte: Adaptado de Reis, 2022

4.4.4 Revisão do projeto

A etapa de revisão do projeto é a última etapa do projeto detalhado, é nesta fase que é analisado se o produto atende todas as especificações listadas durante a fase de projeto informacional. O Quadro 21 representa a lista de verificação dos requisitos.

Quadro 21 – Lista de verificação

Rank	Requisitos de projeto	Valor Meta	Valor	Atende
1	Desenvolver em CAD	100%	100%	Sim
2	Montagem simples	Atender requisitos	Atender requisitos	Sim
3	Utilização de peças <i>standard</i>	Atender requisitos	Atender requisitos	Sim
4	Baixo custo de manufatura	100%	100%	Sim
5	Manufatura simplificada	Atender requisitos	Atender requisitos	Sim
6	Utilizar materiais de qualidade	100%	100%	Sim
7	Possuir patinha articulável	Atender requisitos	Atender requisitos	Sim
8	Utilizar materiais resistentes	Atender requisitos	Atender requisitos	Sim
9	Possuir pés de apoio	4	4	Sim
10	Não apresentar rebarbas	Zero rebarbas	Zero rebarbas	Sim

Fonte: Autor, 2022

5 DISCUSSÃO GERAL DOS RESULTADOS

Com objetivo principal, sanar as dificuldades do homem do campo, o desenvolvimento do trabalho teve foco em desenvolver um projeto para curar as dores do agricultor, que com muito esforço no dia a dia trabalha para alimentar o mundo. O trabalho que atualmente é realizado através de picaretas, pás, enxadas, está com os dias contados, com o propósito de substituir essas ferramentas braçais, foi desenvolvido o presente trabalho, onde tem por objetivo desenvolver o projeto detalhado de um implemento agrícola para enterrar canos para irrigação e/ou distribuição de água.

Estima-se que o projeto do implemento desenvolvido pode aumentar a produtividade em cerca de 80 a 85%, além de neutralizar a exposição do agricultor a enfermidades, uma vez que substitui o trabalho braçal por tratores e máquinas que desempenham o trabalho pesado. Uma vez que o implemento está acoplado ao trator, é só realizar a atividade. O implemento conta com um olhal soldado na patinha que permite ao produtor fixar a mangueira de água junto ao sistema, assim, conforme a patinha rompedora de solo ir penetrando na terra, a mangueira já estará alocada no local, sem necessidade de intervenção posterior o processo de descompactação.

Para solos mais compactados, aconselha-se primeiramente realizar a descompactação dele, assim, conseguindo realizar uma maior penetração e deixando a mangueira a uma profundidade maior. Para solos arenosos ou pedregosos, não se faz necessidade realizar a descompactação.

Ao final da pesquisa, pode-se concluir que todos os objetivos foram atingidos, além disso o trabalho proporcionou a ampliação do conhecimento referente a metodologia de desenvolvimento de projetos de produto, materiais, processos produtivos, orçamental, entre outros, além de um conhecimento em agricultura e a importância que se tem a substituição do trabalho braçal por máquinas e equipamentos, buscando minimizar as enfermidades que os produtores rurais estão expostos diariamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos neste estudo, as seguintes conclusões podem ser obtidas:

- Foi projetado um implemento agrícola que substitua o trabalho braçal de forma clara e objetiva;
- Trazendo agilidade no trabalho e segurança na operação;
- Diminuindo em 90% o esforço físico de abrir valas;
- Reduzindo tempo e dinheiro gasto com o serviço;
- Implemento de baixo custo-benefício;
- Projeto pode ser fabricado e vendido para clientes interessados;
- Projeto poder ser adaptado a equipamentos já existentes no mercado.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, D. C.; et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.
- BAYER, Lorhayne de Jesus Zebende. **Os agravos à saúde do trabalhador rural**. 2016. Monografia. (Especialização em Saúde da Família). – Centro Biomédico. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/html/ARES/8077/1/LORHAYNNE%20DE%20JESUS%20ZEBENDE%20BAYER.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2022.
- COIMMA. **Tecnologia no campo que mudaram a vida dos pecuaristas**. 2021. Disponível em: <https://www.coimma.com.br/blog/post/tecnologias-no-campo-que-mudaram-a-vida-dos-pecuaristas>. Acesso em: 10 out. 2022.
- CSR. **Cenários para pecuária de corte amazônica**: histórico. 2022. Disponível em: <https://csr.ufmg.br/pecuaria/portfolio-item/historico-3/>. Acesso em: 30 ago. 2022.
- DITOMASOLAW. **Trench excavation fatalities on the rise**. 2019. Disponível em: <https://www.ditomasolaw.com/2019/02/05/trench-excavation-fatalities-rise/>. Acesso em: 1 out. 2022.
- EMBRAPA. **VII plano diretor da Embrapa**: a agricultura brasileira. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/vii-plano-diretor/a-agricultura-brasileira>. Acesso em: 03 de agosto de 2022.
- FORMIGONI, Ivan. **Exportação de carne bovina próximo de US\$10 bilhões até setembro de 2022!** 2022. Disponível em: <https://www.farmnews.com.br/mercado/exportacao-de-carne-bovina-proximo-de-us10-bilhoes-ate-setembro-de-2022/>
- GIMENEZ L. **Ergonomia e segurança em máquinas agrícolas**. 2022. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5370995/mod_resource/content/0/L1__Ergonomia%20e%20Seguran%C3%A7a.pdf. Acesso em 10 outubro 2022. Acesso em 10 out. 2022.
- JANUARIO PEÇAS. **A importância da ergonomia para o trabalhador rural**. 2020. Disponível em: <https://www.januariopecas.com.br/a-importancia-da-ergonomia-para-o-trabalhador-rural/>. Acesso em: 10 out. 2022.
- MADARELI. **Enxada, pá de bico, picareta, chibanca, cavadeira reta**. 2022. Disponível em: <https://www.madareli.com.br/ferramentas/ferramentas-manuais/enxada-pa-de-bico-picareta-chibanca-cavadeira-reta>. Acesso em: 30 set. 2022.
- MANTOVANI, Evandro Chartuni. Máquinas e implementos agrícolas. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v. 13, n. 147, p. 56-63, mar.1987.
- MARION FILHO, P. J.; REICHERT, H.; SCHUMACHER, G. **A pecuária no Rio Grande do Sul**: a origem, a evolução recente dos rebanhos e a produção de leite.

2010. Disponível em:
<https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/bovinocultura/artigos/A%20PECUARIA%20NO%20RS%20A%20ORIGEM%20A%20EVOLUCAO%20RECENTE%20DOS%20REBANHOS%20E%20A%20PRODUCAO%20DE%20LEITE.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2022.

MERLADETE, Aline. **Doenças ortopédicas afetam produtores rurais, diz traumatologista.** 17 abr. 2019. Disponível em:
https://www.agrolink.com.br/noticias/doencas-ortopedicas-afetam-produtores-rurais--diz-traumatologista_418271.html. Acesso em: 8 ago. 2022.

MF RURAL. **Valetadeira, abertura de vala e instalação de rede de infraestrutura subterrânea.** 2022. Disponível em:
<https://www.mfrural.com.br/detalhe/74255/valetadeira-abertura-de-vala-e-instalacao-de-rede-de-infraestrutura-subterranea>. Acesso em: 5 set. 2022.

MOREIRA, H. W. D. **Ergonomia no trabalhador rural: a importância do enfoque nos riscos laborais em comunidade agrícola de produção diversificada.** Dissertação. (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2018. Disponível em:
<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/4837/3/HENRY%20WITCHAE%20DANTAS%20MOREIRA%20%E2%80%93%20ARTIGO%20PPGSA%20PROFISSIONAL%202018.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

NORMAS E REGRAS. **NR17 completa – o que é, objetivo e principais regras.** 2022. Disponível em:
<https://www.normaseregras.com/regulamentadoras/nr17/#more-257>. Acesso em: 7 ago. 2022.

PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang. **Engineering design: a systematic approach.** 2. ed. New York: Springer, 1996.

PECSITE. **Produção de carne bovina no Brasil.** 2022. Disponível em:
<https://www.pecsite.com.br/producao-de-carne-bovina-no-brasil/#:~:text=Segundo%20o%20USDA%2C%20o%20Brasil,alcan%C3%A7ava%209%2C500%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas>. Acesso em: 21 ago. 2022.

PMI. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos: guia PMBOK®.** 5. ed. EUA: Project Management Institute, 2013.

REIS, A. V. **Desenvolvimento de concepção para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas.** Disponível em:
<https://core.ac.uk/download/pdf/190049568.pdf>. Acesso em: 09 Agosto. 2022.

RETROESCAVADEIRA, abrindo vala. Clécio Souza [s.l.], Canal Clécio Souza, 29 jan. 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4ir1cZ5P41E>. Acesso em: 22 set. 2022.

RIJEZA. **Máquinas e implementos agrícolas no Brasil.** 2022. Disponível em:
<https://rijeza.com.br/blog/maquinas-e-implementos-agricolas-no-brasil-desafios-e-oportunidades/>. Acesso em: 10 out. 2022.

ROCHFER. **Fácil acesso do gado à água:** conheça a importância. 2022. Disponível em: <https://blog.rochfer.com.br/facil-acesso-do-gado-a-agua/>. Acesso em 25 agosto 2022.

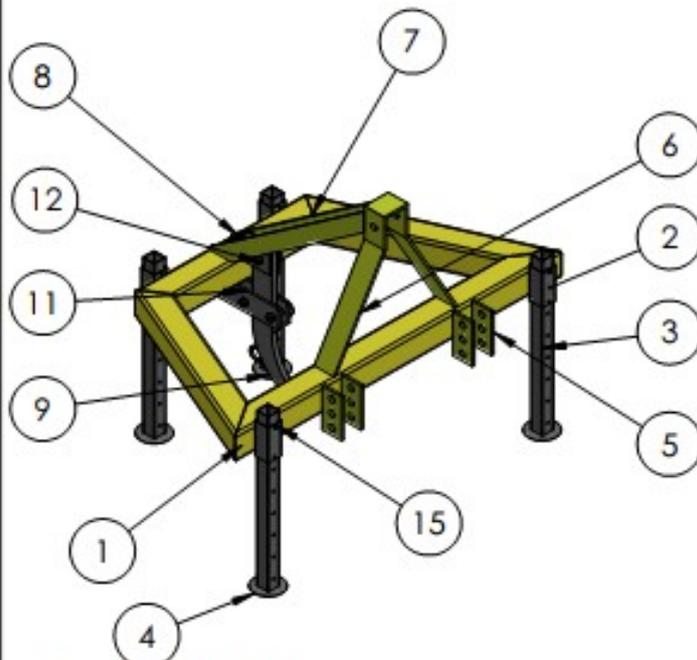
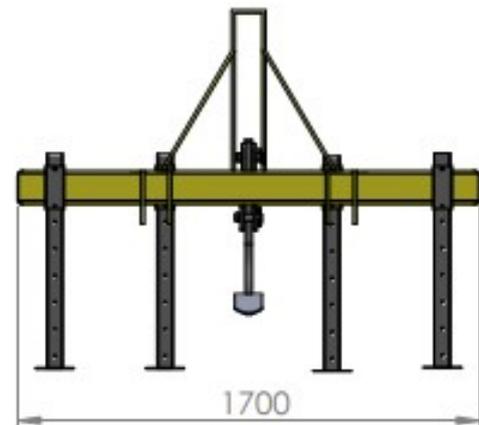
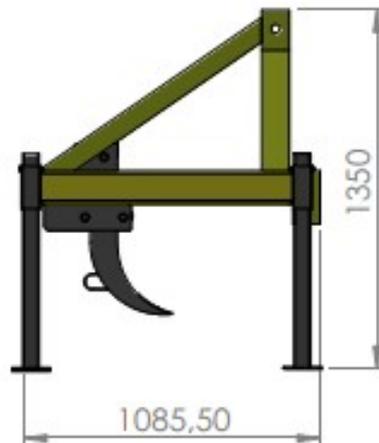
WIKIHOW. **Como cavar um buraco.** 2022. Disponível em: <https://pt.wikihow.com/Cavar-Um-Buraco>. Acesso em 22 set. 2022.

APÊNDICE – DESENHOS DETALHADOS DO DISPOSITIVO

Nas próximas páginas encontram-se os desenhos detalhados que compõem o produto.

REALIZAR SOLDA CONTÍNUA EM TODOS OS ELEMENTOS SOLDADOS

ACABAMENTO SUPERFICIAL COM PINTURA



Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	QTD.
1	ES_PRT1	1
2	ES_PTR05	4
3	ES_PTR06	4
4	ES_PTR06.1	4
5	ES_PRT3	4
6	ES_PTR04.1	1
7	ES_PTR08	2
8	ES_PTR09	2
9	ES_PTR10	1
10	ES_PTR11.1	1
11	ES_PTR12	2
12	ES_PTR13	3
13	ES_PTR14.1	3
14	ES_PTR14	3
15	ES_PTR07	4

ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE PROPRIEDADE DE EVERALDO TORMES E SÓ PODEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.

FAHOR

MÉTRICO 1º DIEDRO

DESENHADO POR: EVERALDO JOSE TORMES

DATA: 10/10/2022

CA REV. DATA DESCRIÇÃO POR APROV.

DENOMINAÇÃO: CONJUNTO MONTADO

PESO: ERA: SIMILAR:

MATERIAL REF:

CÓDIGO: CJT_01

A4

MATERIAL:

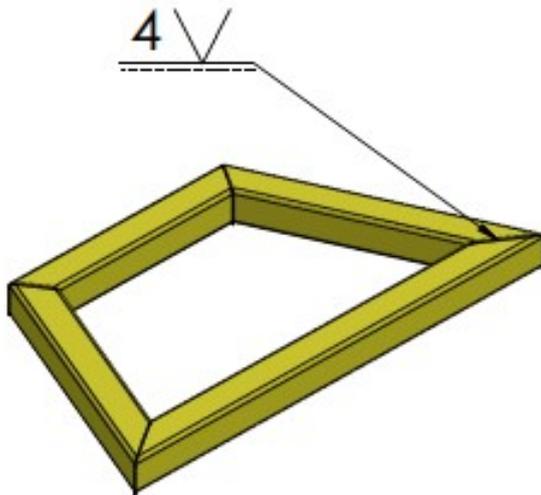
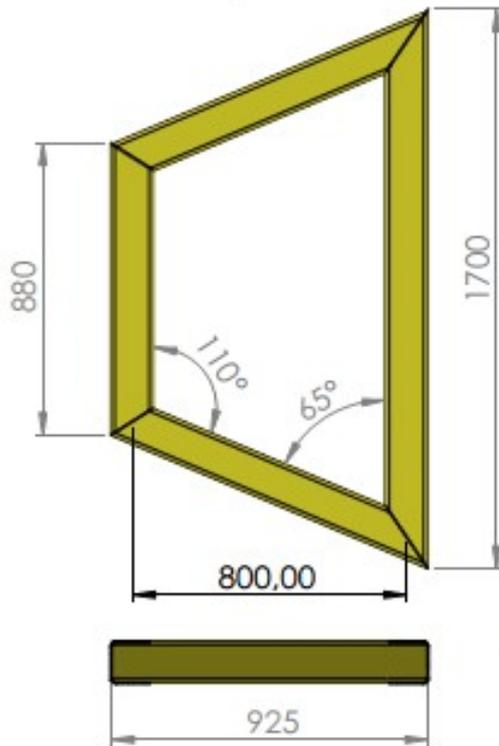
ESCALA: 1:25

REVISÃO:

VERSÃO:

FOLHA:

Tolerâncias não especificadas				
Tolerâncias	Altura	+/- 0,1000	altura de 120 até 200	+/- 0,5
	altura de 0 até 30	+/- 0,2	altura de 120 até 200	+/- 0,8
	altura de 30 até 120	+/- 0,3	altura de 120	+/- 1,2
Dimensões Angulares +/- 0°				



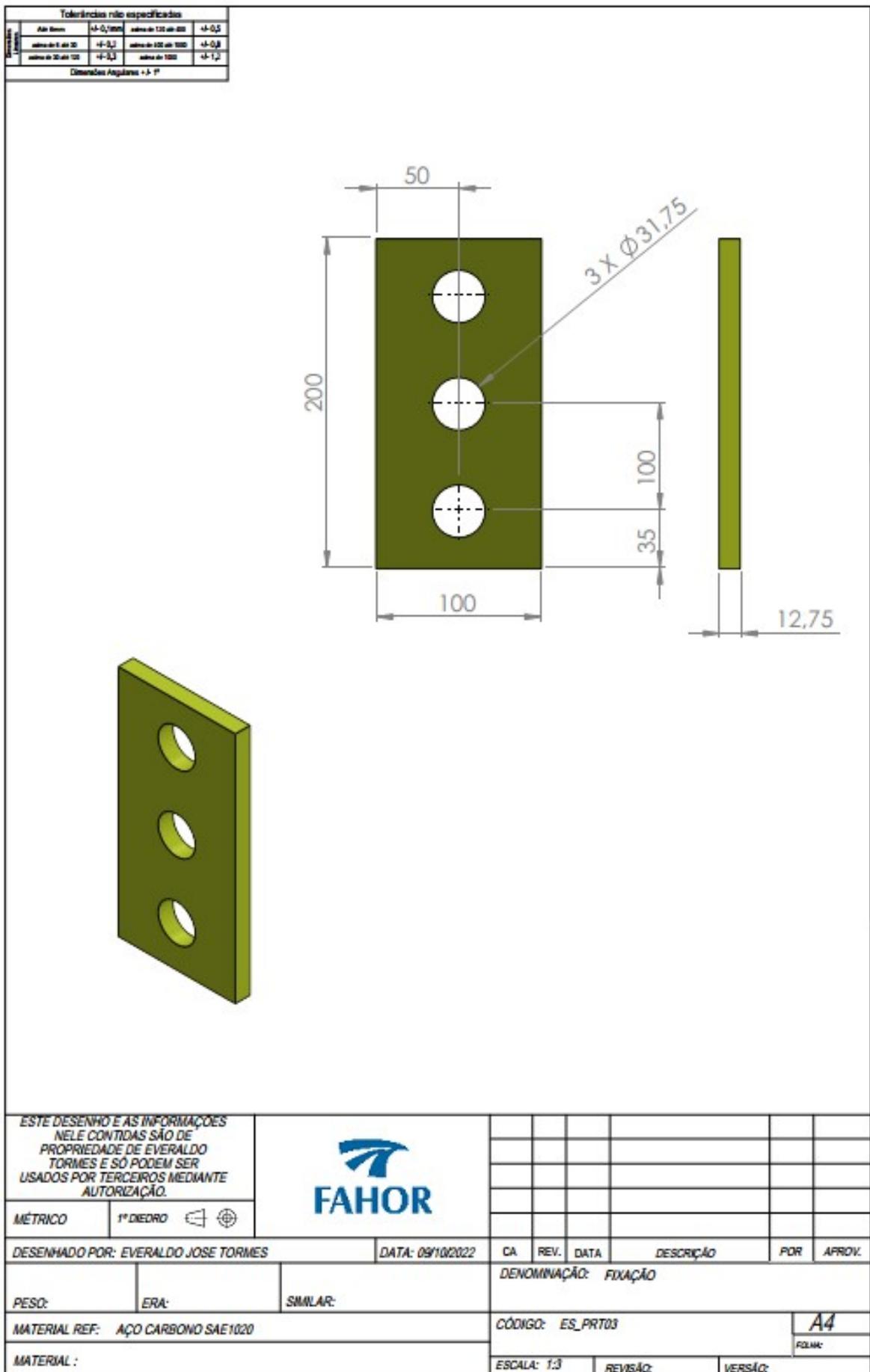
Realizar solda contínua em todo o comprimento da união
Acabamento superficial com pintura

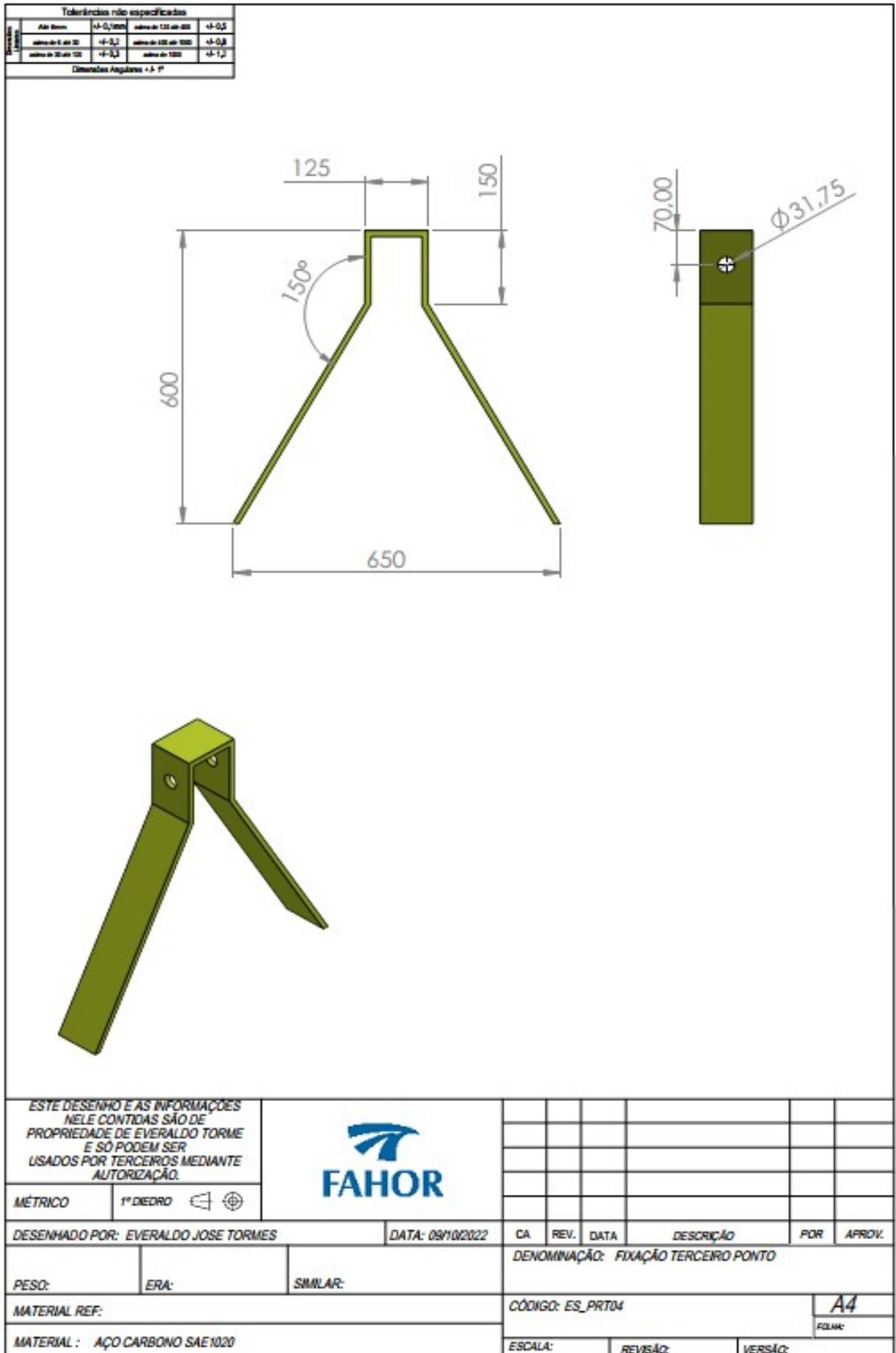
ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE PROPRIEDADE DE EVERALDO TORMES E SÓ PODEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.

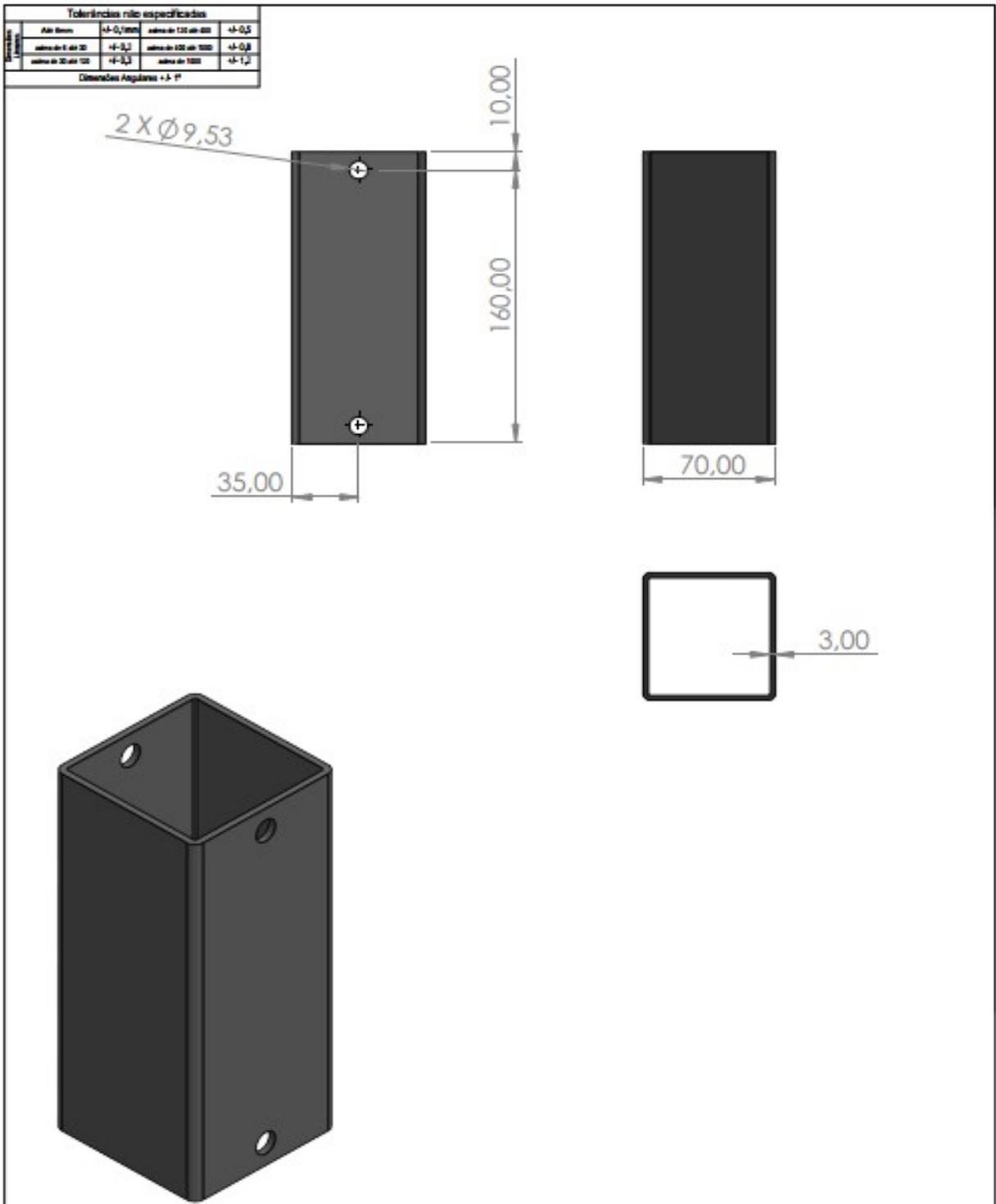


MÉTRICO 1º DEGRADO

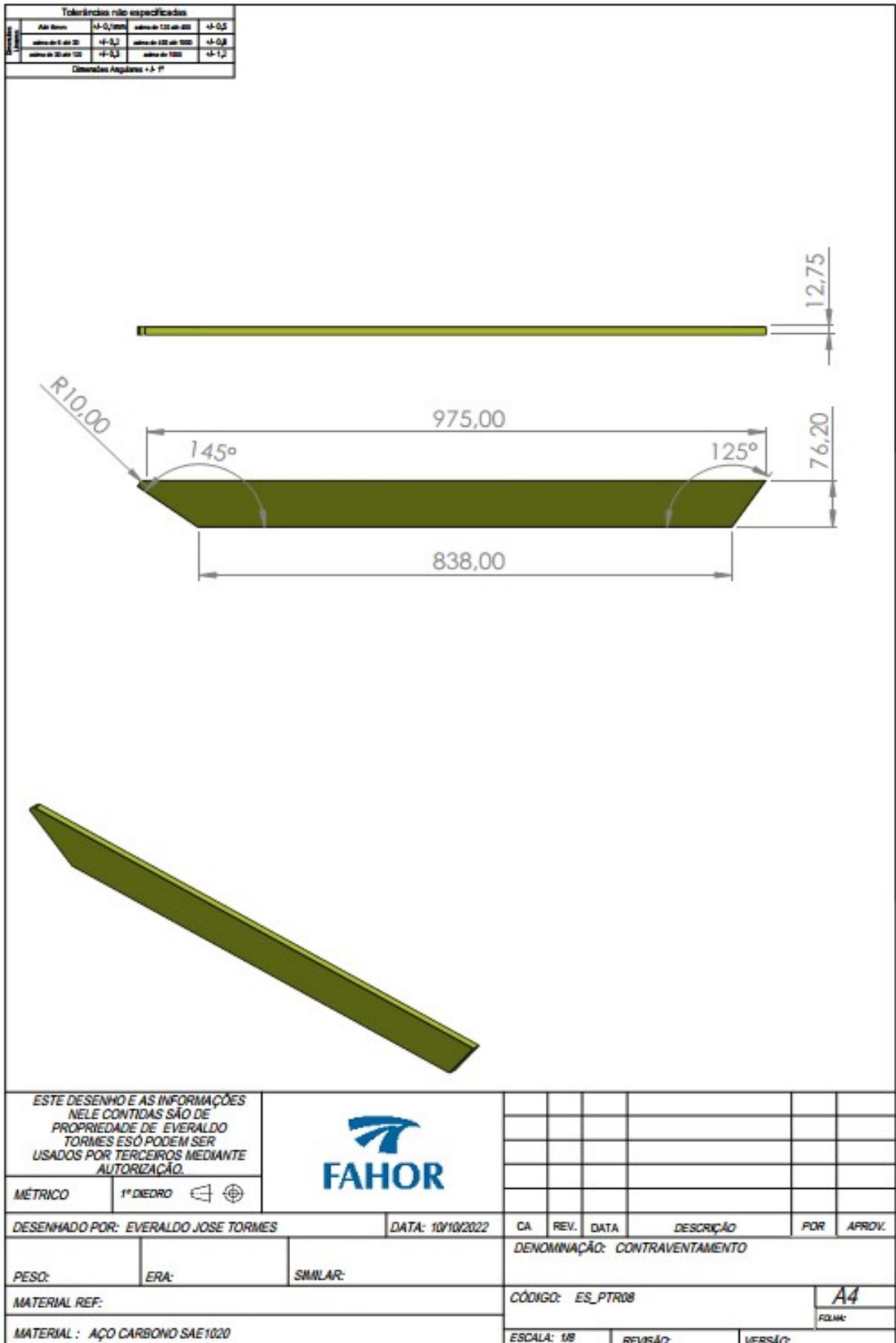
DESENHADO POR: EVERALDO JOSE TORMES	DATA: 09/10/2022	CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	FOR	APROV.
PESO:	ERA:	SMILAR:	DENOMINAÇÃO: CONJUNTO ESTRUTURAL				
MATERIAL REF: AÇO CARBONO SAE1020		CÓDIGO: ES_PRT01			A4		
MATERIAL :		ESCALA: 1:20	REVISÃO:	VERSÃO:			

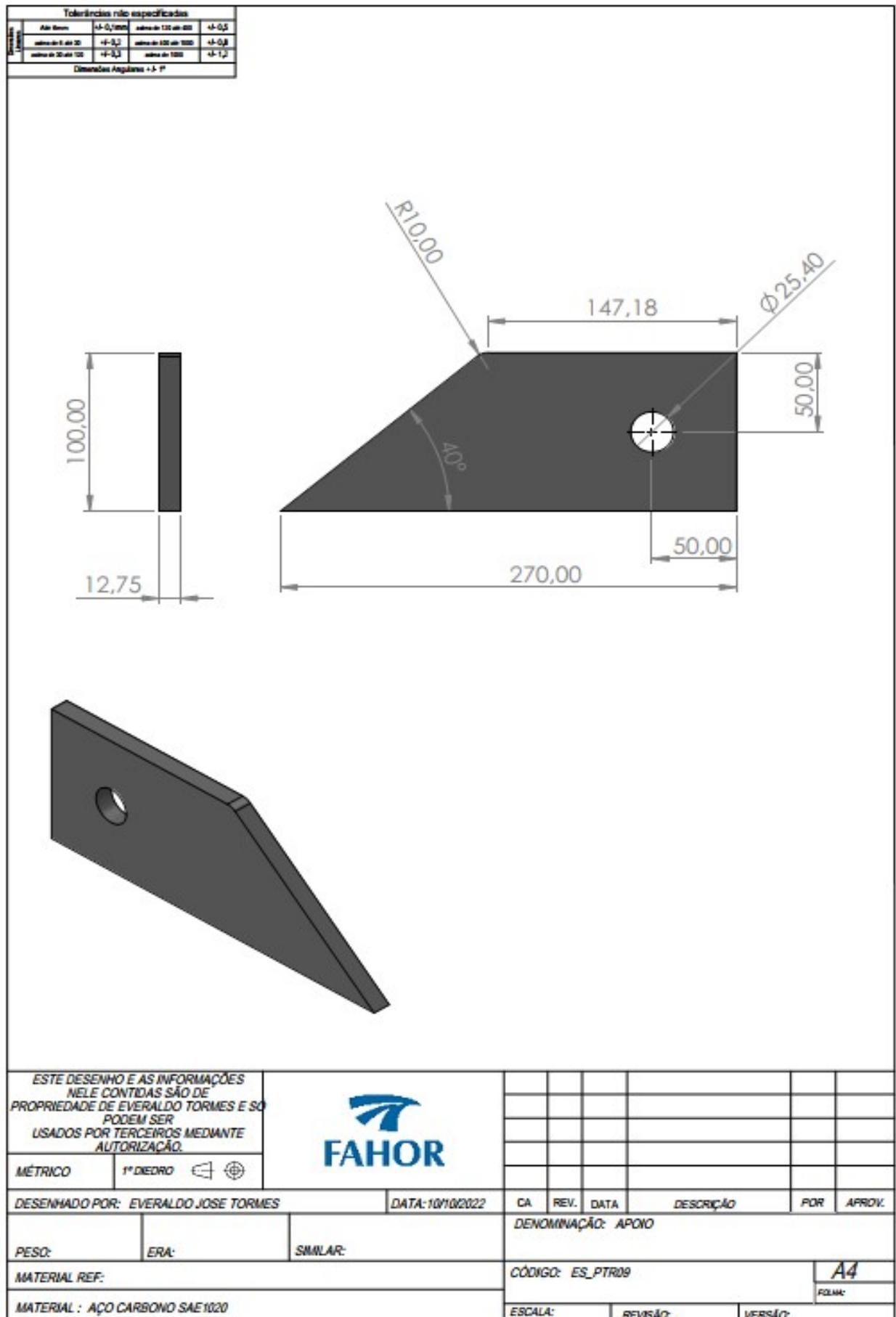


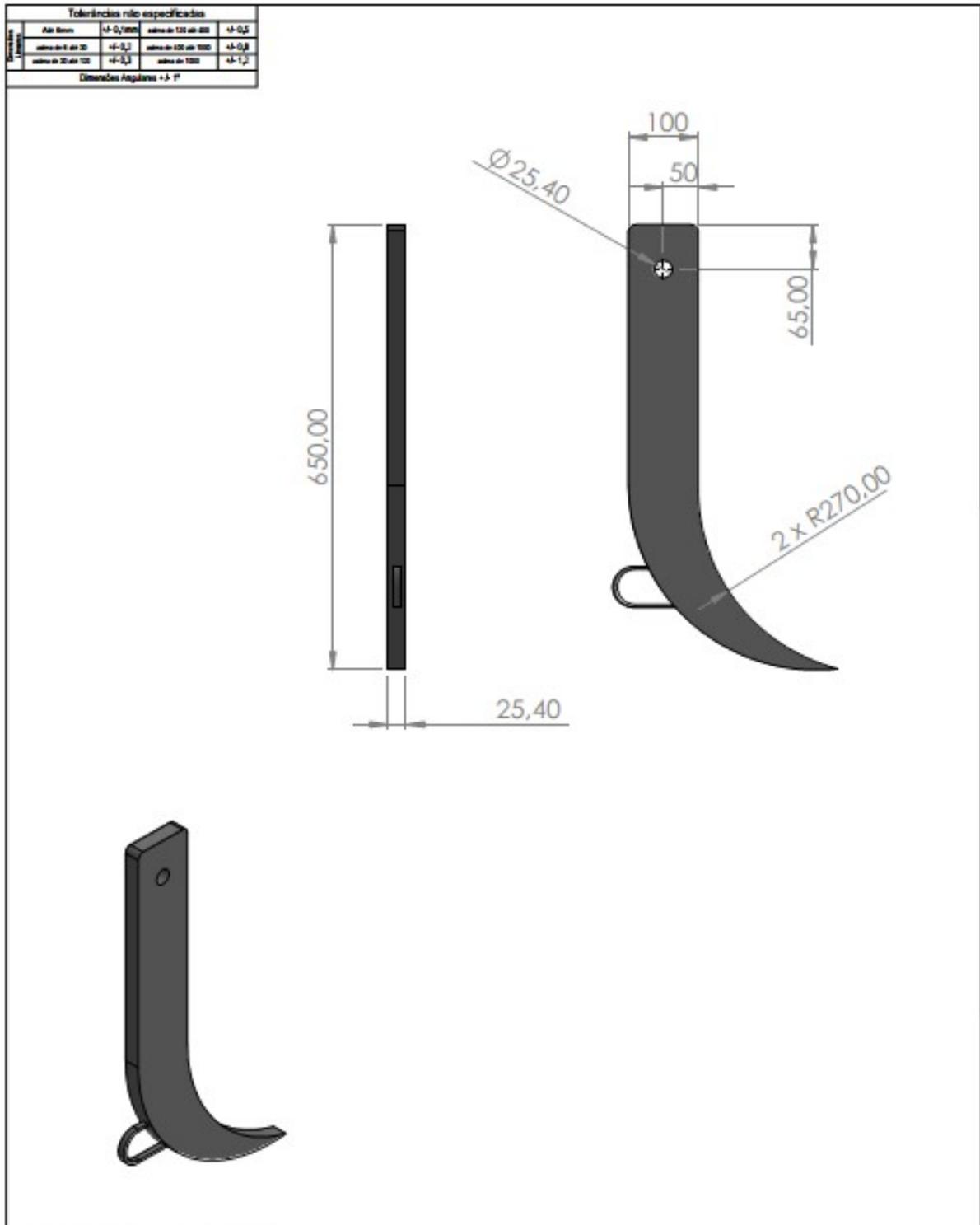




<p>ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE PROPRIEDADE DE EVERALDO TORMES E SÓ PODEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.</p>									
MÉTRICO	1º DIEDRO								
DESENHADO POR: EVERALDO JOSE TORMES		DATA:		CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV.
PESO:	ERA:	SIMILAR:		DENOMINAÇÃO: FIXAÇÃO REGULAGEM PÉ DE APOIO					
MATERIAL REF:		CÓDIGO: ES_PTR05						A4	
MATERIAL : AÇO CARBONO SAE 1020		ESCALA: 1/2	REVISÃO:	VERSÃO:					

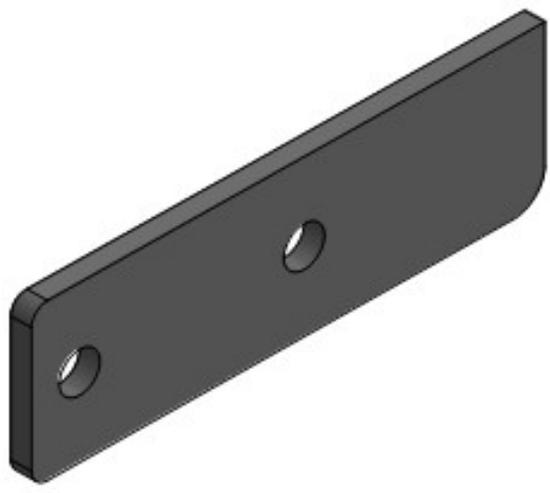
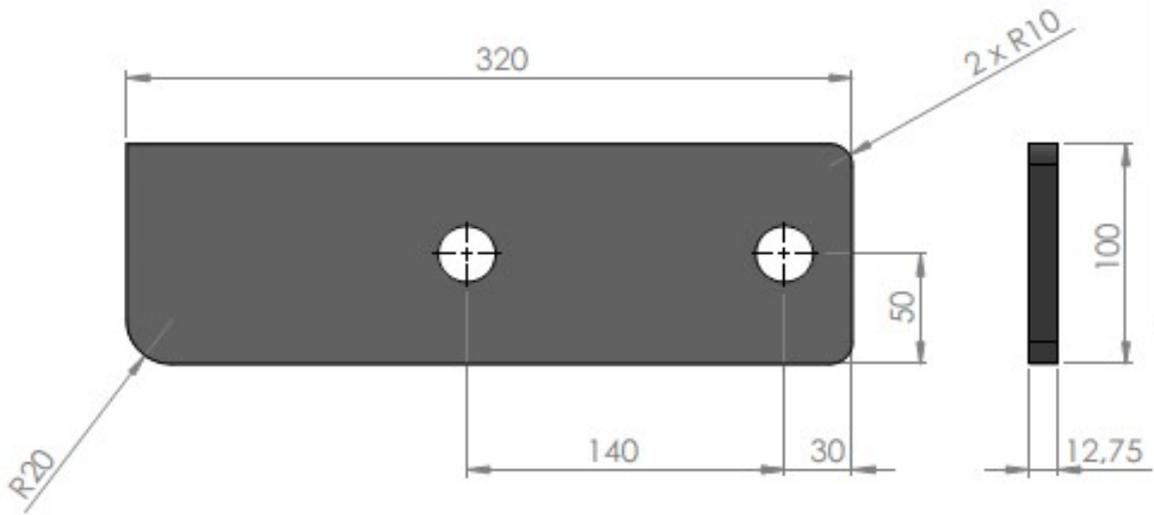






ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE PROPRIEDADE DE EVERALDO TORMES SÓ PODEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.											
MÉTRICO	1° DIEDRO										
DESENHADO POR: EVERALDO JOSE TORMES				DATA: 10/10/2022		CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	FOR	APROV.
PESO:				ERA:		SIMILAR:		DENOMINAÇÃO: PATINHA			
MATERIAL REF:				CÓDIGO: ES_PTR 10				A4			
MATERIAL: AÇO CARBONO				ESCALA:		REVISÃO:		VERSÃO:			

Tolerâncias não especificadas				
Tolerâncias	Até 3mm	+/- 0,1mm	acima de 3 até 50	+/- 0,2
	acima de 5 até 20	+/- 0,2	acima de 10 até 100	+/- 0,3
	acima de 20 até 100	+/- 0,3	acima de 100	+/- 0,4
Dimensões Angulares: +A -P				



ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE PROPRIEDADE DE EVERALDO TORMES E SÓ PODEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.



MÉTRICO 1º DIEDRO

DESENHADO POR: EVERALDO TORMES

DATA: 10/10/2022

CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	FOR	APROV.

DENOMINAÇÃO: APOIO

PESO: ERA: SMILAR:

CÓDIGO: ES_PTR12

A4

MATERIAL REF:

FOLHA:

MATERIAL : AÇO CARBONO

ESCALA: REVISÃO: VERSÃO: