



Bernardo Scheunemann

Leonardo Sackser

PROJETO DE PRODUTO DE UM *FLARE* PARA A COMBUSTÃO DE BIOGÁS

Horizontina - RS

2019

Bernardo Scheunemann

Leonardo Sackser

PROJETO DE PRODUTO DE UM *FLARE* PARA A COMBUSTÃO DE BIOGÁS

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Me. Adalberto Lovato.

Horizontina - RS

2019

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

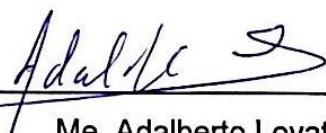
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

"PROJETO DE PRODUTO DE UM FLARE PARA A COMBUSTÃO DE BIOGÁS"

Elaborado por:
Bernardo Scheunemann
Leonardo Sackser

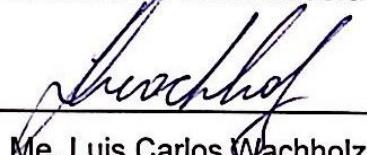
Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Mecânica

Aprovado em: 05/12/2019
Pela Comissão Examinadora



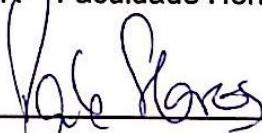
Me. Adalberto Lovato

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Me. Luis Carlos Wachholz

FAHOR – Faculdade Horizontina



Me. Paulo Marcos Flores

FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2019

Aos nossos pais, famílias e namoradas que nos deram toda a base e aporte necessário para concluirmos esta etapa.

Dedicamos também aos amigos e colegas que acompanharam e vivenciaram conosco o trabalho realizado.

Primeiramente, agradecemos a Deus pelo dom da vida e por iluminar nossos caminhos.

Aos professores que nos instruíram durante a jornada da graduação.

Em especial, ao nosso orientador, Me. Adalberto Lovato, pela ajuda, dedicação e conhecimento compartilhado.

“Você não pode simplesmente perguntar aos consumidores o que eles querem e daí tentar dar isso a eles. Assim que você conseguir construir isso, eles já vão querer algo novo”.

(Steve Jobs)

RESUMO

Políticas governamentais estão sendo adotadas para estimular o uso de energias renováveis, visando a sustentabilidade energética. Na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul situa-se um grande número de suinocultores, o que possibilita a exploração da biomassa a partir de dejetos suínos, utilizando-se biodigestores. Este, em seu processo final, produz biogás, o qual vem a ser combustível para geradores de energia elétrica. Seguindo as diretrizes das normas internacionais, o biogás não consumido deve ser queimado em um *flare*. Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo a elaboração do projeto de produto de um *flare* para a combustão de biogás, de acordo com a norma ISO/DIS 22580, considerando suas exigências estruturais, de instrumentação e controle do sistema. Com base na metodologia proposta por Amaral et al. (2015) em seu livro “Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo”, o projeto possui quatro entregas: planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado. Os procedimentos foram adaptados para atender às necessidades da pesquisa. Ao final desta, o protótipo foi modelado em 3D, seu funcionamento e mecanismos de segurança foram simulados em software baseado em linguagem *ladder* e, por fim, as atividades foram documentadas bem como criou-se um manual de operação. A partir dos indicadores de desempenho, foi constatado que o desenvolvimento de um *flare* é funcionalmente e tecnicamente viável seguindo a norma ISO/DIS 22580, entretanto, com uma ressalva: julgou-se necessário a existência de um documento formal que atribua em detalhes como a eficiência de queima deve ser medida.

Palavras-chave: Biogás. *Flare*. Projeto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico ilustrando o efeito do cromo na resistência dos aços à oxidação a altas temperaturas.....	19
Figura 2 – Controlador lógico programável estruturado em blocos	21
Figura 3 – Padrão IEC 61131 de linguagens associadas com a programação de CLP	22
Figura 4 – Esquema <i>Ladder</i>	23
Figura 5 – Metodologia macro do projeto de produto.....	25
Figura 6 – Modelo do ciclo de vida do produto e suas atividades	31
Figura 7 – Função global: representação gráfica	35
Figura 8 – Modelo de Matriz de Decisão.....	37
Figura 9 – EDT – Estrutura de Decomposição do Trabalho	44
Figura 10 – Diagrama de Mudge - classificação por relevância dos requisitos dos clientes	51
Figura 11 – QFD - Hierarquização dos requisitos do projeto	53
Figura 12 – Função global do produto.....	55
Figura 13 – Estrutura de funções do produto	56
Figura 14 – Matriz dos princípios de solução para as funcionalidades do produto	58
Figura 15 – Matriz de concepções viáveis do produto	59
Figura 16 – Matriz de decisão da concepção final do produto	60
Figura 17 – Esboço da concepção final do produto	61
Figura 18 – Concepção final do produto em modelagem 3D	62
Figura 19 – Diagrama representativo da lógica executada pelo sistema	64
Figura 20 – Malha de controle do sistema (simulado)	64
Figura 21 – Declaração das entradas do sistema	65
Figura 22 – Declaração das saídas do sistema.....	65
Figura 23 – Declaração das variáveis da programação	66
Figura 24 – Interface gráfica com o <i>flare</i> em operação	69
Figura 25 – Interface gráfica sendo controlada através do kit CLP	69
Figura 26 – Interface gráfica com os estados possíveis do <i>flare</i>	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Interessados no projeto	42
Quadro 2 – Escopo do produto	42
Quadro 3 – Escopo do projeto.....	43
Quadro 4 – Cronograma	45
Quadro 5 – Análise de riscos do projeto	46
Quadro 6 – Orçamento do projeto.....	47
Quadro 7 – Indicadores de desempenho	48
Quadro 8 – Ciclo de vida do produto	49
Quadro 9 – Requisitos dos clientes do produto.....	50
Quadro 10 – Classificação dos requisitos dos clientes do produto	52
Quadro 11 – Requisitos do projeto.....	52
Quadro 12 – Terço superior das especificações do produto	54
Quadro 13 – Terço médio das especificações do produto	54
Quadro 14 – Terço inferior das especificações do produto	55
Quadro 15 – Análise de atendimento dos requisitos do produto	71

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	TEMA	12
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.4	HIPÓTESES	13
1.5	JUSTIFICATIVA	13
1.6	OBJETIVOS	14
1.6.1	Objetivo Geral.....	14
1.6.2	Objetivos Específicos	15
2	REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1	PROJETO DE PRODUTO.....	16
2.2	BIODIGESTORES E BIOGÁS.....	17
2.3	NORMA ISO/DIS 22580	18
2.4	AÇO INOXIDÁVEL	19
2.5	AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS.....	20
2.5.1	Controlador Lógico Programável – CLP	20
2.5.2	Diagrama <i>Ladder - LD</i>	21
2.5.3	Instrumentação	23
3	MÉTODOS	25
3.1	PLANEJAMENTO DO PROJETO	25
3.1.1	Definir interessados do projeto.....	26
3.1.2	Definir escopo do produto	26
3.1.3	Definir escopo do projeto	27
3.1.4	Detalhar o escopo do projeto	27
3.1.5	Preparar cronograma	28
3.1.6	Avaliar riscos	28
3.1.7	Preparar orçamento do projeto	29
3.1.8	Definir indicadores de desempenho.....	29
3.1.9	Avaliar e aprovar fase	29
3.2	PROJETO INFORMACIONAL.....	30
3.2.1	Detalhar o ciclo de vida do produto.....	30
3.2.2	Definir clientes do produto	31
3.2.3	Identificar os requisitos dos clientes	31
3.2.4	Definir os requisitos do produto	32
3.2.5	Definir especificações-meta do produto	32
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	35
3.3.3	Desenvolver alternativas de solução para o produto	36
3.3.4	Definir arquitetura	36
3.3.5	Analisar sistemas, subsistemas e componentes (SSCs)	36
3.3.6	Selecionar a concepção do produto	37
3.3.7	Avaliar e aprovar fase	38
3.4	PROJETO DETALHADO	38
3.4.1	Criar e detalhar SSCs, documentação e configurações	38
3.4.2	Criar material de suporte do produto	39
3.4.3	Testar e homologar o produto.....	39

3.4.4 Avaliar e aprovar fase	39
3.5 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	40
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	41
4.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO	41
4.2 PROJETO INFORMACIONAL.....	48
4.3 PROJETO CONCEITUAL.....	55
4.4 PROJETO DETALHADO.....	61
4.4.1 Desenhos detalhados dos SSCs.....	63
4.4.2 Programação do sistema de controle.....	64
4.4.3 Simulação funcional via software	68
4.4.4 Material de suporte do produto	70
4.4.5 Análise de desempenho do projeto	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICE A - DESENHOS DETALHADOS DO PRODUTO	77
APÊNDICE B - ESTRUTURA DO PRODUTO OU BOM - BILL OF MATERIALS	120
APÊNDICE C - PROGRAMAÇÃO EM LINGUAGEM LADDER.....	122
APÊNDICE D - MANUAL DE OPERAÇÃO	123
ANEXO A – COTAÇÕES DE POSSÍVEIS FORNECEDORES.....	139
ANEXO B - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS AÇOS INOXIDÁVEIS	144
ANEXO C - PERFIS DE TUBOS EM AÇO INOXIDÁVEL PADRÃO SCHEDULE.....	145

1 INTRODUÇÃO

Com a necessidade da atual demanda energética global, que vem tornando-se maior a cada ano, bem como a sustentabilidade energética, desenvolveu-se diversas fontes renováveis de energia. Dentre elas, é possível destacar a energia eólica, solar e biomassa. Cada fonte de energia possui suas limitações bem como suas vantagens.

Em diversos países do mundo, políticas governamentais estão sendo adotadas para estimular o uso de energias renováveis, visando trabalhar questões de segurança junto ao abastecimento energético e conflitos ambientais gerados pelas emissões de gases do efeito estufa. Sendo assim, as fontes de energias renováveis utilizadas na geração de energia elétrica possuem um considerável índice de crescimento, representando um aumento de 2,8% ao ano entre os anos de 2010 e 2040 (SIMÕES MOREIRA, 2019).

Na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul situa-se um grande número de suinocultores, o que possibilita a exploração da biomassa a partir de dejetos suínos, utilizando-se biodigestores.

Dentre os benefícios do biodigestor pode citar-se o fato de permitir a produção de biogás incessantemente, durante o ano inteiro. Assim, é possível produzir energia elétrica constantemente sem depender de fatores climáticos externos, o que não se aplica às energias solar e eólica.

Os biodigestores em questão consistem em um sistema de armazenamento de dejetos suínos, em reservatórios especiais, onde ocorre a decomposição anaeróbica através de bactérias, dando origem ao biogás. Este, por sua vez, alimenta um motor de combustão interna - adaptado para operar com biogás - interligado a um gerador elétrico, produzindo assim energia elétrica. Entretanto, se o motor não for capaz de consumir todo o biogás, este não pode ser liberado na atmosfera, necessitando ser queimado em um *flare*.

Nesse contexto, o trabalho tem por objetivo desenvolver o projeto de produto de um *flare* voltado para um biodigestor de dejetos suínos, localizado numa propriedade rural no interior do município de Santo Cristo - Rio Grande do Sul, analisando-se as características chave de requisitos do cliente e do produto, a fim de determinar o sucesso do projeto.

1.1 TEMA

Elaboração do projeto de produto de um *flare* para a combustão de biogás, com base na norma ISO/DIS 22580.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O projeto de produto delimita-se nas exigências estabelecidas pela norma ISO/DIS 22580 referentes aos materiais e estrutura física do *flare*, instrumentação para a leitura de dados, atuação e controle do sistema. Os itens citados acima são avaliados via software CAD e de simulação de controladores lógico programáveis. A capacidade do produto desenvolvido foi baseada em uma propriedade parceira.

A concepção do projeto de produto é baseada na metodologia sugerida por Amaral et al. (2015) em seu livro “Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo”, a qual foi adaptada de acordo com as necessidades do projeto.

O presente trabalho não aborda a construção do protótipo, o sistema de alimentação elétrica, proteção contra descargas elétricas e procedimentos de teste, itens que também compõem a norma ISO/DIS 22580.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O comitê técnico de biogás, estabelecido pela ISO/TC 255, tem o objetivo de possibilitar a troca de conhecimentos tecnológicos e acelerar a aplicação do biogás internacionalmente, propondo que os equipamentos utilizados sejam desenvolvidos e mantidos de forma padronizada.

Nesse contexto, constituiu-se a normativa ISO 20675, a qual é responsável pela classificação, definição e termos da produção de biogás. Seguindo suas proposições de segurança e preservação ambiental, o biogás em excesso produzido num determinado sistema deve ser queimado em um *flare*, não podendo ser armazenado em instalações alternativas.

Havendo a necessidade de combustão do biogás, conforme descrito no parágrafo anterior, introduziu-se a norma ISO/DIS 22580 com a finalidade estabelecer parâmetros técnicos e garantir maior segurança para os *flares*, reduzir a emissão do gás metano (CH_4) - potente agente causador do efeito estufa - na atmosfera e prevenir riscos à saúde causados por gases perigosos.

Com base no exposto, o problema de pesquisa é estabelecido pela a seguinte pergunta: é funcionalmente e tecnicamente viável o desenvolvimento de um *flare* para a combustão de biogás seguindo as diretrivas da norma internacional ISO/DIS 22580?

1.4 HIPÓTESES

Após exposto o problema, levantam-se os seguintes pressupostos:

- As especificações da norma ISO/DIS 22580 apresentam os requisitos funcionais para a construção de *flares* para biodigestores.
- A normativa dos *flares* prevê possíveis problemas no processo de queima do biogás.

Baseando-se nestes pressupostos, levantou-se as seguintes hipóteses:

- Atendendo a norma ISO/DIS 22580 é possível construir um *flare* 99% eficiente.
- Os requisitos da norma ISO/DIS 22580 exigem a construção de um *flare* adicional para operar durante a necessidade de manutenção do principal.

1.5 JUSTIFICATIVA

Proteger o meio ambiente tem sido desafiante para os mais variados setores industriais e energéticos, nacionais e internacionais. Biodigestores apresentam um considerável potencial de danos ao meio ambiente, visto que o metano é cerca de vinte vezes mais poluente em relação ao gás carbônico. Diante disso, para minimizar os riscos provenientes dos biodigestores, nos deparamos com ações a serem tomadas e que englobam questões: ambientais, de segurança, desenvolvimento econômico e inovação tecnológica.

A primeira está diretamente ligada aos cuidados com um dos fenômenos naturais que mais agride o meio ambiente: o efeito estufa. Através da queima do biogás excedente proveniente da planta do biodigestor, é possível transformar o gás metano (CH_4), presente em maior quantidade em sua composição, em dióxido de carbono (CO_2), diminuindo o potencial de impacto do efeito estufa em aproximadamente vinte vezes.

As funções de segurança devem garantir que o sistema opere de forma confiável e inteligente através da escolha de equipamentos e componentes

técnicos assertivos. O sistema de controle da planta e as válvulas de segurança são responsáveis em assegurar o bem do meio ambiente, dos seres vivos ao redor e também do próprio sistema.

A implantação do sistema de combustão promoverá o desenvolvimento regional, onde as instalações em funcionamento servirão de modelo para atrair novos adeptos à energia renovável proveniente dos biodigestores, buscando estar de acordo com as regulamentações internacionais e aderir aos programas de incentivo para regular a emissão de gás metano (CH_4).

Além disso, a construção de um *flare* irá permitir o aprimoramento tecnológico ou de técnicas alternativas, proporcionando soluções eficazes, de menor custo possível e maior rentabilidade para pequenas propriedades rurais onde objetiva-se reutilizar os recursos provenientes de atividades já desempenhadas pelos proprietários.

A segurança dos biodigestores está diretamente ligada à existência de um *flare* cuja operação é regulamentada pela normativa ISO/DIS 22580. Para a implantação de um produto que segue as normas internacionais, é de importância que os requerimentos estejam claros por parte dos envolvidos, promovendo um estudo consolidado que permita atender com eficiência às demandas do setor de energias renováveis.

Este projeto de TFC (Trabalho Final de Curso), visando a viabilidade da aplicação da norma ISO/DIS 22580, justifica-se pela necessidade de desenvolver *flares* normatizados para utilização em plantas de biogás e estar de acordo com as exigências internacionais.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

O trabalho em questão tem por objetivo desenvolver o projeto de produto de um *flare* a partir de parâmetros técnicos estabelecidos pela norma internacional ISO/DIS 22580, resultando em um sistema seguro e que opere com uma eficiência de 99% na queima do biogás, visando minimizar os impactos ambientais produzidos pelas plantas de biogás.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Definir os requisitos de projeto e de clientes à elaboração do projeto.
- Modelar as estruturas mecânicas e componentes em *software CAD* (*Computer-Aided Design*).
- Realizar simulação via *software* do sistema do *flare* e mecanismos de segurança.
- Documentar e mapear o sistema.
- Recomendação sobre a instrumentação do projeto, confrontando os requisitos da norma e valores no mercado brasileiro.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PROJETO DE PRODUTO

O PMI (2017, p.4) afirma que “projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único”. Ainda, para o PMI (2017), os projetos envolvem todos os níveis de uma organização, podendo estender-se a mais de uma organização simultaneamente. E mesmo sendo uma atividade temporária, continua gerando resultados e benefícios após o seu término, sendo estes benefícios de caráter social, econômico, material ou ambiental.

Segundo Amaral et al. (2015), com a internacionalização dos mercados, o desenvolvimento de produtos vem tornando-se um procedimento crítico dentro dos negócios, permitindo a criação de novos produtos em tempo otimizado, deixando-os mais competitivos para atender às constantes mudanças ambientais, tecnológicas e de mercado.

Barbosa Filho (2009) destaca que o surgimento de novos produtos está relacionado às necessidades que ainda não foram satisfeitas. Essa afirmação se dá tanto por produtos já existentes e que ainda não atenderam às expectativas quanto por produtos ainda não desenvolvidos com tal capacidade de atender às demandas.

O desenvolvimento de produto consiste em um conjunto de atividades que visam, através das exigências de mercado, disponibilidade tecnológica e estratégias de negócios, atender às especificações do projeto de um determinado produto e permitir a manufatura num determinado processo produtivo (AMARAL et al., 2015).

Back et al. (2010) destacam a importância do planejamento dos produtos visto a competitividade do mercado, proveniente da demanda por soluções inovadoras de forma rápida e contínua. Desta maneira o planejamento de produto busca entender o que deve ser desenvolvido em função da estratégia da empresa.

Além disso, o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) possui:

“[...] importância estratégica, buscando: identificar as necessidades do mercado e dos clientes em todas as fases do ciclo de vida do produto; identificar as possibilidades tecnológicas; desenvolver um produto que atenda às expectativas do mercado, em termos da qualidade total do produto; desenvolver o produto no tempo adequado - ou seja, mais rápido que os concorrentes - e a um custo competitivo” (AMARAL et al., 2015, p. 4).

Em contribuição, Pahl et al. (2005) abordam a importância de o desenvolvimento de produto ser executado no momento certo, estimulando o interesse do mercado. Para isso, o processo de desenvolvimento deve ser voltado à criação de boas soluções e que permita ser planejável, flexível, otimizável e verificável.

2.2 BIODIGESTORES E BIOGÁS

A utilização do biogás gera, de modo geral, benefícios econômicos e ambientais para a sociedade. “A China e a Índia foram os primeiros países a produzir biogás e a utilizá-lo como fonte de energia. A matéria-prima era oriunda de restos de comidas e dejetos em geral, sendo o biogás produzido utilizado para iluminação e cocção” (KARLSSON et al., 2014, p.8)

No Brasil, a tecnologia da digestão anaeróbica, ou dos biodigestores, começou a ser implantada na década de 1970, com a chegada da crise do petróleo. Apesar de vários incentivos oferecidos na época, os resultados obtidos não foram satisfatórios. No decorrer dos anos, diversos fatores foram responsáveis pela não difusão dos biodigestores: técnicos, humanos e econômicos. Além disso, como os sistemas foram trazidos de fora do país, houve grandes dificuldades em relação às adaptações dos modelos implantados, o que acarretou no aumento do custo bem como a exigência de manutenções recorrentes (WINROCK, 2008).

Segundo Bley Jr. (2015), a introdução da suinocultura na década de 1970 potencializou o uso dos biodigestores. A atividade era e é, ainda hoje, a que gera maior volume de dejetos orgânicos. As dificuldades encontradas na época para difundir a tecnologia estavam relacionadas aos cuidados com a biomassa e aos materiais que constituíam os biodigestores.

Winrock (2008) afirma que o biodigestor comprehende o local onde ocorre a fermentação da biomassa (matéria orgânica animal ou vegetal), caracterizado por um reservatório totalmente vedado e sem a presença de oxigênio, o que permite um ambiente propício aos microrganismos atuarem na degradação da matéria. O resultado obtido nesse processo é o biogás e ao biofertilizante.

De forma geral, o biogás é composto por uma mistura de gás metano (CH_4) e dióxido de carbono. Diversos fatores, como a temperatura, o pH e o tipo de substrato, possuem influência na composição do biogás resultante. A produção de

metano ocorre de forma incessante desde que o processo seja anaeróbico, ou seja, sem a presença de oxigênio. Quando purificado, o biogás pode servir como fonte de energia, através de motores geradores, ou como combustível veicular (KARLSSON et al., 2014, p.8).

Para Al Seadi et al. (2008), um dos maiores problemas ambientais da sociedade moderna é a produção e acúmulo de resíduos orgânicos gerados durante a produção de alimento. Esse acúmulo pode tornar-se energia renovável através da produção de biogás, bem como desenvolver tecnologias e beneficiar economicamente a sociedade.

Atualmente, a instalação de biodigestores é uma das soluções mais importantes quando se trata de digestão anaeróbica. A nível mundial, a Ásia contém milhões de famílias que utilizam biodigestores em pequena escala. Já em países como a Índia, China, Vietnã e Nepal, utilizam o biogás para cozinhar e produzir energia elétrica. Enquanto na Europa e América do Norte há milhares de biodigestores, onde a maioria utiliza novas tecnologias para fazer seu controle. (AL SEADI et al. 2008).

Karlsson et al. (2014) destacam que com a extensiva produção agropecuária e industrial do Brasil e a sua população concentrando-se em grandes centros urbanos, o atual aproveitamento do biogás no país está abaixo de seu potencial. Contudo com os resultados já alcançados mostra-se que asseguram um bom domínio da tecnologia, tornando assim o país apto a investir no segmento para o futuro, seja no setor agrícola ou industrial.

2.3 NORMA ISO/DIS 22580

A norma ISO/DIS 22580 estabelece padrões para a construção de *flares* destinados à queima de biogás, proveniente de biodigestores. A proposta do documento é garantir que os *flares* operem de forma segura, reduzindo as emissões do gás metano na atmosfera e prevenindo riscos humanos e ambientais causados pelo biogás.

Os pontos abordados pela norma ISO/DIS 22580 são referentes à manufatura, instalação, operação e manutenção do sistema de combustão. Além disso, a implementação de *flares* contribui com o desenvolvimento regional e nacional, permitindo também a redução da emissão de carbono. No ano de 2019,

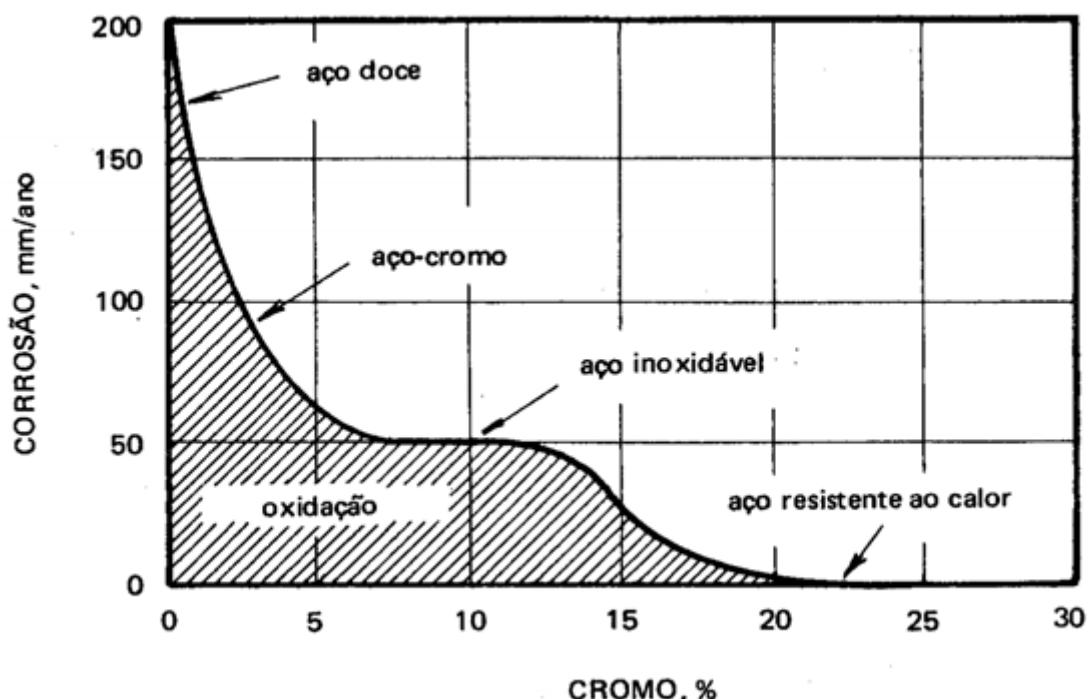
a norma em questão entrou em votação no comitê técnico. A sua publicação não foi efetuada até o fim desta pesquisa.

2.4 AÇO INOXIDÁVEL

Segundo Callister Jr. e Rethwisch (2018) os aços inoxidáveis caracterizam-se por ter alta resistência a ferrugem em ambientes expostos a atmosfera, onde o elemento liga predominante é o cromo, tendo de atingir pelo menos um teor de 11% para ser classificado como tal. A fim de melhorar a sua resistência a corrosão, pode ser adicionado Molibdênio e Níquel na composição do aço.

"[...] no caso da resistência à corrosão, o cromo já atua efetivamente a partir de 10%, na resistência a calor, é necessário que sua quantidade ultrapasse 20%" (CHIAVERINI, 1986, p. 252). Na Figura 1, pode ser visto o fenômeno citado acima, onde a curva mostra a penetração em cubos de meia polegada aquecidos durante 48 horas a 1.000°C no ar.

Figura 1 – Gráfico ilustrando o efeito do cromo na resistência dos aços à oxidação a altas temperaturas



Fonte: Chiaverini, 1986, p. 252

2.5 AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS

O termo “automação” refere-se à ação de adotar controles automáticos em um determinado processo ou equipamento. “O próprio dispositivo é capaz de perceber mudanças que afetam o sistema, decidir sobre a necessidade de realizar alguma ação corretiva e atuar sobre o sistema, sem intervenção humana” (CAMARGO, 2014, p. 15).

Para que um sistema opere ou execute uma determinada tarefa, faz-se necessário o controle. Este determina o modo de agir sobre o sistema, podendo ser classificado, de modo geral, como manual ou automático. O controle manual necessita de um operador, o qual é responsável pelo processamento, de modo manual, de um sinal para o elemento de controle. Por outro lado, o sistema automático trabalha para manter estável um determinado estado ou variável, podendo executar determinadas ações ou correções sem a intervenção humana (RODRIGUES, 2016).

Segundo Camargo (2014), os sistemas de automação podem ser classificados de acordo com a sua flexibilidade e seu nível de associação de tarefas. Um dos tipos mais utilizados atualmente é a automação programável, cujo sistema é formado por elementos que armazenam a lógica de operação e que acionam e desligam dispositivos automaticamente de acordo com a sequência estabelecida.

2.5.1 Controlador Lógico Programável – CLP

Segundo Prudente (2007), o controlador lógico programável (CLP) consiste em um dispositivo formado por componentes eletrônicos e uma memória, programável ou não. Tem por finalidade ler e executar instruções que estão armazenadas na memória, comunicando-se mutuamente com portas de entrada (*input*) e saída (*output*), analógicas ou digitais, de acordo com o programa estabelecido.

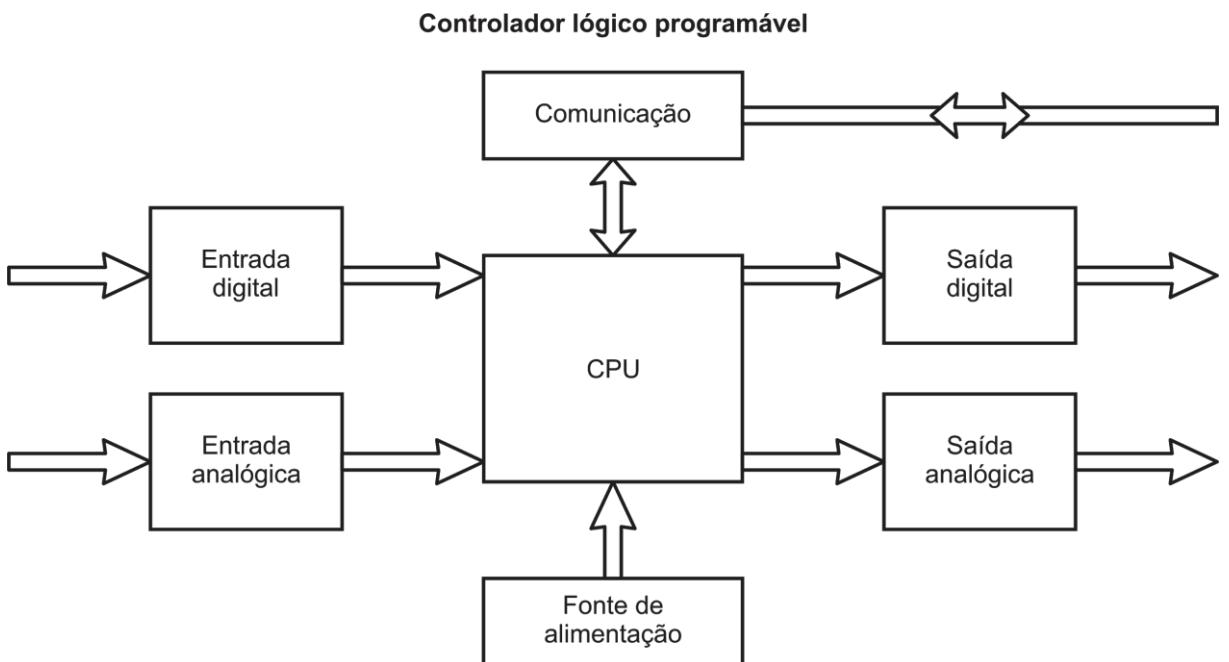
De forma sucinta, Roque (2014) caracteriza o CLP como um computador destinado à execução de controles de processos de diferentes níveis de complexidade, possuindo interface de fácil interpretação ou manipulação por parte do usuário. Além disso, “o CLP é adequado ao ambiente industrial, por ser

resistente a ruídos, poeira, umidade e perturbações eletromagnéticas, além de apresentar pequenas dimensões" (ROQUE, 2014, p. 29).

Os controladores lógicos programáveis podem possuir arquitetura - equipamento e programa - aberta ou fechada. A fechada, comumente, constitui projeto patenteado, limitando a conexão com dispositivos de diferentes fabricantes. Já a aberta permite facilmente a conexão de componentes e programas de outros fabricantes, encontrados facilmente no mercado (PETRUZELLA, 2014).

Roque (2014) afirma que um CLP possui cinco principais blocos, os quais são compreendidos por: fonte de alimentação (contínua ou alternada), entradas (analógicas ou digitais), saídas (analógicas ou digitais), Unidade Central de Processamento (CPU, que corresponde ao processador e memórias) e Unidade de Comunicação. A Figura 2 dispõe visualmente essa divisão em blocos.

Figura 2 – Controlador lógico programável estruturado em blocos



Fonte: Adaptado de Roque (2014, p. 30)

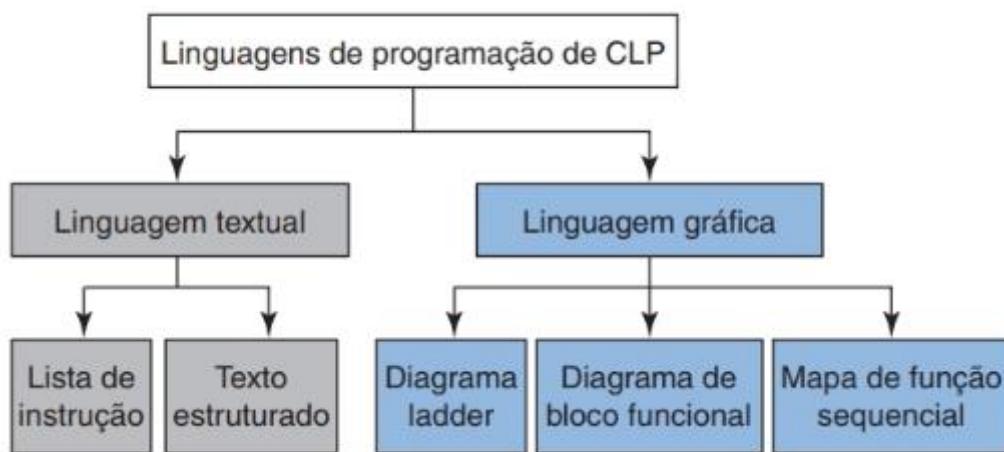
2.5.2 Diagrama *Ladder* - LD

O CLP executa determinadas funções a partir da lógica escrita em uma determinada linguagem de programação. As linguagens utilizadas podem ser do gênero gráfico ou textual. O gênero textual caracteriza-se por ser mais difícil e menos intuitivo, exigindo um nível e conhecimento maior na área. Já o gênero

gráfico é mais intuitivo e corresponde a um esquema de blocos (PRUDENTE, 2007).

A norma IEC 61131, estabelecida pela *International Electrotechnical Commission*, padroniza as diferentes modalidades de programação associadas ao CLP (PETRUZELLA, 2014). A Figura 3 compreende a divisão das linguagens de programação de acordo com o padrão estabelecido.

Figura 3 – Padrão IEC 61131 de linguagens associadas com a programação de CLP



Fonte: Petruzella (2014, p. 77)

O diagrama *Ladder* - LD (*Ladder Diagram*) é a linguagem mais utilizada para CLP. Além disso, “é popular para aqueles que preferem definir as ações de controle em termos de contatos dos relés e de bobinas, além de outras funções, como bloco de instruções (PETRUZELLA, 2014, p. 77).

Em contribuição, Roque (2014) afirma que a linguagem *Ladder* “é baseada na lógica de relés e esquema de contatos”, apresentando sinais gráficos. A tradução literária do termo *Ladder* é “escada”, pois o esquema visual estabelecido pela linguagem se assemelha a uma escada. (PRUDENTE, 2007).

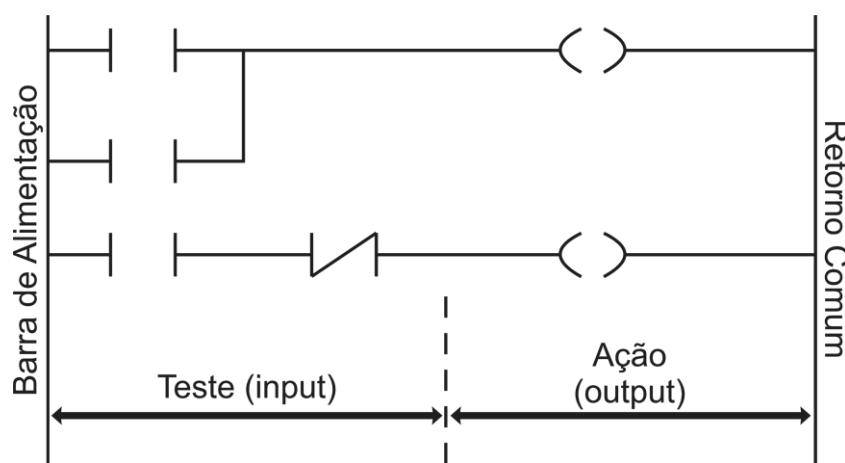
De acordo com Prudente (2007, p. 40), o diagrama *Ladder* é composto “estruturalmente de duas linhas verticais e linhas horizontais (escada), sob as quais estão desenhados os elementos constituintes do sistema a controlar”. Mais especificamente, possui:

- Barra de alimentação - linha vertical esquerda, responsável pelos elementos de *input* ou entrada do sistema;

- Retorno comum - linha vertical direita, responsável por interligar os elementos de saída (*output*);
- Zona de *input* ou de teste - correspondente às entradas do sistema, tanto para abertura ou fechamento de contato, seguindo a lógica do sistema;
- Zona de *output* ou de ação - correspondente às variáveis de saída.

A Figura 4 permite visualizar a estrutura correspondente a partir de um esquema *Ladder* demonstrativo.

Figura 4 – Esquema *Ladder*



Fonte: Adaptado de Prudente (2007, p. 40)

2.5.3 Instrumentação

Um sistema de controle é formado por instrumentos capazes de realizar a medição, monitorar e coordenar etapas de processos produtivos. Em outras palavras, a instrumentação está diretamente relacionada ao desempenho efetivo de um processo (malha de controle), podendo trabalhar em funções específicas. “A medição dos processos é que determina os padrões e permite que sejam referenciadas unidades às diversas grandezas” (BALBINOT e BRUSAMARELLO, 2011, p. 6).

Os instrumentos podem ser localizados no campo ou dentro de um painel (ou sala) de controle, de acordo com a sua função no sistema. Além disso são nomeados de acordo com a variável do processo, podendo corresponder, por exemplo, a “um transmissor de nível, um indicador e controlador de temperatura, uma chave de pressão (também chamada de pressostato), entre outras combinações de funções e variáveis de processo” (ALVES, 2017, p. 11).

Além disso, Alves (2017) estabelece uma divisão dos elementos que compõem um sistema de controle de acordo com a função desempenhada, os quais são compreendidos como:

- Sensor (elemento primário): dispositivo sensível a uma variável de processo;
- Indicador: possui a função de informar o valor de uma variável de processo e não interfere no sistema;
- Transmissor: a partir da leitura de um sensor, converte a variável de processo em uma saída padronizada de sinal analógico ou digital;
- Controlador: responsável por executar as tarefas do sistema, buscando manter um valor predeterminado de uma variável de processo;
- Registrador: efetua o armazenamento dos dados coletados do processo;
- Transdutor: responsável por transformar um sinal de entrada (de qualquer natureza) em um sinal de saída padronizado;
- Válvula de controle: responsável pela intervenção de vazão dos fluidos contidos no sistema;
- Chave: transfere um sinal após atingir um valor predeterminado.

3 MÉTODOS

Esta pesquisa, quanto a sua finalidade, é definida como pesquisa aplicada, que segundo Gil (2018, p. 24) “[...] abrange estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem”. Quanto ao delineamento ou classificação com base nos procedimentos técnicos caracteriza-se como um estudo de caso, que corresponde a uma pesquisa profunda de um determinado assunto, obtendo um maior detalhamento do tema (GIL, 2018).

O estudo de caso se deu através da metodologia do projeto de produto proposta por Amaral et al. (2015) em seu livro “Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo”, seguindo seus procedimentos e etapas estabelecidas: planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado, conforme a Figura 5.

Figura 5 – Metodologia macro do projeto de produto



Fonte: Autores

“Para desenvolver um produto com eficiência e eficácia, é necessário saber o que fazer, para quem fazer, quando fazer, com que fazer e como fazer. A esta organização [...] chamar-se-á metodologia do projeto” (BACK et al., 2010, p.7).

Para Pahl et al. (2005, p. 6), a metodologia de projeto é definida como uma etapa planejada, com condutas estabelecidas para serem levadas em consideração no projeto de sistemas técnicos. Além disso, possibilita despertar habilidades individuais dos envolvidos e a racionalização do processo de projeto e produção.

3.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

O planejamento do projeto é o documento que contém informações iniciais e determinantes para a execução do projeto. As principais atividades e recursos são identificados e devem ser integrados de forma adequada a fim de otimizar o tempo disponível de projeto (AMARAL et al., 2015). “Planejar um projeto requer a

identificação das atividades a serem desenvolvidas, [...] tempo e recursos necessários, [...] início e conclusão do projeto" (BACK et al., 2010, p. 32).

Para Amaral et al. (2015), as principais etapas que compõe o planejamento do projeto são:

- Definição dos interessados no projeto;
- Criação do escopo do projeto e do produto;
- Definir a estrutura de decomposição do trabalho - EDT;
- Elaboração do cronograma e orçamentos;
- Análise de riscos do projeto;
- Elaborar os Indicadores de desempenho.

Em seguida são explicadas as atividades utilizadas para a etapa do planejamento do projeto elaborado neste trabalho

3.1.1 Definir interessados do projeto

De acordo com Amaral et al. (2015, p. 155), os interessados do projeto "são os indivíduos e as organizações envolvidos diretamente e também aqueles que, de alguma forma, serão afetados por sua existência". Além disso, o autor afirma que esta atividade é responsável por identificar os envolvidos, juntamente com suas necessidades, limitações e a forma que estão interligados com o projeto.

Os envolvidos podem ser identificados como: gerente do projeto, membros da equipe, os diversos clientes, a organização executora e financiadora e os fornecedores (AMARAL et al., 2015).

3.1.2 Definir escopo do produto

A presente atividade contempla o documento que, de forma sucinta, estabelece as características e funções do produto. No futuro, os pontos estabelecidos são relacionados com os aspectos do projeto (AMARAL et al., 2015).

Em contribuição, Back et al. (2010, p. 123) define como "um resumo das partes capitais do projeto e de suas esperadas consequências, de forma a permitir uma compreensão do que se pretende fazer e com que finalidade". Através de

reuniões entre o gerente e a equipe de projeto, define-se “qual o produto que se espera criar com o projeto” (AMARAL et al., 2015, p. 159).

3.1.3 Definir escopo do projeto

Segundo Amaral et al. (2015), o escopo do projeto corresponde às características que retratam “como” o produto será obtido, premissas assumidas, partes envolvidas, entre outros, servido como fundamento toda a etapa de planejamento do projeto.

Para Back et al. (2010), o escopo do projeto serve como base para a tomada de futuras decisões, compreendendo uma documentação formal com elementos como: a justificativa do projeto, o produto a ser desenvolvido, os resultados esperados e os objetivos a serem alcançados. Ainda, o escopo pode conter informações complementares, incluindo restrições e premissas que auxiliam no gerenciamento das entregas.

Amaral et al. (2015) estabelecem alguns itens que fazem o escopo do projeto tornar-se completo, abordando características do produto e do projeto:

- Justificativa do projeto e requisitos do negócio aos quais deve atender;
- Breve descrição sobre o produto a ser desenvolvido;
- Objetivos do projeto, em termos quantificáveis;
- Premissas e restrições identificadas;
- Plano de gerenciamento do escopo.

3.1.4 Detalhar o escopo do projeto

O detalhamento do escopo tem a finalidade de facilitar as estimativas de custos, tempos e recursos, definir padrões para controlar o desempenho do projeto e também auxiliar na atribuição das responsabilidades. Para isso, deve ser utilizado um recurso intitulado Estrutura de Decomposição do Trabalho (EDT), que desmembra o projeto em suas partes componentes e elementos (AMARAL et al., 2015).

Através da EDT procura-se dividir o projeto em pacotes de trabalho, e com isso facilitar o gerenciamento do tempo das atividades, os recursos, as responsabilidades, os riscos e entre outros pontos que compõem o projeto (BACK et al., 2010).

Amaral et al. (2015) destacam que não há uma regra ou método específico para estabelecer a EDT, porém esta deve ser definida com atenção e cuidado. É uma maneira esquemática, didática e rigorosa que apresenta o esforço necessário para cumprir as entregas.

3.1.5 Preparar cronograma

O cronograma apresenta a definição da “programação de datas de início e fim das atividades. Essa estimativa depende do esforço necessário para a realização da atividade e da quantidade de recursos disponíveis” (AMARAL et al., 2015, p. 178).

Amaral et al. (2015) ainda estabelecem que as quantidades de recursos disponíveis juntamente com os esforços estimados determinam o prazo a ser considerado para a realização das atividades, determinadas pela EDT. As etapas devem ser niveladas, de forma a permitir o trabalho constante e em um nível adequado. O cronograma pode ser disposto de diferentes formas, como diagrama de rede de atividades, diagrama de Gantt, na forma de calendário ou até mesmo em forma de planilhas.

3.1.6 Avaliar riscos

O planejamento e gestão dos riscos do projeto giram em torno da redução da incerteza, eliminação de eventos não oportunos e nas melhorias de alternativas de soluções para a resolução dos problemas. As avaliações dos riscos são feitas com base em duas dimensões: a probabilidade da ocorrência e o efeito potencial - impacto no projeto (AMARAL et al., 2015).

Da mesma forma, Amaral et al. (2015) afirmam que a partir das informações levantadas na análise qualitativa de probabilidade e impacto do risco, é possível verificar as possibilidades efetivas de um problema ocorrer. Para tanto, devem ser criadas ações para a prevenção desses riscos, podendo ser compreendidas como:

- Ações que eliminem totalmente a fonte do risco;
- Ações que diminuam a probabilidade de ocorrência dos riscos;
- Ações que diminuam o impacto.

3.1.7 Preparar orçamento do projeto

“A estimativa de custos dos recursos empregados em cada atividade de desenvolvimento serve para compor uma estimativa de custo do produto final resultante” (AMARAL et al., 2015, p. 189).

A estimativa é baseada nas informações obtidas nas outras atividades do planejamento do projeto, principalmente no cronograma e a declaração do escopo. A preparação do orçamento pode ser dividida em duas etapas: a definição de custos dos recursos e componentes empregados nas atividades e em seguida uma análise dos dados obtidos, partindo de técnicas de estimativa de custos (AMARAL et al., 2015).

3.1.8 Definir indicadores de desempenho

Planejar indicadores de desempenho “significa escolher aqueles mais propícios para avaliar a execução de um projeto, dadas as suas características e o seu tipo (AMARAL et al., 2015, p. 197). Além disso, os autores enfatizam que os indicadores não somente verificam se as fases anteriores foram cumpridas e os resultados obtidos, mas avalia se o valor de contribuição do projeto está se mantendo de acordo com o esperado.

Amaral et al. (2015) destacam que os indicadores medem aspectos relacionados com o tempo, custo e escopo do projeto, exemplificados principalmente como:

- Tempo de execução do projeto;
- Custo total do projeto;
- Custo real sobre orçamentos;
- Qualidade dos resultados de acordo com as especificações.

3.1.9 Avaliar e aprovar fase

Esta compreende a fase de transição entre o fim planejamento do projeto e o início do projeto informacional. Para tanto, é necessário avaliar as informações resultantes das etapas anteriores, seguindo critérios em formas de perguntas. A avaliação deve permitir que as respostas da avaliação sejam conformes e garantam a consistência do projeto (AMARAL et al., 2015).

3.2 PROJETO INFORMACIONAL

Levando em consideração a fase do planejamento, o projeto informacional objetiva o desenvolvimento de informações importantes que refletem nas características do produto e que devem atender às exigências estabelecidas pelos clientes. As informações são chamadas de especificações-meta do produto (AMARAL et al., 2015).

Back et al. (2010, p. 201) destacam que a atividade em questão propicia o “entendimento e a descrição do problema na forma funcional, quantitativa e qualitativa, formalizando a tarefa de projeto”.

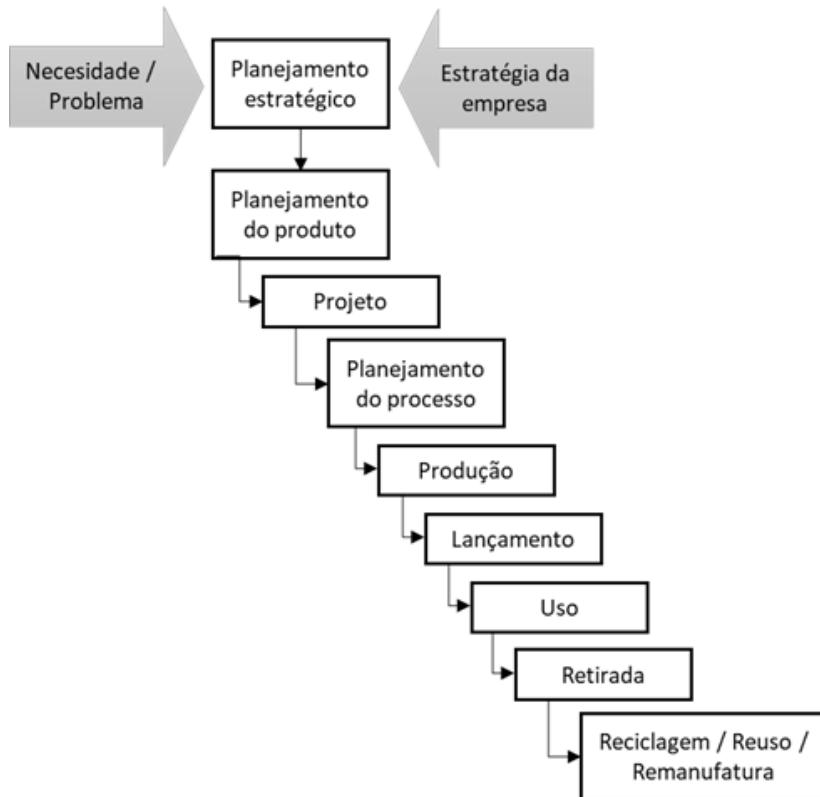
Para estabelecer as especificações-meta, Amaral et al. (2015) sugere as etapas: detalhar o ciclo de vida do produto, definir os clientes e seus requisitos, definir os requisitos do produto e suas especificações, e, por fim, avaliar e aprovar a fase. Essas etapas são explicadas na sequência.

3.2.1 Detalhar o ciclo de vida do produto

“Os modelos do ciclo de vida fornecem uma descrição gráfica da história do produto, descrevendo os estágios pelos quais o produto passa” (AMARAL et al., 2015, p. 215). O autor define que o início se dá pelos primeiros esforços organizados e planejados para criar o produto e o fim é determinado, geralmente, quando acaba o suporte de pós-venda.

Os modelos para a criação do ciclo são diversos, e caracterizam-se por estágios sequenciais e hierárquicos. O escolhido para esta pesquisa é representado pela Figura 6.

Figura 6 – Modelo do ciclo de vida do produto e suas atividades



Fonte: Adaptado de Amaral et al. (2015, p. 217)

3.2.2 Definir clientes do produto

Segundo Amaral et al. (2015), os clientes são associados às fases do ciclo de vida e podem ser classificados em três tipos:

- Clientes externos - pessoas ou organizações que irão usar, manter, desativar e/ou retirar o produto.
- Clientes intermediários - responsáveis pela distribuição, compras, vendas e marketing do produto.
- Clientes internos - envolvidos no desenvolvimento do projeto, envolvidos na produção do produto e os fabricantes.

3.2.3 Identificar os requisitos dos clientes

Após a identificação dos clientes em cada fase do ciclo de vida, procura-se identificar suas necessidades. Estas, podem ser estabelecidas de várias formas, através de listas de verificação, observação direta, entrevistas ou outros métodos que façam a interação da equipe com os clientes (AMARAL et al., 2015).

Amaral et al. (2015) recomendam que as necessidades sejam organizadas e classificadas, e por fim, agrupadas de acordo com as fases do ciclo de vida ou por afinidade. Tendo agrupadas as necessidades, verifica-se a similaridade entre elas com o intuito de eliminar repetições.

Posterior ao agrupamento e classificação, as necessidades são reescritas de forma adequada ao projeto, e são chamadas de “requisitos dos clientes”. Estes “podem ser relacionados a aspectos, tais como: desempenho funcional, fatores humanos, propriedades, espaço, confiabilidade, ciclo de vida, recursos e manufatura” (AMARAL et al., 2015, p. 219). Além disso, os autores sugerem que os requisitos sejam registrados na matriz da Casa da Qualidade, desenvolvida posteriormente.

Embora os valores dos requisitos dos clientes possam ser definidos diretamente pela equipe de projeto, pode-se utilizar um procedimento mais sistematizado, que dependa menos da opinião pessoal de cada membro da equipe, tal como o Diagrama de Mudge. Nesse, a valoração é feita pela comparação dos requisitos aos pares, ou seja, cada requisito é comparado com cada um dos outros requisitos. Em cada comparação são feitas duas perguntas: Qual requisito é mais importante para o sucesso do produto? Quanto mais importante é esse requisito? (AMARAL et al., 2015, p. 222).

3.2.4 Definir os requisitos do produto

Geralmente os requisitos de clientes apresentados anteriormente ainda estão em forma de necessidades, não compreendendo características mensuráveis do produto. Portanto, é fundamental que as informações características do produto estejam de acordo com a linguagem técnica da engenharia, em outras palavras, possíveis de serem mensuradas por algum tipo de sensor (AMARAL et al., 2015).

“Assim, os parâmetros mensuráveis associados à descrição do desempenho esperado são os chamados requisitos do produto ou requisitos de engenharia” (AMARAL et al., 2015, p. 223). Ainda, os autores destacam que os requisitos do produto obtidos a partir dos requisitos dos clientes concebem a primeira ideia física de como o produto será constituído.

3.2.5 Definir especificações-meta do produto

As especificações-meta constituem parâmetros quantitativos e mensuráveis que um produto deverá conter. Além de unidades, elas possuem valores-meta, os

quais correspondem à números que determinam o desempenho desejado (AMARAL et al., 2015).

De acordo com Amaral et al. (2015), as especificações são a base onde serão montados os critérios de avaliação e tomada de decisão, utilizados nas etapas posteriores da metodologia. Várias técnicas são utilizadas para auxiliar a equipe de projeto na definição das especificações-meta, porém uma das mais conhecidas é o QFD (*Quality Function Deployment*), também chamada de Matriz da Casa da Qualidade.

O QFD surgiu no Japão nos anos 1970 e difundiu-se nos anos 1990. O método auxilia o trabalho em equipe dos projetistas através da busca pelo consenso de diversas definições sobre o produto. Além disso, estabelece a relação entre os requisitos dos clientes com os requisitos do projeto, permite estabelecer especificações por meio da definição de valores-meta relacionados aos requisitos do projeto e verificar os possíveis conflitos técnicos associados aos requisitos (AMARAL et al., 2015).

Amaral et al. (2015) expõem os principais benefícios do método, destacando: a redução do número de alterações de projeto, do ciclo de projeto, dos custos de início de operação e de futuras reclamações de clientes; a tradução das necessidades dos clientes em características mensuráveis; e a percepção para as características que devem receber maior atenção e que contribuem com a qualidade do produto.

3.2.6 Avaliar e aprovar fase

Seguindo o mesmo padrão da avaliação do planejamento do projeto, as especificações-meta obtidas são avaliadas a partir de perguntas chave, que tratam: questões de concisão, ausência de redundâncias, estrutura adequada, clareza, praticabilidade e viabilidade econômica. Os critérios devem permitir a avaliação do sucesso e retorno esperado (AMARAL et al., 2015).

3.3 PROJETO CONCEITUAL

Esta fase compreende atividades da equipe relacionadas à busca, criação representação e seleções de soluções para o problema abordado no projeto. Amaral et al. (2015) sugerem que a busca por soluções já existentes pode ser feita

em livros, artigos, catálogos, produtos patenteados, *benchmarking* ou até mesmo produtos concorrentes. Para a criação de soluções não existem restrições, desde que atendam aos requisitos e especificações constadas no projeto. Já a representação pode ser feita através de esquemas, croquis ou desenhos, e desenvola-se juntamente com o processo de criação. E por fim, a seleção de soluções é realizada a partir de métodos apropriados às necessidades ou requisitos já definidos.

Inicialmente, o produto é modelado funcionamento e apresentado de forma abstrata, a fim de manter o foco na essência do problema e não na solução imediata, o que poderia formar uma barreira para novas soluções. Seguindo as recomendações dadas por Amaral et al. (2015), as atividades desta fase são: modelar funcionalmente o produto, desenvolver princípios de solução, desenvolver alternativas de solução, definir arquitetura, analisar SSCs (sistemas, subsistemas e componentes), selecionar a concepção do produto e avaliar e aprovar fase.

3.3.1 Modelar funcionalmente o produto

A fim de auxiliar a equipe envolvida no projeto, a modelagem funcional descreve o produto de forma abstrata, permitindo o entendimento da estrutura do produto sem delimitar a pesquisa das soluções. O modelo funcional representa o produto por meio de suas funções, incluindo tanto as internas (desempenhadas pelo próprio produto) quanto as externas - relacionadas à interação com o ambiente (AMARAL et al., 2015).

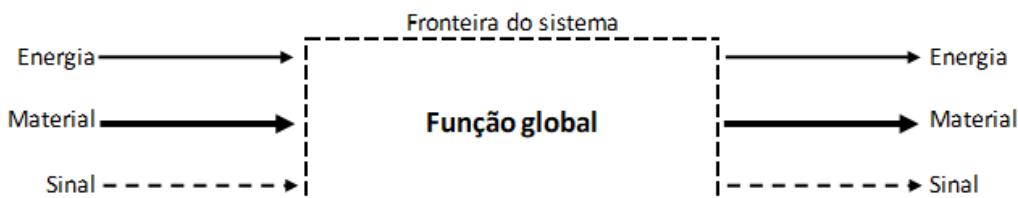
“De uma maneira geral, funções descrevem as capacidades desejadas ou necessárias que tornarão um produto capaz de desempenhar seus objetivos e especificações” (AMARAL et al., 2015, p. 237). Sendo assim, o primeiro passo sugerido pela metodologia é definir a função total ou função global, a qual apresenta os estados do sistema, relacionando entradas e saídas, conforme observado na Figura 7.

Para Amaral et al. (2015), as entradas e saídas fazem a interação do produto com o meio ambiente, usuário e outros sistemas envolvidos. Elas correspondem a um sinal, um material e a uma energia:

- Sinal: forma física de transporte da informação, podendo ser preparados, recebidos, comparados, transmitidos, mostrados ou gravados;

- Material: comprehende propriedades de forma, cor, massa etc, podendo ser misturado separados ou alterados quimicamente;
- Energia: responsável pelo transporte ou transformação da matéria e do sinal, podendo ser elétrica, cinética, magnética, calor e óptica.

Figura 7 – Função global: representação gráfica



Fonte: Adaptado de Amaral et al. (2015, p. 240).

Uma vez estabelecida a função total do sistema, sugere-se a sua decomposição em funções com nível de menor complexidade, facilitando a busca por soluções e proporcionando melhor entendimento do funcionamento do produto. Essa decomposição dá origem à chamada estrutura funcional, a qual permite visualizar os fluxos das entradas e saídas, bem como as funções adjacentes são interligadas (AMARAL et al., 2015).

3.3.2 Desenvolver princípios de solução para as funções

É nesta etapa onde o produto começa a ser concretizado e ganha forma. Para cada uma das funções que compõem a estrutura funcional pode ser atribuído um ou mais princípios de solução, determinados a partir de um efeito físico e de um portador de efeito físico que realizem o objetivo da função correspondente (AMARAL et al., 2015).

“O portador do efeito deve representar qualitativamente o sistema ou o meio que desempenhará a função desejada. Ele deve conter informações a respeito dos elementos que compõem o sistema, bem como das relações entre esses elementos”, afirmam Amaral et al. (2015, p. 246).

As informações dos itens que compõem o princípio de solução são relacionadas ao tipo do elemento, quantidade, forma, posição, movimentos e atributos de material. Um dos métodos para avaliação dos princípios de solução é a matriz morfológica. Nela os problemas são divididos em parâmetros, podendo compreender o que foi definido na etapa anterior. Em seguida, alternativas para a

solução dos parâmetros são buscadas - por meio de catálogos, experiência, pesquisa ou criação - e atribuídas. No final, os parâmetros são combinados em possíveis soluções e a melhor destas é escolhida como solução (AMARAL et al., 2015).

Além disso, é afirmado por Amaral et al. (2015) que os parâmetros determinados descrevem as características ou funções que o produto ou processo deve ter, permitindo a definição inicial da arquitetura do produto. Para a montagem da matriz morfológica, são necessários alguns procedimentos:

- Listar as funções essenciais para o produto;
- Listar os possíveis princípios de solução que atenda cada função;
- Representar as funções e os princípios de solução e combiná-los de forma a conter todos os possíveis princípios de solução.

3.3.3 Desenvolver alternativas de solução para o produto

Com a geração dos múltiplos princípios de solução possíveis, analisa-se a relação entre eles. Entretanto, podem haver restrições de compatibilidade física e geométrica entre os princípios relacionados, bem como de compartilhamento de suas funções (AMARAL et al., 2015).

3.3.4 Definir arquitetura

A arquitetura é definida por um esquema onde os elementos funcionais são dispostos em partes físicas e que mostra como elas interagem entre si. As decisões sobre a arquitetura influenciam nos esforços das atividades do projeto, pois irão determinar como as atividades serão destinadas aos envolvidos do projeto, incluindo fornecedores. Cada alternativa princípio de solução compreenderá uma arquitetura específica (AMARAL et al., 2015).

3.3.5 Analisar sistemas, subsistemas e componentes (SSCs)

Seguindo a proposta da metodologia, esta atividade é um refinamento da definição da arquitetura, “no qual são identificados e analisados aspectos críticos do produto observados no ciclo de vida do produto, como questões de funcionamento, fabricação, montagem, desempenho, qualidade, custos, uso, descarte e outros” (AMARAL et al., 2015, p. 264).

Aspectos críticos relacionados ao ciclo do projeto são identificados através das formas, materiais e dimensionamento inicial dos SSCs. Os dados levantados serão relevantes para definição dos processos de fabricação e montagem do produto, além da definição de parcerias. As informações também permitirão a construção da estrutura dos materiais, denominada BOM (*Bill of Materials*) (AMARAL et al., 2015).

3.3.6 Selecionar a concepção do produto

A seleção da concepção do produto objetiva a escolha do melhor conceito gerado pelas diferentes concepções, definindo-o como produto final. Para tanto, se faz necessário o uso de métodos que auxiliem na comparação entre concepções e na tomada de decisão. (AMARAL et al., 2015).

Para Amaral et al. (2015), existem dois tipos de comparação: a absoluta e a relativa. Nesta, a comparação é realizada entre os conceitos. Já na absoluta, a comparação é feita a partir de alguma informação, conhecimento, experiência ou até mesmo alguns requisitos. Usualmente, utiliza-se o método da Matriz de Decisão para definir a concepção do produto, conforme a sugestão disposta na Figura 8.

Figura 8 – Modelo de Matriz de Decisão

		Concepções					
		Concepção 1	Concepção 2 (referência)	Concepção 3	Concepção m
Critérios	Critério 1	0					
	Critério 2	0					
	Critério 3	0					

	Critério n	0					
	Total +	0					
	Total -	0					
		Total Global	0				

Fonte: Amaral et al. (2015, p. 282)

Para esta pesquisa, a Matriz de Decisão foi adaptada para realizar a comparação entre os critérios e as concepções, com base nos pesos obtidos no QFD.

3.3.7 Avaliar e aprovar fase

Após a escolha da concepção final do produto, o projeto conceitual pode ser finalizado. Seguindo o padrão mencionado anteriormente, a fase deve ser revisada através de algumas perguntas chave, referentes à viabilidade técnica e maturidade tecnológica dos elementos que compõem o produto (AMARAL et al., 2015).

3.4 PROJETO DETALHADO

No projeto detalhado é desenvolvido e finalizado todas as especificações do produto, para então poderem ser encaminhado à manufatura e outros processos de desenvolvimento. “As atividades dessa fase não são realizadas de forma sequencial e, sim, por meio de vários tipos de ciclos, que garantem o paralelismo entre as atividades” (AMARAL et al., 2015, p. 295).

A principal atividade, segundo Amaral et al. (2015), é a criação e o detalhamento dos SSCs, pois assim é possível dar andamento nas atividades que acontecem simultaneamente: ciclo de aquisição (decidir manufaturar ou comprar SSCs) e ciclo de otimização (avaliar SSCs, configurar e documentar o produto e processo). Em paralelo, ocorre também ciclo de planejamento do processo de fabricação e montagem do produto.

3.4.1 Criar e detalhar SSCs, documentação e configurações

Esta é a atividade responsável por detalhar a concepção. Tem por objetivo criar todos os SSCs do produto, produzir as documentações detalhadas (desenhos dos SSCs com cotas e tolerâncias informadas) e a configuração final do produto, através da BOM - Estrutura de Produto (AMARAL et al., 2015).

Partindo-se da definição de Amaral et al. (2015, p. 335), a “estrutura de produto (BOM) contém a identificação dos itens (SSCs) e dos relacionamentos entre eles, assim como a conexão desses itens com todos os documentos relacionados”. Por conter informações de produtos, setores e processos envolvidos, a BOM é fundamental para a fase de manufatura.

3.4.2 Criar material de suporte do produto

Amaral et al. (2015) afirmam que o material de suporte consiste em um manual de operação, manual de treinamento e manual de descontinuidade do produto. Devido à necessidade desta pesquisa, considera-se apenas o manual de operação.

3.4.3 Testar e homologar o produto

Com a finalidade de garantir a qualidade do produto antes de sua produção, “esta atividade de teste e homologação do produto fornece um aspecto formal ao processo, tornando-se um ponto de convergência e integração de todas as atividades relacionadas com averiguações do produto (AMARAL et al., 2015).

Amaral et al. (2015) declaram que as especificações finais do produto são analisadas levando em consideração as saídas e documentos. Com isso, é possível garantir que os requisitos do produto foram atingidos. Os testes e homologação complementam a avaliação, a qual se insere no ciclo de otimização dos SSCs buscando garantir a qualidade do produto. Ainda, para melhor compreensão, a atividade é dividida nas seguintes tarefas:

- Verificar a documentação;
- Verificar a funcionalidade do produto;
- Verificar o atendimento aos requisitos;
- Verificar o atendimento a normas;
- Obter certificado de homologação.

3.4.4 Avaliar e aprovar fase

Ao final da fase em questão, deve ser realizado uma autoavaliação das etapas a fim de permitir a aprovação dos resultados. As etapas do projeto detalhado devem ser revisadas constantemente, buscando certificar-se que os requisitos propostos pelas outras fases estão sendo atendidos. Seguindo o padrão, há algumas questões devem ser respondidas para garantir que documentos técnicos sejam aprovados, requisitos sejam atendidos, recursos sejam aprovados, retornos econômicos sejam garantidos e que o desempenho do produto seja de acordo com o objetivo do projeto (AMARAL et al., 2015).

3.5 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Nesta seção são designados os suprimentos e equipamentos necessários à realização do projeto. Entre os recursos, estão:

- a) Software para a gestão de projetos;
- b) Softwares CAD;
- c) Software para programação em linguagem *Ladder*;
- d) Catálogos de fornecedores;
- e) Armazenamento de arquivos em nuvem.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção são mostrados os resultados obtidos através da aplicação da metodologia desenvolvida na seção anterior, seguindo as etapas de planejamento e dos projetos informacional, conceitual e detalhado. Além disso, são apresentados o modelamento do produto, desenvolvido em *software CAD*, simulação do sistema em *software* de programação em linguagem *Ladder*, manual de operação e a análise de desempenho.

4.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Seguindo os procedimentos elencados por Amaral et al. (2015) para a etapa de planejamento do projeto, a primeira fase aplicada foi a exposição dos interessados no projeto, a qual resultou no Quadro 1.

Para a classificação das partes interessadas, foram multiplicadas as notas obtidas pelas colunas “Poder” e “Interesse” - dadas pelas notas de 1 a 5, e seguir-se os seguintes critérios para determinar o nível de importância:

- Valores entre 1 e 7: importância baixa;
- Valores entre 8 e 15: importância média;
- Valores entre 16 e 25: importância alta.

Quadro 1 – Interessados no projeto

Importância	Partes Interessadas	Função	Poder	Interesse
25	Bernardo Scheunemann	Gerente de Projeto	5 (Muito alto)	5 (Muito alto)
25	Leonardo Sackser	Gerente de Projeto	5 (Muito alto)	5 (Muito alto)
20	Adalberto Lovato	Equipe de Projeto	4 (Muito alto)	5 (Muito alto)
15	Propriedade Parceira	Cliente	3 (Muito alto)	5 (Muito alto)
15	Empresa parceira	Cliente / Patrocinador	3 (Médio)	5 (Muito alto)
6	Professor da FAHOR	Colaborador	3 (Médio)	2 (Baixo)
5	FAHOR - Faculdade Horizontina	Organização Executora	1 (Muito baixo)	5 (Muito alto)
3	Fornecedores de componentes e serviços	Fornecedor	1 (Muito baixo)	3 (Médio)
1	Acadêmicos da FAHOR	Cliente	1 (Muito baixo)	1 (Muito baixo)

Fonte: Os autores

Com base nos resultados gerados no Quadro 1, identificou-se três partes interessadas de importância alta, que correspondem aos gerentes do projeto e ao professor orientador, duas partes de importância média (a empresa interessada em manufaturar o produto e o cliente interessado em ceder o local para implantar o projeto) e quatro partes com importância baixa - colaboradores da instituição, a própria instituição de ensino, fornecedores que o projeto virá a ter e os demais acadêmicos.

Tendo estabelecido os principais interessados e envolvidos no projeto, determinou-se o escopo do produto, conforme o visualizado no Quadro 2.

Quadro 2 – Escopo do produto

Escopo do produto
Dispositivo de segurança, intitulado <i>flare</i> , capaz de realizar a queima do biogás não utilizado pela planta de um biodigestor e que atende os parâmetros técnicos exigidos pela norma ISO/DIS 22580. O sistema irá trabalhar de forma automática, operando com uma eficiência de 99% de queima do biogás e garantindo a segurança do meio. O queimador ficará no mínimo a 4 metros de altura. O material será resistente ao calor e à corrosão. Além disso, contemplará os dispositivos de segurança exigidos pela norma em questão.

Fonte: Os autores

A descrição presente no Quadro 2 engloba as principais características que se espera do produto após o término do projeto, sendo o ponto de partida para a formação do escopo do projeto. Este, sendo mais específico, define os limites da pesquisa, levando em consideração o que é feito no projeto, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Escopo do projeto

Título do projeto	Dispositivo de segurança, intitulado <i>flare</i> , capaz de realizar a queima do biogás não utilizado pela planta de um biodigestor
Justificativa	Para minimizar os riscos provenientes dos biodigestores, nos deparamos com ações a serem tomadas que englobam questões: ambientais, de segurança, desenvolvimento econômico e inovação tecnológica. Visando a viabilidade da aplicação da norma ISO/DIS 22580, justifica-se pela necessidade de desenvolver <i>flares</i> que atendam à norma ISO/DIS 22580 para utilização em plantas de biogás e que atendam às exigências internacionais.
Partes envolvidas	Bernardo Scheunemann, Leonardo Sackser e Adalberto Lovato (equipe de projeto); Propriedade parceira (cliente); Empresa parceira (cliente / patrocinador). FAHOR (organização executora); Professores e acadêmicos da FAHOR (colaborador / cliente); Fornecedores de componentes e serviços;
Critérios de aceitação	Projeto validado utilizando software CAD; Simulação via software do funcionamento do sistema de controle e segurança;
Premissas	O projeto desenvolvido visando a aplicabilidade na propriedade parceira; O projeto considera os pontos referente aos materiais/estrutura física, instrumentação e controle, presentes na norma dirigente.
Restrições	O <i>flare</i> deve estar totalmente dentro da norma ISO/DIS 22580. O prazo para a entrega do projeto é de 5 meses.
Exclusões do projeto	Parâmetros fora da norma ISO/DIS 22580.

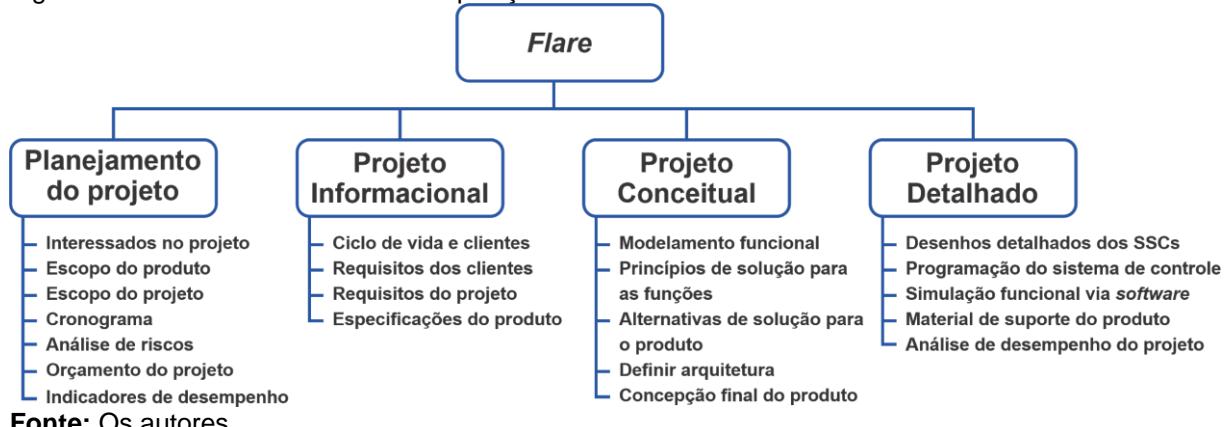
Fonte: Os autores

O escopo do projeto, apresentado no Quadro 3, mostra, além de pontos já estabelecidos anteriormente, os critérios de avaliação do projeto, os quais estão definidos através de validações via software da estrutura física e de funcionamento do sistema. Além disso, estão presentes também as premissas e restrições, que delimitam o contexto no qual o produto será concebido.

Entre as premissas, estão que o projeto é desenvolvido com base nas necessidades da propriedade rural parceira, bem como considera os aspectos estruturais, de instrumentação e controle presentes na norma ISO/DIS 22580.

Após à concepção escrita, o escopo do projeto foi detalhado e estabelecido graficamente, dando origem à estrutura de decomposição do trabalho - EDT, presente na Figura 9.

Figura 9 – EDT – Estrutura de Decomposição do Trabalho



A estrutura de decomposição do trabalho estabelece os passos a serem seguidos até o fim do projeto, os quais foram divididos em vinte e uma atividades dentro das quatro principais etapas destacadas na metodologia.

A divisão dos trabalhos a partir do EDT foi essencial para determinar a construção do cronograma, o qual disponibiliza, através do Quadro 4, os prazos de execução das atividades estabelecidas. Os itens foram distribuídos de acordo com o prazo firmado no escopo do projeto, correspondente a cinco meses.

Quadro 4 – Cronograma

ENTREGA	ATIVIDADES	Período				
		JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Planejamento do projeto	Definir interessados do projeto					
	Definir escopo do produto					
	Definir escopo do projeto					
	Detalhar escopo do projeto (EDT)					
	Preparar cronograma					
	Avaliar riscos					
	Preparar orçamento					
	Definir indicadores de desempenho					
	Avaliar fase					
	Aprovar fase					
Projeto informacional	Detalhar o ciclo de vida do produto e definir clientes					
	Diagrama de Mudge					
	Identificar os requisitos dos clientes do produto					
	Definir os requisitos do produto					
	QFD					
	Definir especificações-meta do produto					
	Avaliar fase					
	Aprovar fase					
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 Fase					
	Aprovar Fase					
Projeto detalhado	Criar e detalhar SSC's, documentação e configuração (BOM)					
	Programação do sistema de controle					
	Simular funcionamento do produto					
	Criar material de suporte do produto					
	Avaliar fase					
	Aprovar fase					
	Revisão dos documentos					

Fonte: Os autores

Em seguida, elencou-se os riscos que poderiam afetar o sucesso ou o andamento do projeto, os quais estão dispostos no Quadro 4, de acordo com a severidade correspondente.

Quadro 5 – Análise de riscos do projeto

Severidade	Descrição do risco	Probabilidade	Impacto	Descrição do Impacto	Ação	Descrição da ação
20	Caso o cronograma não for seguido à risca, a entrega dos documentos poderá não ser realizada no prazo determinado	4 Muito alta	5 Muito alto	O trabalho ficará incompleto e avaliação será afetada	Mitigar	Manter o cronograma atualizado semanalmente
15	Se a norma em questão sofrer alterações, o projeto poderá ficar fora das exigências	3 Média	5 Muito alto	O projeto ficará fora das exigências normativas	Mitigar	Revisar o andamento da norma semanalmente
15	Os componentes exigidos pela norma podem não ser encontrados ou não ser acessíveis no mercado	3 Média	5 Muito alto	O projeto ficará fora das exigências normativas	Pesquisar	Consultar fornecedores
9	Fornecedores não terem à disposição os desenhos dos componentes em CAD 3D	3 Média	3 Média	A modelagem 3D pode sair imprecisa	Desenvolver	Desenhar a interface de conexão da peça com o produto
5	A simulação do sistema pode não funcionar de acordo com o esperado	1 Muito baixa	5 Muito alto	O projeto ficará fora das exigências normativas	Mitigar	Retrabalhar a lógica do sistema desenvolvido na simulação

Fonte: Os autores

De acordo com o Quadro 5, foram listados cinco riscos que poderão impactar o projeto de forma negativa. Seguindo a mesma regra utilizada anteriormente para a classificação das partes interessadas, determinou-se o valor da severidade a partir da multiplicação dos pesos estabelecidos nas colunas “Probabilidade” e “Impacto”. Como resultado, obteve-se um risco com severidade alta, três com severidade média e um risco com severidade baixa. O grau de severidade é de grande valia para determinar quais riscos são mais críticos ao projeto, permitindo que os integrantes da equipe verifiquem os itens relacionados com maior atenção.

Da mesma forma, o Quadro 5 mostra o plano de ação a ser executado caso algum dos itens abordados venha interferir no projeto. Os significados dos termos utilizados para determinar as ações são:

- Mitigar: estabelecer ações para reduzir as chances de ocorrência;
- Pesquisar: tomar conhecimento junto à diversas fontes de informação;
- Desenvolver: usar o conhecimento próprio para a ocorrência.

Tendo finalizada a análise dos riscos, realizou-se o contato com possíveis fornecedores com o intuito de constituir um orçamento estimado, apresentado no Quadro 6, e visando a futura fabricação do protótipo do projeto.

Quadro 6 – Orçamento do projeto

Componente	Quantidade	Valor unitário	Total
Tubos e chapas em aço-inoxidável	n/a	R\$ 2.900,00	R\$ 2.900,00
Pressostato	2	R\$ 1.950,00	R\$ 3.900,00
Válvula manual de esfera	1	R\$ 444,73	R\$ 444,73
Válvula acionada eletricamente	3	R\$ 1.997,21	R\$ 5.991,63
Transmissor de temperatura	1	R\$ 487,80	R\$ 487,80
Corta-chamas	1	R\$ 5.900,96	R\$ 5.900,96
Medidor de vazão ultrassônico e medidor de biogás / concentração de metano	1	R\$ 41.701,15	R\$ 41.701,15
Purgador do tipo boia	1	R\$ 2.900,00	R\$ 2.900,00
Controlador de segurança para chamas	1	R\$ 793,86	R\$ 793,86
Controlador lógico programável	1	R\$ 1.148,91	R\$ 1.148,91
Eletrodo de ionização	1	R\$ 114,44	R\$ 114,44
Transformador com eletrodo de ignição	1	R\$ 490,00	R\$ 490,00
LED's	5	R\$ 15,00	R\$ 75,00
Total			R\$ 66.848,48

Fonte: Os autores

O orçamento disposto no Quadro 6 apresenta uma estimativa de valores que seriam necessários para a construção do protótipo utilizando-se, principalmente, componentes *standard*, ou seja, componentes de prateleira disponíveis no mercado brasileiro. Fez-se uma análise preliminar dos itens que são necessários adquirir para a fabricação, considerando os aspectos técnicos estabelecidos pela norma ISO/DIS 22580.

Conforme observado, o orçamento total do projeto, considerando apenas materiais para a estrutura física e dispositivos para o controle do sistema, apresenta um custo estimado de R\$ 66.848,48, muito mais elevado (cerca de 3 vezes) do que o considerado pelos responsáveis do projeto, correspondente à R\$ 20.000,00. Porém, como o intuito do projeto não visa dar ênfase às questões orçamentárias, esses valores servem apenas como base para futuras considerações e estudos.

Por fim, se deu o último passo para a realização do planejamento do projeto: estabelecer os indicadores de desempenho e critérios de aceitação, destacados a seguir no Quadro 7.

Quadro 7 – Indicadores de desempenho

Indicador	Método de medição	Critérios de aceitação
Cumprimento dos aspectos técnicos da norma	Acompanhamento mensal do andamento da norma	1. Deve atender 100% dos requisitos da norma;
Funcionamento dos sistemas	Simulação via software do funcionamento do sistema do <i>flare</i>	1. Visualização dos estados do <i>flare</i> de forma visual e intuitiva; 2. Deve apresentar todos os possíveis estados de sistema;

Fonte: Os autores

O Quadro 7 exibe dois indicadores que servem como base para a avaliação de desempenho do projeto, a qual será apontada no final da Seção 4. Conforme expostos, os indicadores estão relacionados ao cumprimento das exigências normativas e à forma que o sistema irá operar. Após definidos os indicadores de desempenho, a etapa de planejamento do projeto foi concluída, e se deu início à próxima: projeto informacional.

4.2 PROJETO INFORMACIONAL

O projeto informacional corresponde à segunda etapa da metodologia sugerida por Amaral et al. (2015), a qual estará dividida em quatro atividades, conforme apresentado na EDT - Figura 9: estabelecer o ciclo de vida e seus clientes, examinar os requisitos dos clientes, estruturar requisitos do projeto e determinar as especificações do produto.

No Quadro 8 estão presentes os itens que compõem o ciclo de vida do produto, bem como os clientes e suas classificações - estabelecidos para cada ponto do ciclo.

Quadro 8 – Ciclo de vida do produto

Etapas do ciclo de vida	Clientes		
	Internos	Intermediários	Externos
Planejamento	Equipe de projeto	-	-
Projeto	Equipe de projeto	-	-
Fabricação dos SSCs		Empresas parceiras	Fornecedores
Montagem do protótipo	Equipe de projeto	Empresas parceiras	-
Teste do protótipo	Equipe de projeto e Norma ISO/DIS 22580 (requisito normativo)	-	-
Utilização	Norma ISO/DIS 22580 (requisitos normativos)	-	Propriedade e empresa parceira
Apoio Técnico / Manutenção	Equipe de projeto e Norma ISO/DIS 22580	FAHOR	-
Reciclagem / Descarte	Equipe de projeto (reaproveitamento da matéria prima)	-	-

Fonte: Os autores

A partir das informações presentes no Quadro 8 é possível afirmar que o projeto possui 6 principais clientes, sendo eles: a equipe de projeto e Norma ISO/DIS 22580 (clientes internos, responsáveis pelas diretrizes do projeto), FAHOR (cliente intermediário), propriedade e empresas parceiras (classificadas entre clientes intermediários e externos) e fornecedores (clientes externos).

Através de diálogos realizados entre a equipe de projeto e empresas parceiras, juntamente com o acompanhamento da norma em questão, identificou-se os requisitos dos clientes. Estes foram associados seguindo suas relações com os itens do ciclo de vida, dando origem ao Quadro 9.

Quadro 9 – Requisitos dos clientes do produto

Ciclo de vida	nº	Requisito dos clientes
Planejamento	1	Ter a documentação de todas as etapas do projeto
Projeto	2	Ter projeto simplificado
	3	Utilizar componentes <i>standard</i>
Fabricação dos SSCs	4	Utilizar recursos disponíveis na FAHOR, empresa e/ou propriedade parceira
	5	Componentes <i>standard</i> devem atender aos requisitos da norma ISO/DIS 22580
Montagem do protótipo	6	Ter montagem simplificada
Teste do protótipo	7	Ter procedimento de teste para primeira utilização
Utilização	8	Operar de forma automática
	9	A chama não pode ser visível
	10	Ter uma alta eficiência
	11	Ser de fácil interpretação
	12	Ser seguro
Apoio Técnico / Manutenção	13	Possuir manual de operação
	14	Ter manutenção reduzida
	15	Ter manutenção simplificada
Reciclagem / Descarte	16	Ter uma vida útil que atenda aos requisitos normativos

Fonte: Os autores

Para que os requisitos destacados no quadro acima fossem classificados de acordo com a sua relevância para o projeto, utilizou-se uma técnica de comparação entre itens conhecida como “Diagrama de Mudge”, disposta na Figura 10.

Figura 10 – Diagrama de Mudge - classificação por relevância dos requisitos dos clientes

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Soma	%	VC	VC Normalizado
1	1C	3B	1C	5A	1C	7A	8A	9A	10A	11A	12A	13B	14C	15C	16A	3	0,82%	0,82	0
2	2B	2A	5A	2C	7C	8A	9C	10A	11B	12A	13B	2A	2A	16C	19	5,22%	5,22	3	
3	3B	5A	3C	7B	8A	9C	10A	11B	12A	13C	14C	3C	16A	8	2,20%	2,20	1		
4	5A	6C	7A	8A	9B	10A	11A	12A	13A	4C	4C	16A	2	0,55%	0,55	0			
5	5A	5B	8C	5B	10B	5B	12A	5C	5B	5B	16C	41	11,26%	11,26	6				
6	7B	8A	9C	10A	11B	12A	13C	14C	6C	16A	2	0,55%	0,55	0					
7	7C	7C	10C	7C	12A	13C	7C	7C	7C	23	6,32%	6,32	3						
8	8B	10C	8B	12A	13C	8B	8B	8C	39	10,71%	10,71	6							
9	10A	11C	12A	13C	9A	9A	16C	21	5,77%	5,77	3								
10	10A	12C	10C	10C	10B	10C	46	12,64%	12,64	7									
11	12A	13B	14B	15B	16A	20	5,49%	5,49	3										
12	12A	12A	12A	12B	69	18,96%	18,96	10											
13	13C	13B	13C	24	6,59%	6,59	4												
14	14A	14B	14	3,85%	3,85	2													
15	15C	5	1,37%	1,37	1														
16	28	7,69%	7,69	4															
	364	100%	-	-															
															TOTAL				

Legenda		
Letra	Peso	Significado
A	5	Muito mais importante
B	3	Medianamente mais importante
C	1	Pouco mais importante

Fonte: Os autores

Conforme observado na Figura 10, a numeração de identificação de cada requisito do cliente (linha superior e início de cada linha em decorrência) é correspondente à ordenação estabelecida no Quadro 9. As células de cruzamento entre os requisitos são constituídas por um número, que indica qual o requisito possui maior relevância, seguido de uma letra (A, B ou C), que aponta o quanto mais importante o requisito é em relação ao comparado. Os pesos das letras A, B e C correspondem à 5 (muito mais importante), 3 (medianamente mais importante) e 1 (pouco mais importante), respectivamente.

Subsequente às células de comparação, fez-se o somatório dos pesos atribuídos para cada requisito, permitindo o desenvolvimento de um cálculo percentual em relação ao somatório total dos pesos obtidos, a fim de estabelecer a hierarquização dos requisitos. Para melhor entendimento da ordenação obtida, o somatório individual de cada requisito foi normalizado, numa escala de 0 (zero) a 10, estipulados, respectivamente, para o menor e maior valor. A regra estabelecida para atribuir o valor normalizado foi efetuar uma divisão do maior valor de importância em 10 intervalos, os quais definem os limites para considerar o valor normalizado correspondente. Por fim, elaborou-se o Quadro 10, dispondo os requisitos por ordem decrescente de importância.

Quadro 10 – Classificação dos requisitos dos clientes do produto

#	Requisito	Importância	VC Normalizado
1	Ser seguro	69	10
2	Ter uma alta eficiência	46	7
3	Componentes <i>standard</i> devem atender aos requisitos da norma ISO/DIS 22580	41	6
4	Operar de forma automática	39	6
5	Ter uma vida útil que atenda aos requisitos normativos	28	4
6	Possuir manual de operação	24	4
7	Ter procedimento de teste para primeira utilização	23	3
8	A chama não pode ser visível	21	3
9	Ser de fácil interpretação	20	3
10	Ter projeto simplificado	19	3
11	Ter manutenção reduzida	14	2
12	Utilizar componentes <i>standard</i>	8	1
13	Ter manutenção simplificada	5	1
14	Ter a documentação de todas as etapas do projeto	3	0
15	Utilizar recursos disponíveis na FAHOR, empresa e/ou propriedade parceira	2	0
16	Ter montagem simplificada	2	0

Fonte: Os autores

Posterior aos requisitos por parte dos clientes, a próxima tarefa executada foi firmar os requisitos do projeto, visando as características técnicas do produto, conforme o Quadro 11.

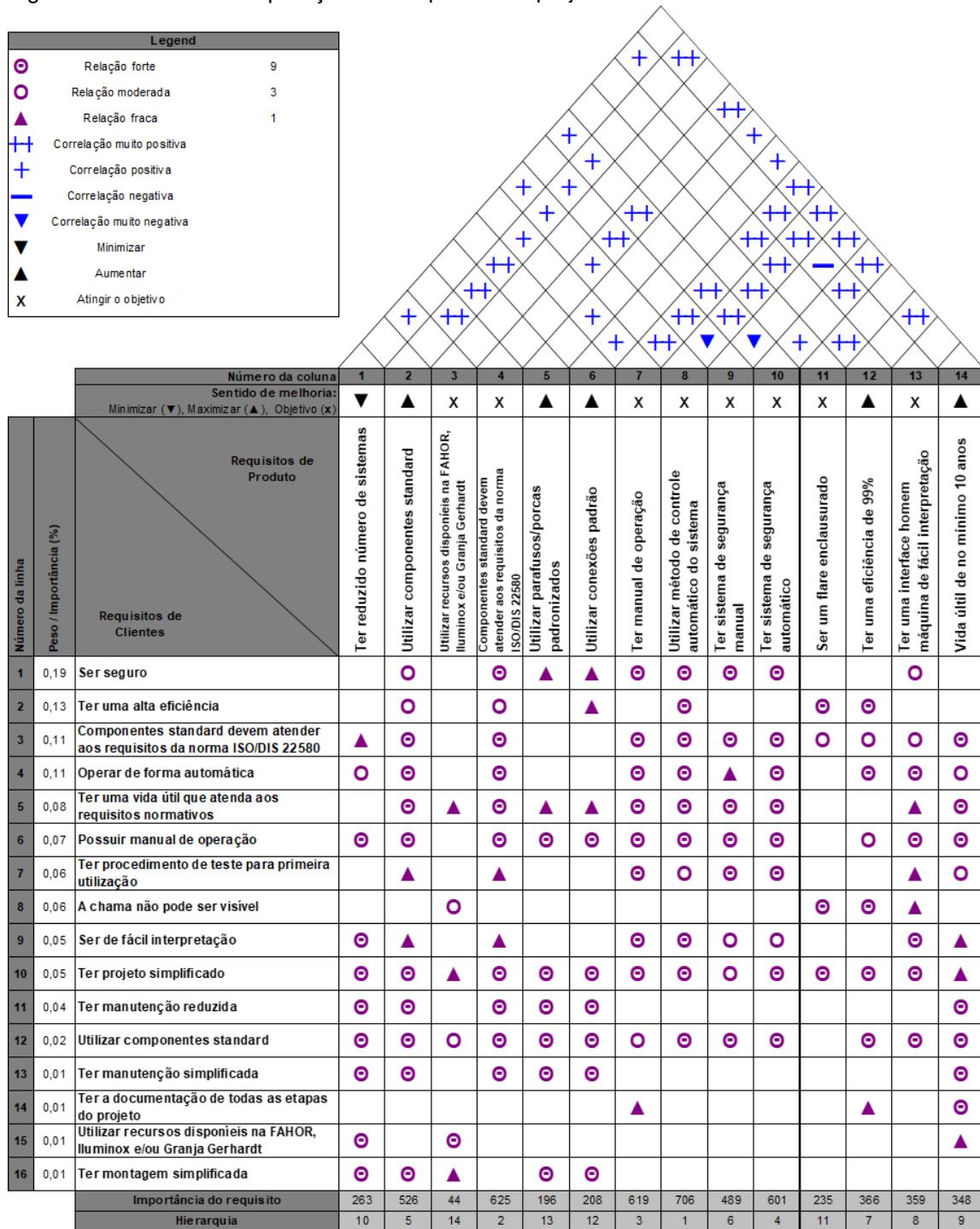
Quadro 11 – Requisitos do projeto

#	Requisitos do produto
1	Ter reduzido número de sistemas
2	Utilizar componentes <i>standard</i>
3	Utilizar recursos disponíveis na FAHOR, empresa e/ou propriedade parceira
4	Componentes <i>standard</i> devem atender aos requisitos da norma ISO/DIS 22580
5	Utilizar parafusos/porcas padronizados
6	Utilizar conexões padrão
7	Ter manual de operação
8	Utilizar método de controle automático do sistema
9	Ter sistema de segurança manual
10	Ter sistema de segurança automático
11	Ser um <i>flare</i> enclausurado
12	Ter uma eficiência de 99%
13	Ter uma interface homem máquina de fácil interpretação
14	Vida útil de no mínimo 10 anos

Fonte: Os autores

Da mesma forma que os requisitos dos clientes foram hierarquizados de acordo com a sua importância, os requisitos do projeto também devem ser classificados, com a finalidade de garantir que o produto atenda às características necessárias. Para determinar a hierarquização dos requisitos de projeto, utilizou-se a ferramenta denominada QFD - *Quality Function Deployment*, visualizada na Figura 11. A partir do QFD foi possível fundamentar as especificações do produto.

Figura 11 – QFD - Hierarquização dos requisitos do projeto



Fonte: Os autores

Ainda considerando as informações presentes na imagem anterior, firmou-se valores-meta para os requisitos, visando determinar as especificações do produto. Estas foram divididas em “terços”, ou seja, separadas em três grupos com a intenção facilitar a visualização e interpretação dos resultados. O terço superior é constituído pelos valores de maior importância e está disposto no Quadro 12.

Quadro 12 – Terço superior das especificações do produto

#	Requisito	Meta	Forma de avaliação	Aspectos indesejados
1	Utilizar método de controle automático do sistema	Atender ao requisito	Análise do projeto	O sistema ser acionado apenas manualmente
2	Componentes <i>standard</i> devem atender aos requisitos da norma ISO/DIS 22580	Atender ao requisito	Análise do projeto / normas	Itens <i>standard</i> não atenderem os requisitos normativos da ISO/DIS 22580
3	Ter manual de operação	Atender ao requisito	Análise do projeto	Dificuldade de operação do produto
4	Ter sistema de segurança automático	Atender ao requisito	Análise do projeto	Possuir apenas sistemas de segurança de acionamento manual
5	Utilizar componentes <i>standard</i>	>=60%	Análise do projeto	Dificuldade para reposição de peças

Fonte: Os autores

De acordo com os valores obtidos a partir do QFD, as especificações que obtiveram uma classificação intermediária foram designadas para o terço médio, mostrado no Quadro 13.

Quadro 13 – Terço médio das especificações do produto

#	Requisito	Meta	Forma de avaliação	Aspectos indesejados
6	Ter sistema de segurança manual	Atender ao requisito	Análise do projeto	Não ter sistema de segurança
7	Ter uma eficiência de 99%	Atender ao requisito	Análise do projeto	Não atingir a eficiência especificada
8	Ter uma interface homem máquina de fácil interpretação	Atender ao requisito	Análise do projeto	Dificuldade de entendimento do <i>status</i> de operação do produto
9	Vida útil de no mínimo 10 anos	>=10 anos	Monitoramento	Vida útil reduzida
10	Ter reduzido número de sistemas	<= 4 sistemas	Análise do projeto	Dificuldade para projetar, montar / desmontar e manter o produto

Fonte: Os autores

Por fim, o terceiro grupo foi concebido pelos requisitos de produto com menor peso no QFD, dando origem ao terço inferior, exibido no Quadro 14. Entretanto, vale ressaltar que mesmo apresentando menor relação com os

requisitos de clientes, os itens do terço inferior são relevantes e impactam no sucesso do projeto.

Quadro 14 – Terço inferior das especificações do produto

#	Requisito	Meta	Forma de avaliação	Aspectos indesejados
11	Ser um <i>flare</i> enclausurado	Atender ao requisito	Análise do projeto	A chama ser visível
12	Utilizar conexões padrão	$\geq 60\%$	Análise do projeto	Dificuldade para montar/desmontar o produto e reposição de componentes
13	Utilizar parafusos/porcas padronizados	$\geq 60\%$	Análise do projeto	Dificuldade para montar/desmontar o produto e reposição de componentes
14	Utilizar recursos disponíveis na FAHOR, empresa e/ou propriedade parceira	$\geq 50\%$	Análise do projeto	Utilizar ferramentas/processos especiais

Fonte: Os autores

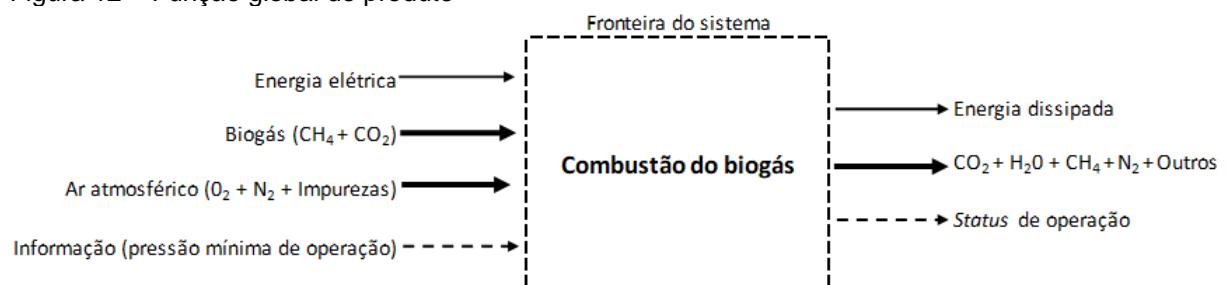
Com as especificações do produto definidas, cumpriu-se a última atividade do projeto informacional. As etapas realizadas anteriormente foram revisadas e em seguida deu-se início ao projeto conceitual, seguindo a metodologia sugerida por Amaral et al. (2015).

4.3 PROJETO CONCEITUAL

A etapa em questão compreende as seguintes atividades: modelamento funcional, princípios de solução para as funções, alternativas de solução para o produto, definição da arquitetura e concepção final do produto.

O projeto conceitual se deu a partir da definição da estrutura de funções do produto ou do modelamento funcional. Este se deu origem pela definição da função global do produto, o qual pode ser visualizado na Figura 12.

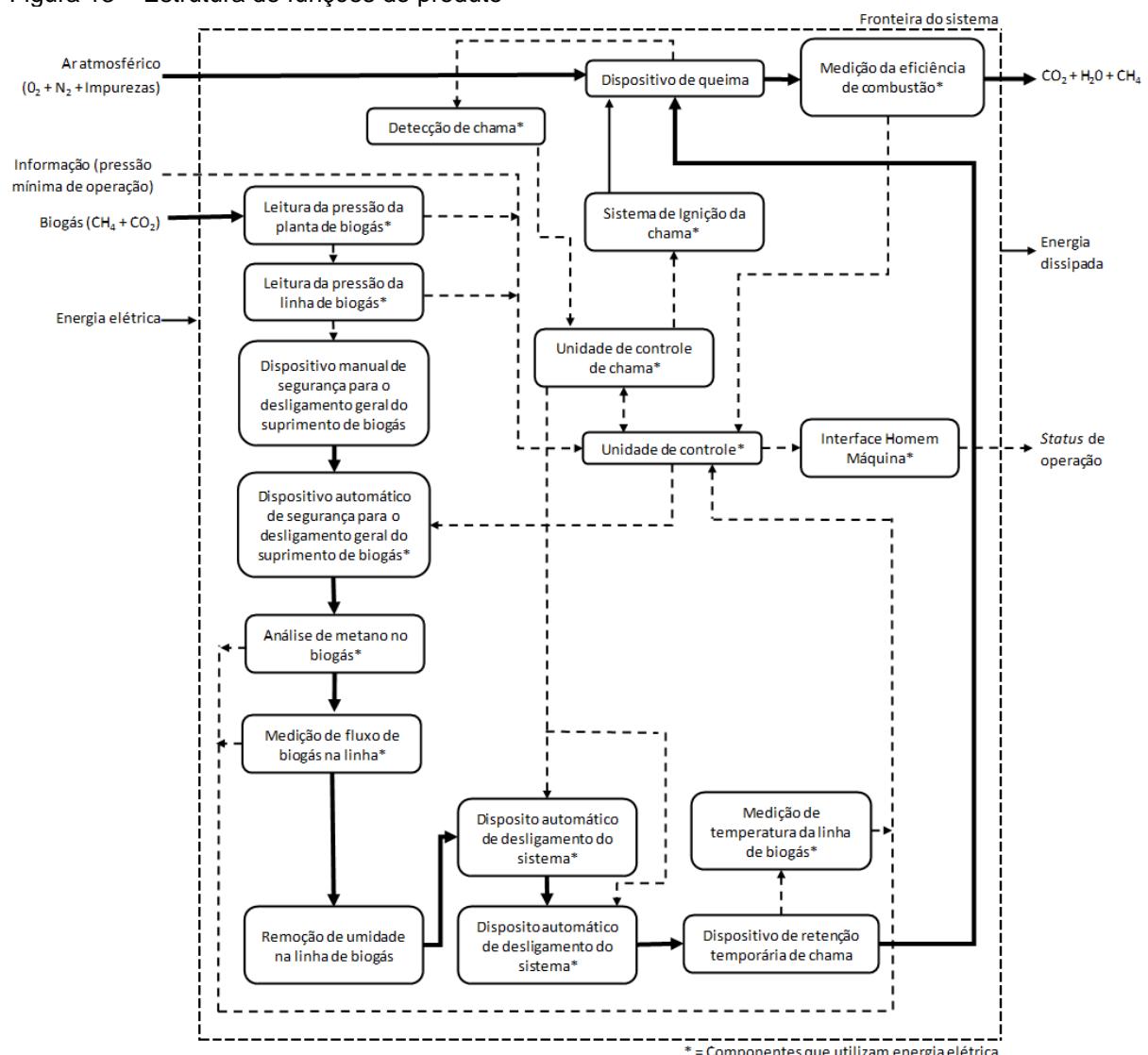
Figura 12 – Função global do produto



Fonte: Os autores

A função global do sistema, conforme a Figura 12, é realizar a combustão do biogás, tendo como entradas fundamentais um fluxo de energia elétrica (para a energização do sistema), um fluxo biogás ($\text{CH}_4 + \text{CO}_2$) e ar atmosférico, necessários à combustão, e um fluxo de informação referente às pressões de operação do sistema. Dentre as saídas, pode-se destacar um fluxo energia geral dissipada, um fluxo dos gases resultantes da queima ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_4 + \text{N}_2 + \text{outros}$) e um fluxo de informação sobre o estado de operação do sistema. Em seguida, a função global do sistema foi estendida e dividida em funções específicas, conforme a Figura 13.

Figura 13 – Estrutura de funções do produto



Fonte: Os autores

A Figura 13 corresponde ao modelamento funcional do produto, conforme estabelecida anteriormente pela EDT. Com as funções definidas, criou-se a matriz dos princípios de solução para cada uma das funções, conforme disposto na Figura 14.

Através da busca e consultas junto à fornecedores montou-se a matriz de soluções presente na Figura 14, onde constam as possíveis soluções encontradas para cada função do produto, considerando os requisitos previamente estabelecidos. Todavia, nenhuma possível solução foi incluída para a medição de eficiência de queima. No decorrer do trabalho este ponto é abordado.

Assim, tendo os possíveis princípios de solução para cada função proposta pelo produto, combinou-se as soluções, no maior número possível, a fim de obter-se a maior quantidade de concepções para o produto. Entretanto, algumas características dos componentes, ao passar por uma análise prévia, não resultaram em boas combinações e as suas concepções foram descartadas, não havendo a possibilidade de se tornarem a concepção final do produto. A Figura 15 apresenta seis das concepções consideradas viáveis para o produto final, que serão comparadas posteriormente na matriz de decisão.

Figura 14 – Matriz dos princípios de solução para as funcionalidades do produto

Funções	Princípios de Solução				
	1	2	3	4	
Leitura da pressão		Pressostato, diferencial fixo, com conexão rosada 1/2"		Pressostato à prova de explosão, diferencial ajustável, com conexão rosada 1/2"	
Dispositivo de manual de segurança		Válvula manual de esfera, em aço-inox, conexão rosada 2"		Válvula manual borboleta, em aço-inox, conexão rosada 2"	
Dispositivo automático de segurança		Válvula acionada eletricamente, em aço-inox, conexão rosada 2", abertura lenta e rápido fechamento		Válvula acionada pneumáticamente, em aço-inox, conexão rosada 2", abertura lenta e rápido fechamento	
Dispositivo automático de desligamento		Válvula acionada eletricamente, em aço-inox, conexão rosada 2", abertura lenta e rápido fechamento		Válvula pneumática, em aço-inox, conexão rosada 2", abertura lenta e rápido fechamento	
Medição de temperatura		Transmissor de temperatura, sinal analógico 4-20 mA, à prova de explosão, com conexão rosada		Transmissor de temperatura, sinal analógico 4-20 mA, com conexão rosada	
Dispositivo de retenção temporária de chama		Corta-chamas			
Medição de fluxo de biogás		Medidor de vazão ultrassônico		Medidor de vazão térmico	
Analisador de metano no biogás		Medidor de biogás / concentração de metano		Analizador contínuo de biogás	
Remoção de umidade		Purgador do tipo bóia		Purgador de disco	
Unidade de Controle de Queima		Controlador de segurança para chamas, com 2 estágios		Controlador de segurança para chamas, com 1 estágio	
Unidade de controle		CLP - Controlador Lógico Programável		Microcontrolador	
Detecção de chama		Eletrodo de ionização		Sensor ultravioleta	
Sistema de ignição da chama		Chama Piloto		Transformador com eletrodo de ignição	
Dispositivo de queima		Terminal com rasgos		Terminal com furos	
Medição da eficiência de combustão	N/A				
Painel de alimentação e visualização		Sinalização por LED's		Display LCD	

Fonte: Os autores

Figura 15 – Matriz de concepções viáveis do produto

Funções	Concepções					
	1	2	3	4	5	6
Leitura da pressão						
	Pressostato à prova de explosão, diferencial ajustável, com conexão rosada 1/2''	Pressostato à prova de explosão, diferencial ajustável, com conexão rosada 1/2''	Pressostato à prova de explosão, diferencial ajustável, com conexão rosada 1/2''	Pressostato à prova de explosão, diferencial fixo, com conexão rosada 1/2''	Pressostato à prova de explosão, diferencial fixo, com conexão rosada 1/2''	Pressostato à prova de explosão, diferencial fixo, com conexão rosada 1/2''
Dispositivo de manual de segurança						
	Válvula manual de esfera, em aço-inox, conexão rosada 2''	Válvula manual de esfera, em aço-inox, conexão rosada 2''	Válvula manual de esfera, em aço-inox, conexão rosada 2''	Válvula manual de esfera, em aço-inox, conexão rosada 2''	Válvula manual de esfera, em aço-inox, conexão rosada 2''	Válvula manual de esfera, em aço-inox, conexão rosada 2''
Dispositivo automático de segurança						
	Válvula acionada electricamente, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento	Válvula acionada pneumáticamente, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento	Válvula acionada hidráulicamente, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento	Válvula acionada electricamente, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento	Válvula acionada pneumáticamente, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento	Válvula acionada hidráulicamente, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento
Dispositivo automático de desligamento						
	Válvula solenoíde, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento	Válvula hidráulica, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento	Válvula pneumática, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento	Válvula pneumática, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento	Válvula solenoíde, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento	Válvula hidráulica, em aço-inox, conexão rosada 2'', abertura lenta e rápido fechamento
Medição de temperatura						
	Transmissor de temperatura, sinal analógico 4-20 mA, à prova de explosão, com conexão rosada	Termostato, à prova de explosão, com conexão rosada	Transmissor de temperatura, sinal analógico 4-20 mA, à prova de explosão, com conexão rosada	Termostato, à prova de explosão, com conexão rosada	Transmissor de temperatura, sinal analógico 4-20 mA, à prova de explosão, com conexão rosada	Termostato, à prova de explosão, com conexão rosada
Dispositivo de retenção temporária de chama						
	Corta-chamas	Corta-chamas	Corta-chamas	Corta-chamas	Corta-chamas	Corta-chamas
Medição de fluxo de biogás						
	Medidor de vazão ultrassônico	Medidor de vazão ultrassônico	Medidor de vazão térmico	Medidor de vazão térmico	Medidor de vazão térmico	Medidor de vazão ultrassônico
Analisador de metano no biogás						
	Medidor de biogás / concentração de metano	Analisador contínuo de biogás	Analisador contínuo de biogás	Analisador de biogás por amostras coletadas	Analisador de biogás por amostras coletadas	Medidor de biogás / concentração de metano
Remoção de umidade						
	Purgador do tipo bóia	Purgador do tipo bóia	Drenador de condensado para gás	Purgador de disco	Drenador de condensado para gás	Purgador do tipo bóia
Unidade de Controle de Queima						
	Controlador de segurança para chamas, com 2 estágios	Controlador de segurança para chamas, com 2 estágios	Controlador de segurança para chamas, com 1 estágio	Controlador de segurança para chamas, com 2 estágios	Controlador de segurança para chamas, com 1 estágio	Controlador de segurança para chamas, com 1 estágio
Unidade de controle						
	CLP - Controlador Lógico Programável	CLP - Controlador Lógico Programável	Microcontrolador	Microcontrolador	CLP - Controlador Lógico Programável	Microcontrolador
Detecção de chama						
	Eletrodo de ionização	Sensor ultravioleta	Eletrodo de ionização	Sensor infravermelho	Sensor ultravioleta	Sensor infravermelho
Sistema de ignição da chama						
	Transformador com eletrodo de ignição	Chama Piloto	Transformador com eletrodo de ignição	Transformador com vela de ignição	Chama Piloto	Transformador com eletrodo de ignição
Dispositivo de queima						
	Terminal com rasgos	Terminal com rasgos	Terminal com furos	Terminal com furos	Terminal com furos	Terminal com rasgos
Medição da eficiência de combustão	N/A					
	N/A					
Painel de alimentação e visualização						
	Sinalização por LED's	Display Touch Screen	Display LCD	Sinalização por LED's	Display Touch Screen	Sinalização por LED's

Fonte: Os autores

Com a definição das possíveis concepções para o produto final, deu-se início à última etapa do projeto conceitual: a escolha da concepção final do produto. Para isso, Amaral et al. (2015) sugere a utilização de uma matriz para auxiliar no processo de tomada de decisão, vista na Figura 16.

Figura 16 – Matriz de decisão da concepção final do produto

#	Requisito	Importância	Concepções					
			1	2	3	4	5	6
1	Ter reduzido número de sistemas	263	0	0	-1	-263	-1	-263
2	Utilizar componentes standard	526	1	526	-1	-526	1	526
3	Utilizar recursos disponíveis na FAHOR, Iluminox e/ou Granja Gerhardt	44	0	0	0	0	0	0
4	Componentes standard devem atender aos requisitos da norma ISO/DIS 22580	625	1	625	1	625	1	625
5	Utilizar parafusos/porcas padronizados	196	0	0	0	0	0	0
6	Utilizar conexões padrão	208	-1	-208	0	0	-1	-208
7	Ter manual de operação	619	0	0	0	0	0	0
8	Utilizar método de controle automático do sistema	706	1	706	1	706	1	706
9	Ter sistema de segurança manual	489	1	489	1	489	1	489
10	Ter sistema de segurança automático	601	1	601	0	0	0	1
11	Ser um flare enclausurado	235	0	0	0	0	0	0
12	Ter uma eficiência de 99%	366	0	0	0	0	0	0
13	Ter uma interface homem máquina de fácil interpretação	359	1	359	1	359	1	359
14	Vida útil de no mínimo 10 anos	348	0	0	0	0	0	0
Peso da concepção			3098	1390	2235	1991	1783	2442

Fonte: Os autores

Para a construção da matriz, representada na Figura 16, tomou-se como base os requisitos do produto, analisados durante o projeto conceitual, e seus pesos relativos - resultados da análise feita pela ferramenta QFD. Sendo assim, buscou-se determinar o impacto de cada concepção em cima dos requisitos estabelecidos, multiplicando o impacto pelo valor do requisito pré-estabelecido.

Para mensurar este impacto utilizou-se o seguinte sistema de avaliação:

- Valor "+1" para concepções com impacto positivo sobre o requisito;
- Valor "0" para concepções sem impacto sobre o requisito;
- Valor "-1" para concepções com impacto negativo sobre o requisito.

A linha inferior da matriz apresentada na Figura 16 mostra o resultado obtido pela soma da análise dos requisitos de cada concepção de produto. Portanto, a concepção com o maior somatório foi selecionada como produto final, ou seja, a primeira concepção, que obteve a soma de 3098, foi convertida na concepção final do produto.

No Anexo A – Cotações de possíveis fornecedores – estão alguns orçamentos dispostos por determinados fornecedores. As cotações anexadas não representam a decisão final dos produtos *standard* a serem adquiridos, porém

servem como base para futuros estudos e sugestão para possíveis negociações com empresas no ramo.

Para a representação da configuração escolhida (pretendida para o produto), desenvolveu-se um esboço em modelagem 3D, correspondente à Figura 17. Esta serve como modelo de orientação para o desenvolvimento do projeto detalhado referente à disposição física do *flare*.

Figura 17 – Esboço da concepção final do produto



Fonte: Os autores

4.4 PROJETO DETALHADO

Por fim, o projeto detalhado corresponde à última etapa desta seção e dá-se em cinco atividades: desenhos detalhados dos SSCs, programação do sistema de controle, simulação funcional via software, material de suporte do produto e análise e desempenho do projeto.

Para melhor entendimento das atividades a serem desenvolvidas, é feita uma breve explicação sobre as funções dos elementos que compõem a concepção do produto. A Figura 18 dispõe o modelo final da concepção do produto. Vale ressaltar que as medidas dos dispositivos de controle e sensores são aproximadas, visto que alguns componentes foram redesenhadados e não possuíam todos os desenhos detalhados. Além disso, os dispositivos *standards* incluídos no sistema são sugestivos, de acordo com a matriz de decisão explorada anteriormente. Como não há definição de compra junto aos fornecedores, podem haver mudanças de design desses dispositivos.

Figura 18 – Concepção final do produto em modelagem 3D



Fonte: Os autores

De modo geral, o sistema possui dois controladores: a unidade de controle do sistema (CLP) e o controlador de chama. Este é um componente específico para queimadores e possui programação fechada, ou seja, não permite alterações. Ao ser acionado, é responsável por abrir as duas válvulas de desligamento (também chamadas de válvulas *shut-off*), gerar e identificar a presença de chama. Caso as condições determinadas não forem atingidas, retorna uma resposta ou sinal de erro. Já o CLP é um equipamento programado de acordo com as características do sistema e é responsável pela segurança do *flare*, determinando os estados de operação.

O controlador de chama é subordinado ao controlador lógico programável, ou seja, o CLP manda o comando de acionamento para o controlador de chama estabelecer o início da chama. Da mesma forma, o CLP recebe a informação de erro do controlador de chama caso ocorra alguma falha.

O transformador de ignição, os eletrodos de ignição e ionização, e as duas válvulas de desligamento estão ligadas diretamente à unidade de controle de chama. Os pressostatos, a válvula de segurança do sistema, o transmissor de temperatura, o medidor de fluxo e analisador de metano e o painel de alimentação / visualização estão ligados à unidade de controle geral do sistema. Há também os

dispositivos passivos, como o corta-chamas e o purgador, e a válvula manual de segurança (utilizada em casos extremos ou de manutenção do sistema).

A condição para o início da combustão é atingir a pressão requerida no reservatório de biogás e na linha do *flare*. O projeto em questão considera uma pressão na faixa dos 6 KPa para fazer o acionamento da queima. Durante o funcionamento do sistema, o fluxo e informações do biogás são monitoradas. Estima-se que o consumo diário seja de 300 m³ de biogás por dia. O sistema irá se desligar ao baixar consideravelmente as pressões medidas, ou poderá entrar em modo de emergência caso o controlador de chama detectar alguma condição adversa ou o sensor de temperatura detectar um contrafluxo de chama, a partir do aumento considerável da temperatura na linha próxima ao queimador (ponto extremo do *flare*).

4.4.1 Desenhos detalhados dos SSCs

Com base nas considerações tomadas nas etapas anteriores, realizou-se a análise e desenvolvimento dos SSCs que constituem o produto. O Apêndice A - Desenhos detalhados do produto - comprehende os desenhos detalhados dos componentes desenvolvidos pela equipe do projeto. Os desenhos detalhados dos produtos *standard* não foram considerados.

Tendo finalizado as atividades relacionadas aos desenhos, deu-se origem ao Apêndice B - Estrutura do Produto ou BOM - *Bill Of Materials*, o qual apresenta a estrutura do produto, incluindo os níveis, códigos e quantidades das peças.

Dentre os materiais permitidos pela norma foram majoritariamente escolhidos dois aços inoxidáveis para compor o *flare*. No subsistema do queimador utilizou-se o AISI 310, devido a sua resistência à altas temperaturas. Para o subsistema de controle e segurança foi escolhido o AISI 316 - que possui ótima resistência à corrosão - devido ao alto nível de enxofre presente no gás. Mais detalhes dos materiais escolhidos podem ser vistos no Anexo B – Composição química e propriedades mecânicas dos aços inoxidáveis. Também pode ser visto no Anexo C – Perfis de tubos em aço inoxidável padrão *Schedule*, detalhes sobre os perfis utilizados.

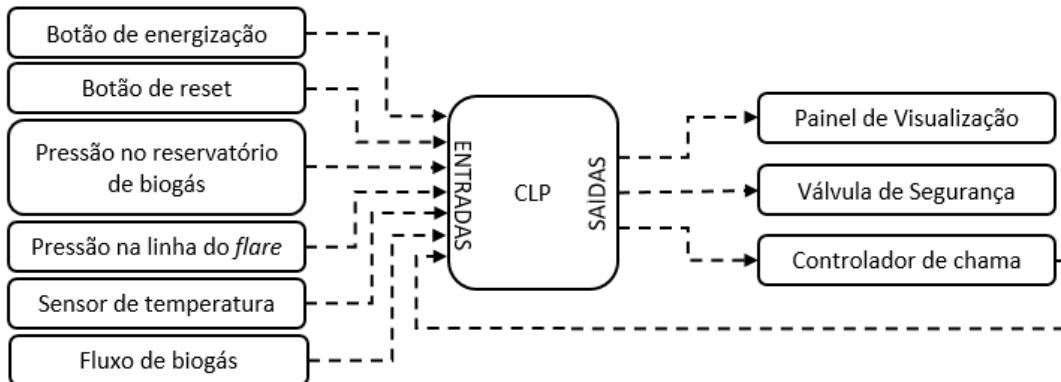
Através da estrutura do produto é possível visualizar e compreender todos os componentes do produto e como eles se relacionam entre si. Sendo assim,

deu-se início à programação em linguagem *Ladder* para a execução da lógica do sistema.

4.4.2 Programação do sistema de controle

A programação desenvolvida em linguagem *Ladder* para a simulação do sistema está disposta no Apêndice C – Programação em linguagem *Ladder*. A lógica do sistema, de forma geral, pode ser melhor compreendida através da Figura 19.

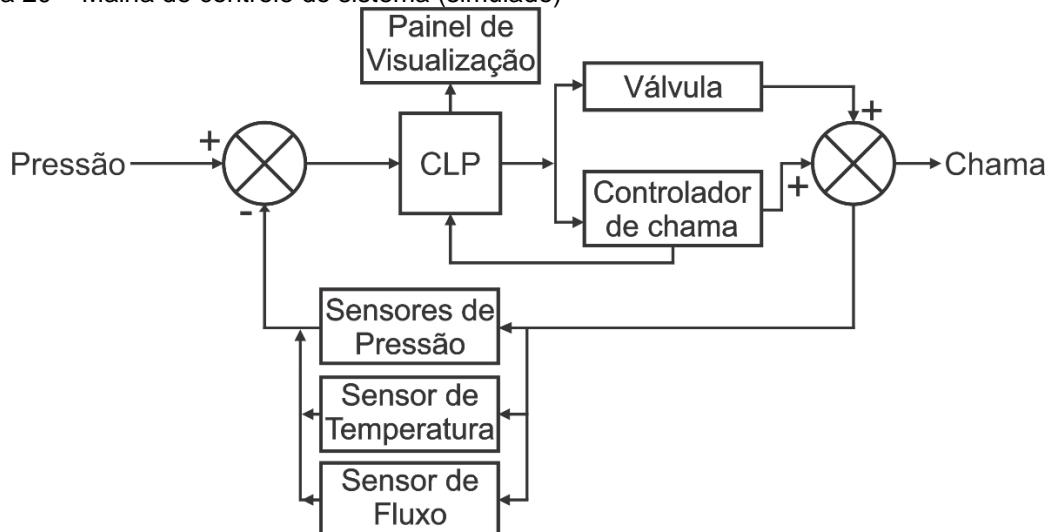
Figura 19 – Diagrama representativo da lógica executada pelo sistema



Fonte: Os autores

Além disso, é possível verificar na Figura 20 a malha de controle, a qual dispõe a forma de interligação dos elementos na simulação.

Figura 20 – Malha de controle do sistema (simulado)



Fonte: Os autores

Para a elaboração do código considerou-se o modelo de CLP CECC-D, da marca Festo, presente em um kit didático disponível na instituição de ensino, o qual foi utilizado posteriormente para realizar os testes de funcionamento. O controlador em questão possui apenas portas (de entrada e saída) digitais. Para tanto, declarou-se as entradas do sistema, conforme disposto na coluna “Variable” da Figura 21. Com o intuito de obter melhor entendimento sobre o que cada variável representa, deve-se observar a descrição presente na última coluna, chamada “Description”, das respectivas imagens. A escolha das portas de entradas e saídas foi feita através da disposição física do kit CLP.

Figura 21 – Declaração das entradas do sistema

Variable	Mapping	Channel Onboard Input	Address	Type	Default Value	Unit	Description
		Byte0	%IB0	BYTE			CECC's onboard digital inputs
P1		Bit0	%IX0.0	BOOL			Pressão no reservatório
P2		Bit1	%IX0.1	BOOL			Pressão na linha do flare
		Bit2	%IX0.2	BOOL			
		Bit3	%IX0.3	BOOL			
B1		Bit4	%IX0.4	BOOL			Botão de energização
BR		Bit5	%IX0.5	BOOL			Botão de reset
		Bit6	%IX0.6	BOOL			
		Bit7	%IX0.7	BOOL			
		Byte1	%IB1	BYTE			
		Bit0	%IX1.0	BOOL			
T1		Bit1	%IX1.1	BOOL			Sensor de temperatura
CC_Falha		Bit2	%IX1.2	BOOL			Falha no controlador de chama
		Bit3	%IX1.3	BOOL			
		Bit4	%IX1.4	BOOL			
		Bit5	%IX1.5	BOOL			

Fonte: Os autores

Da mesma forma, declarou-se as saídas do sistema, conforme apresentado na Figura 22.

Figura 22 – Declaração das saídas do sistema

Variable	Mapping	Channel Onboard Output	Address	Type	Default Value	Unit	Description
		Byte0	%QB0	BYTE			CECC's onboard digital outputs
VS		Bit0	%QX0.0	BOOL	FALSE		Válvula automática de segurança
CC		Bit1	%QX0.1	BOOL	FALSE		Aiona controlador de queima
Verde		Bit2	%QX0.2	BOOL	FALSE		LED verde (ligado)
Amarelo		Bit3	%QX0.3	BOOL	FALSE		LED amarelo (energizado)
Vermelho_CC		Bit4	%QX0.4	BOOL	FALSE		LED vermelho (falha de chama)
Vermelho_T1		Bit5	%QX0.5	BOOL	FALSE		LED vermelho (falha burn back)
		Bit6	%QX0.6	BOOL	FALSE		
		Bit7	%QX0.7	BOOL	FALSE		

Fonte: Os autores

Para tornar a programação de fácil entendimento, criou-se variáveis booleanas, ou seja, que trabalham com valores de verdadeiro ou falso, para

armazenar os estados de operação do *flare*, conforme disposto nas linhas (de referência) 4 a 7 da Figura 23. Como citado anteriormente, o modelo do controlador lógico programável utilizado dispõe apenas portas digitais. Em virtude disso, criaram-se outras variáveis para fins de simulação e representação do fluxo de biogás (valores analógicos) que está passando pela linha do *flare*, quando este estiver em funcionamento. Entre as linhas 10 e 17 das linhas de referência da Figura 23 é possível observar as variáveis estabelecidas para simulação de valores analógicos do fluxo, juntamente com o comentário que justifica as suas respectivas funções.

Figura 23 – Declaração das variáveis da programação

```

1  PROGRAM PLC_PRG
2
3  VAR
4      //Variáveis para o estado de funcionamento do sistema
5      Energizado : BOOL; //Flare energizado
6      Ligado : BOOL; // Flare ligado
7      Falha : BOOL; //Falha no controlador de chama
8      Burn_Back : BOOL; //Contrafluxo de chama
9
10     //Variáveis para a simulação analógica do fluxo
11     Fluxo : LIN_TRAFO; //Bloco de conversão de leitura analógica para valor
12     em alguma unidade
13     Leitura_Atual : REAL; //Variável para armazenamento da leitura
14     analógica
15     Leitura_Min : REAL := 0; //Valor mínimo da leitura analógica
16     Leitura_Max : REAL := 4095; //Valor máximo da leitura analógica
17     (resolução de 12 bits)
18     Fluxo_Atual : REAL; //Valor atual do fluxo
19     Fluxo_Min : REAL := 0; //Valor mínimo de fluxo
20     Fluxo_Max : REAL := 15; //Valor máximo de fluxo
21     Erro : BOOL; //Variável booleana para verificação de erro
22
23 END_VAR
24
25 
```

Fonte: Os autores

Para melhor compreensão, cada linha de referência do código em linguagem *Ladder*, presente no Apêndice C – Programação em linguagem *Ladder*, será explanada a seguir. Entretanto, primeiramente é necessário esclarecer que para o desenvolvimento da lógica foi considerado que o sistema poderá ter quatro estados de operação, conforme mencionados anteriormente:

- Energizado - quando o sistema está alimentado eletricamente e não está em funcionamento;
- Ligado - quando o *flare* está em operação;
- Falha - quando o controlador de chama identifica alguma falha;

- *Burn Back* - quando o sensor acusa o aumento da temperatura na linha do *flare*, ou seja, quando ocorre um contrafluxo da chama.

Cada um dos estados de operação será representado por uma cor a fim de facilitar a interpretação do sistema. A seguir estão dispostos os nomes das saídas declaradas para o uso dos LED's coloridos que farão a identificação dos estados:

- Energizado - "Amarelo";
- Ligado - "Verde";
- Falha -"Vermelho_CC";
- *Burn Back* - "Vermelho_T1".

Na primeira linha do código está a lógica que determina se o sistema está no estado "Energizado". Quem determina esta condição é o acionamento do botão "B1", ou seja, quando o botão está acionado ou com o contato fechado, o sistema está alimentado eletricamente. Além disso, na mesma linha de código há uma ramificação que é responsável pela lógica do acionamento do LED amarelo, que estará ligado somente se as outras condições não estiverem ativas - representadas pelos contatos normalmente fechados.

Em seguida, as linhas 2 e 3 são responsáveis pela lógica de acionamento do estado "Ligado" e a ação a ser realizada caso entrar nesse estado, respectivamente. A condição inicial para determinar o acionamento do *flare* é atingir os níveis desejáveis nos dois pressostatos, intitulados "P1" e "P2". Entrando em estado de operação, o CLP irá acionar o controlador de chama "CC" (ocorrendo a abertura das válvulas *shut-off* e a ignição da chama), abrir a válvula automática de segurança "VS" e acionar o LED verde.

A quarta fileira identifica se o controlador de chama "CC" retornou um sinal de falha de chama. Caso este sinal for verdadeiro, o sistema entrará no modo "Falha" e acenderá o LED "Vermelho_CC".

Já na quinta linha consta a lógica necessária para verificar a ocorrência do "Burn Back", ou seja, um contrafluxo de queima. Este estado de falha por contrafluxo é determinado pelo sensor de temperatura. É importante ressaltar que na concepção do produto definiu-se que o sensor a ser utilizado trabalhará com sinal analógico de 4-20mA. Porém, devido às características do controlador utilizado e a fins de simulação, considerou-se um acionamento digital. Quando o

sensor identificar a temperatura predeterminada, o sistema estará no estado “Burn Back” e acionará o luminoso “Vermelho_T1”. Para sair desse estado, é necessário pressionar o botão de reset “BR”.

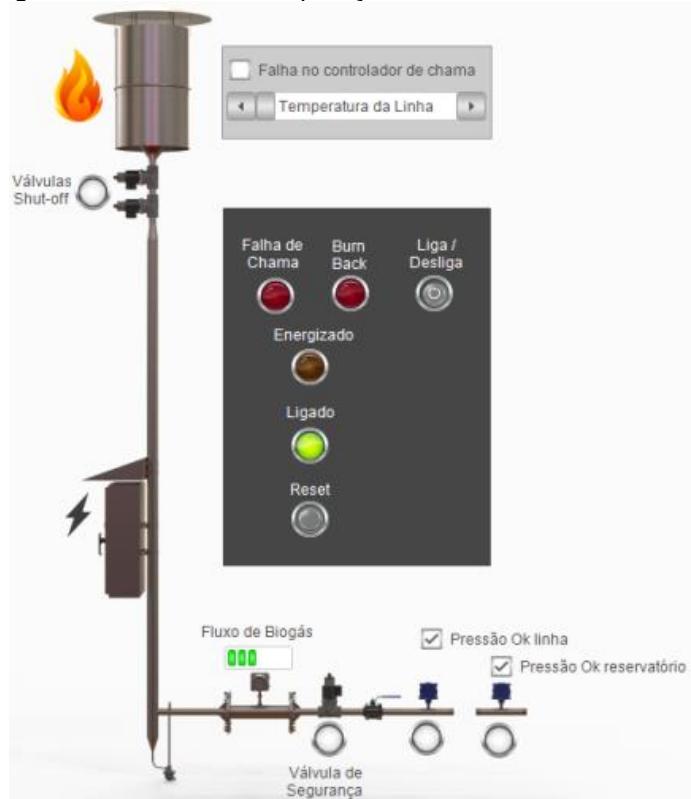
A partir da linha 6 em diante segue a lógica utilizada para representar um valor analógico de leitura do fluxo de biogás na linha. Caso o sistema estiver “Ligado”, atribuiu-se um valor de 2000 para a simular a presença de fluxo de biogás. Esse valor é estático e serve somente para a visualização na simulação funcional, porém, durante alguns testes esse valor foi variado via interface gráfica. Quando o sistema estiver fora do estado “Ligado”, o fluxo será o (zero) - linha 7. O bloco presente na oitava linha é quem faz a conversão da leitura em analógica para uma determinada medida. O valor obtido é enviado para uma variável que armazenará o valor atual (linha 9).

4.4.3 Simulação funcional via software

Após validar a lógica desenvolvida em linguagem *Ladder*, desenvolveu-se uma interface gráfica a fim de interpretar visualmente os estados e funcionamento do *flare*. O mesmo *software* utilizado para gerar o código possui um ambiente para criar as telas de visualização. Há dois modos de funcionamento da interface gráfica: um permite que o próprio usuário manipule a tela via *software* e o outro funciona através dos sinais enviados através do kit CLP Festo.

Os dois modos foram testados e as funcionalidades desejadas operaram corretamente. A interface concebida é mostrada pela Figura 24.

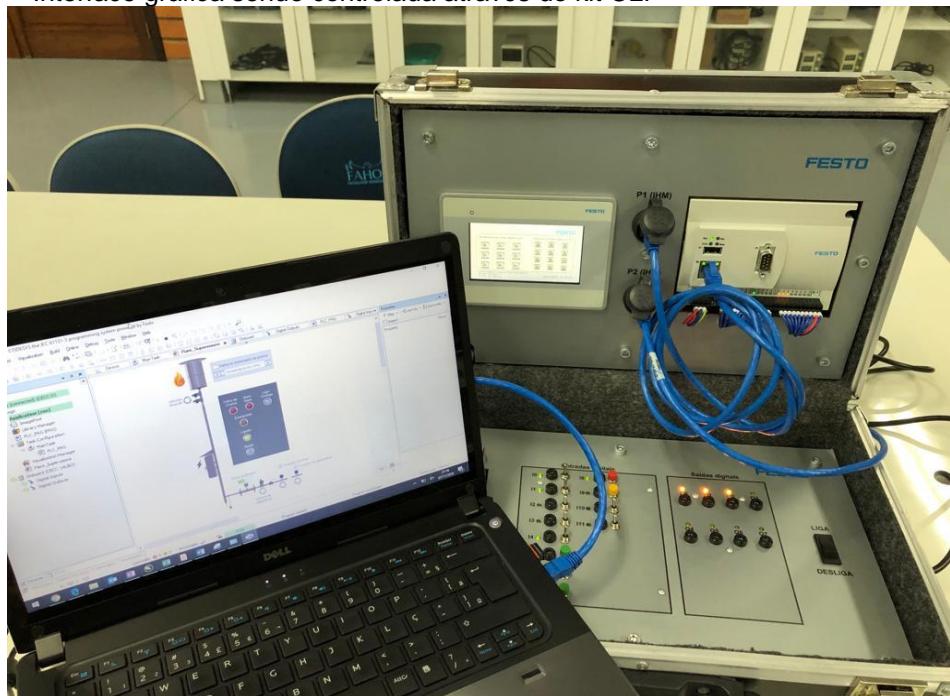
Figura 24 – Interface gráfica com o *flare* em operação



Fonte: Os autores

Já na Figura 25 está presente a tela mostrando o estado do sistema e operando juntamente com o kit didático.

Figura 25 – Interface gráfica sendo controlada através do kit CLP



Fonte: Os autores

4.4.4 Material de suporte do produto

A norma ISO/DIS 22580 também faz especificações a respeito do manual de operação e manutenção do produto. A norma requer que o material seja disponibilizado na língua inglesa e também na língua nacional do local de instalação do produto. O manual deve conter informações referentes: às instruções de segurança, aos procedimentos de emergência, aos riscos de operação, às instruções de operação, ao monitoramento e registros de dados, às manutenções planejadas, às inspeções regulares e avaliações de eficiência.

Em virtude do presente estudo abordar apenas alguns aspectos da norma e não haver dispositivos adquiridos para a construção do projeto, elaborou-se somente as instruções de operação, em linguagem nacional, compreendidas no Apêndice D – Manual de operação. As instruções foram elaboradas com base nas simulações realizadas na interface gráfica, demonstradas anteriormente.

4.4.5 Análise de desempenho do projeto

Esta atividade se deu através dos indicadores de desempenho, dispostos anteriormente no Quadro 7. O primeiro indicador está relacionado ao cumprimento dos aspectos técnicos da norma em questão. Esta foi acompanhada durante seus estágios de desenvolvimento e está em fase final para ser publicada oficialmente. A partir do estudo dos pontos técnicos, presentes na norma ISO/DIS 22580 e que foram explorados e considerados neste trabalho, é possível afirmar que os requisitos normativos relacionados foram atingidos, porém com ressalvas. Visando complementar este ponto, fez-se necessário analisar se produto atendia aos requisitos determinados pelos clientes, através da comparação das especificações-meta do produto com as especificações da concepção final.

A análise realizada deu origem ao Quadro 15. A última coluna, denominada "Verificado no projeto", mostra o resultado obtido após o estudo da concepção final do produto. Os itens que levam o símbolo "*" possuem algumas observações ou não foram mensurados.

Quadro 15 – Análise de atendimento dos requisitos do produto

#	Requisito	Meta	Verificado no projeto
1	Utilizar método de controle automático do sistema	Atender ao requisito	Requisito atendido
2	Componentes <i>standard</i> devem atender aos requisitos da norma ISO/DIS 22580	Atender ao requisito	Requisito atendido*
3	Ter manual de operação	Atender ao requisito	Requisito atendido*
4	Ter sistema de segurança automático	Atender ao requisito	Requisito atendido
5	Utilizar componentes <i>standard</i>	$\geq 60\%$	79,9%
6	Ter sistema de segurança manual	Atender ao requisito	Requisito atendido
7	Ter uma eficiência de 99%	Atender ao requisito	Não mensurado*
8	Ter uma interface homem máquina de fácil interpretação	Atender ao requisito	Requisito atendido
9	Vida útil de no mínimo 10 anos	≥ 10 anos	Não mensurado*
10	Ter reduzido número de sistemas	≤ 4 sistemas	2
11	Ser um <i>flare</i> enclausurado	Atender ao requisito	Requisito atendido
12	Utilizar conexões padrão	$\geq 60\%$	69,23%
13	Utilizar parafusos/porcas padronizados	$\geq 60\%$	100%
14	Utilizar recursos disponíveis na FAHOR, empresa e/ou propriedade parceira	$\geq 50\%$	Não mensurado*

Fonte: Os autores

O Quadro 15 mostra que, com exceção dos cinco itens com destacadados com “**”, os requisitos foram atingidos. Já requisitos número 2 e 3 foram atingidos com ressalvas: este justifica-se por possuir apenas uma parte do manual de operação e julga-se necessário ter informações providas após o produto estar manufaturado e testado fisicamente com todos os elementos comprados (há variações de algumas características de acordo com o fabricante); já o número 2, além de incluir o manual de operação em suas exigências, justifica-se por não possuir uma especificação concreta para a medição da eficiência de queima evidenciada na norma. Julga-se necessário, por parte dos integrantes do projeto, haver um documento formal emitido por entidade de normatização que detalhe a forma como a eficiência deve ser medida.

Ainda considerando o Quadro 15, os requisitos 7, 9 e 14 não foram mensurados pois é necessário ter o produto manufaturado para testes válidos serem obtidos.

Para o segundo indicador, que visa a avaliação relacionada ao funcionamento do sistema, foram realizadas repetidas simulações através de uma interface gráfica, a qual permitiu a visualização dos estados possíveis do *flare*. Os quatro estados visíveis foram simplesmente identificados através de cores diferentes e identificações no painel de visualização. A Figura 26 mostra as telas que indicam o estado do sistema, ou seja, exibe todos os estados possíveis do produto. Os estados são alterados de forma autônoma, de acordo com as condições determinadas através da interface ou através do CLP (kit), cabendo ao usuário validar as respostas do *flare*.

Figura 26 – Interface gráfica com os estados possíveis do *flare*



Fonte: Os autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da adaptação dos métodos sugeridos por Amaral et al. (2015) em seu livro “Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo” foi elaborado o projeto de um *flare*, dispositivo de segurança automático destinado à realização da queima de biogás, que atende ao projeto da norma ISO/DIS 22580 nos aspectos relacionados à estrutura física e instrumentação e controle.

O projeto se deu em quatro atividades principais: o planejamento do projeto, o projeto informacional, o projeto conceitual e o projeto detalhado. Os quatro itens são necessários para estabelecer uma conexão completa entre os clientes e o produto, buscando desenvolver a melhor solução possível para um problema.

Considerando as hipóteses levantadas no início do trabalho, que atendendo a norma ISO/DIS 22580 é possível construir um *flare* 99% eficiente e que os requisitos da norma ISO/DIS 22580 exigem a construção de um *flare* adicional para operar durante a necessidade de manutenção do principal, entende-se que a primeira não foi corroborada pois efetivamente não houve condições de testar o sistema fisicamente nem se soube a forma mais adequada para realizar a medição. Já para a segunda hipótese, entende-se que é conveniente a existência de um *flare* adicional, idêntico ao principal, que trabalhe durante a manutenção deste, visto que a produção de biogás é incessante. A norma em questão indica o uso de uma linha adicional de gás (chamada *bypass*) idêntica para uso com o mesmo queimador. Porém, se este necessitar de manutenção, o *flare* não poderá operar, mesmo com a linha *bypass*.

Ainda, através do método aplicado constata-se que os componentes disponíveis no mercado e que atendem os requisitos normativos possuem um custo muito elevado no mercado brasileiro. Em virtude dessa situação, recomenda-se que este TFC seja utilizado como referência para outros que irão abordar os *flares* e sugere-se que os estudos sejam feitos para desenvolver componentes dedicados ou específicos para queimadores de biogás, contribuindo com soluções mais acessíveis.

Através do modelamento 3D da estrutura do produto, a programação e simulação do sistema via software e a análise de desempenho é possível responder ao problema de pesquisa, porém com ressalvas: o desenvolvimento de

um *flare* é funcionalmente e tecnicamente viável seguindo a norma ISO/DIS 22580, entretanto julga-se necessário que haja um documento formal - documento de especificação técnica - que atribua em detalhes como a eficiência de queima deve ser medida. Sendo assim, os resultados obtidos permitem afirmar que os objetivos propostos foram atingidos.

REFERÊNCIAS

- AL SEADI, Teodorita; et. al. **Biogas handbook.** Esbjerg: University of Southern Denmark Esbjerg, 2008.
- ALVES, José Luiz Loureiro. **Instrumentação, controle e automação de processos.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- AMARAL, Daniel C.; et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produto.** São Paulo: Saraiva, 2015.
- BACK, Nelson et al. **Projeto Integrado de Produtos:** Planejamento, concepção e modelagem. São Paulo: Editora Manole Ltda, 2010.
- BALBINOT, Alexandre; BRUSAMARELLO, Valner João. **Instrumentação e fundamentos de medidas, volume 1.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- BARBOSA FILHO, Antonio N. **Projeto e Desenvolvimento de Produtos.** São Paulo: Atlas, 2009.
- BLEY JR., Cícero. **Biogás: a energia invisível.** 2. ed. São Paulo: CIBiogás, 2015.
- CALLISTER JR., William; RETHWISCH, David G. **Ciência e engenharia de materiais:** uma introdução. Trad. de S. M S. Soares. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Elementos de automação.** São Paulo: Érica, 2014.
- CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica:** Processos de fabricação e tratamento - Volume III. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1986.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: **ISO 20675.** Biogas - Biogas production, conditioning, upgrading and utilization - Terms, definition and classification scheme. ISO, 2018.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: **ISO/DIS 22580.** Flares for combustion of biogas. ISO, 2019.
- KARLSSON, Tommy et al. **Manual básico de biogás.** Lajeado: Ed. da Univates, 2014. Disponível em: <https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/71/pdf_71.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2019.
- PAHL, Gerhard et al. **Projeto na engenharia:** fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher. 2005.
- PETRUZELLA, Frank D. **Controladores lógicos programáveis.** 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)**. 6. ed. Pensilvânia: PMI, 2017.

PRUDENTE, Francesco. **Automação industrial: PLC, teoria e aplicações: Curso Básico**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

RODRIGUES, Rodrigo. **Controle e automação da produção**. Porto Alegre: SAGAH, 2016.

RIO INOX. **Composição química e propriedades mecânicas dos aços inoxidáveis**. 2019. Disponível em: <<https://www.rioinox.com/Tabela%20Peso%20Teorico%20Tubos%20Inox%20Schedule.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

RIO INOX. **Perfis de tubos em aço inoxidável padrão Schedule**. 2019. Disponível em: <<https://www.rioinox.com/Tabela%20Peso%20Teorico%20Tubos%20Inox%20Schedule.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

ROQUE, Luiz Alberto O. L. **Automação de processos com linguagem Ladder e sistemas supervisórios**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

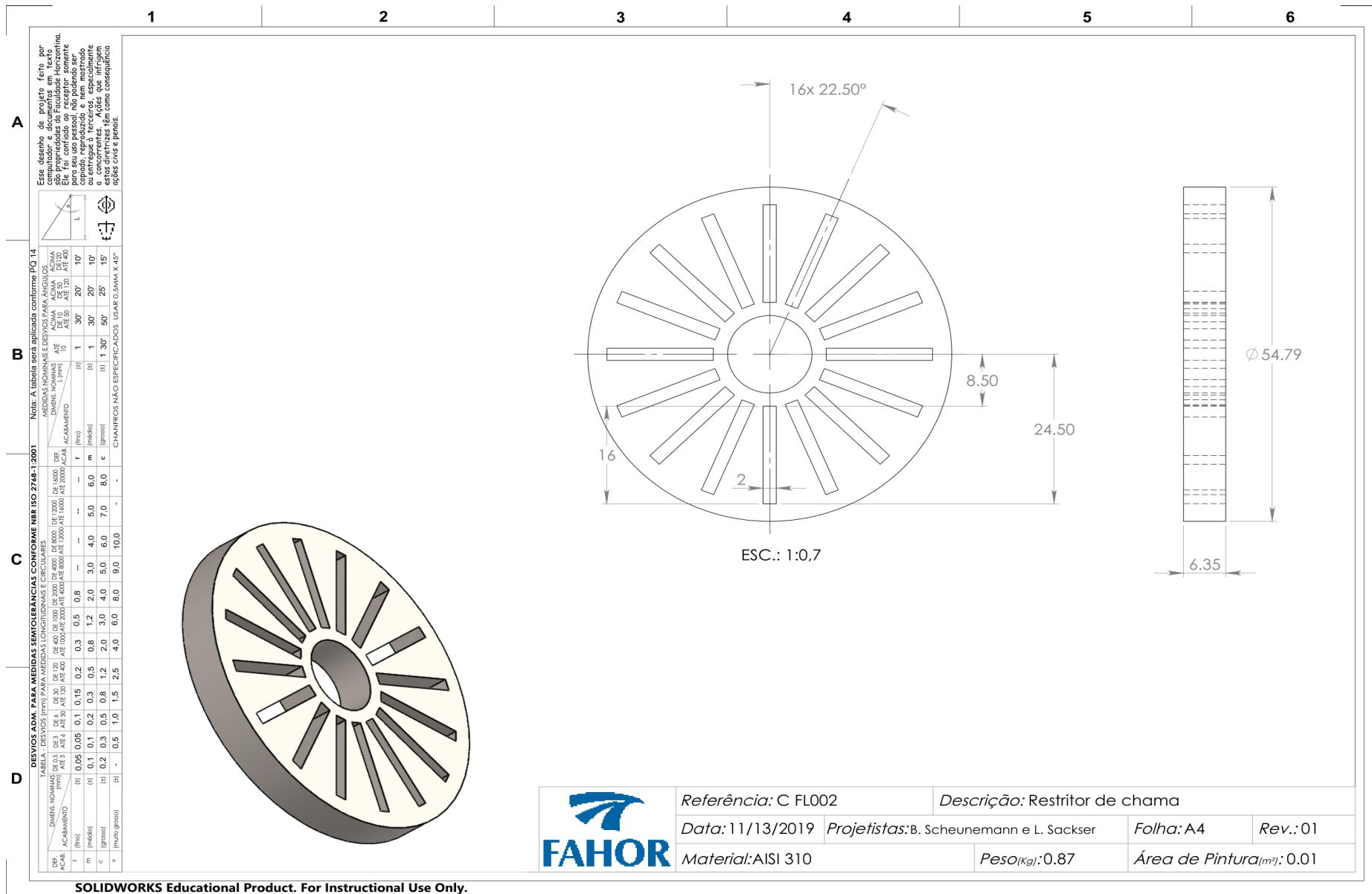
SIMÕES MOREIRA, José R. (Org.). **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

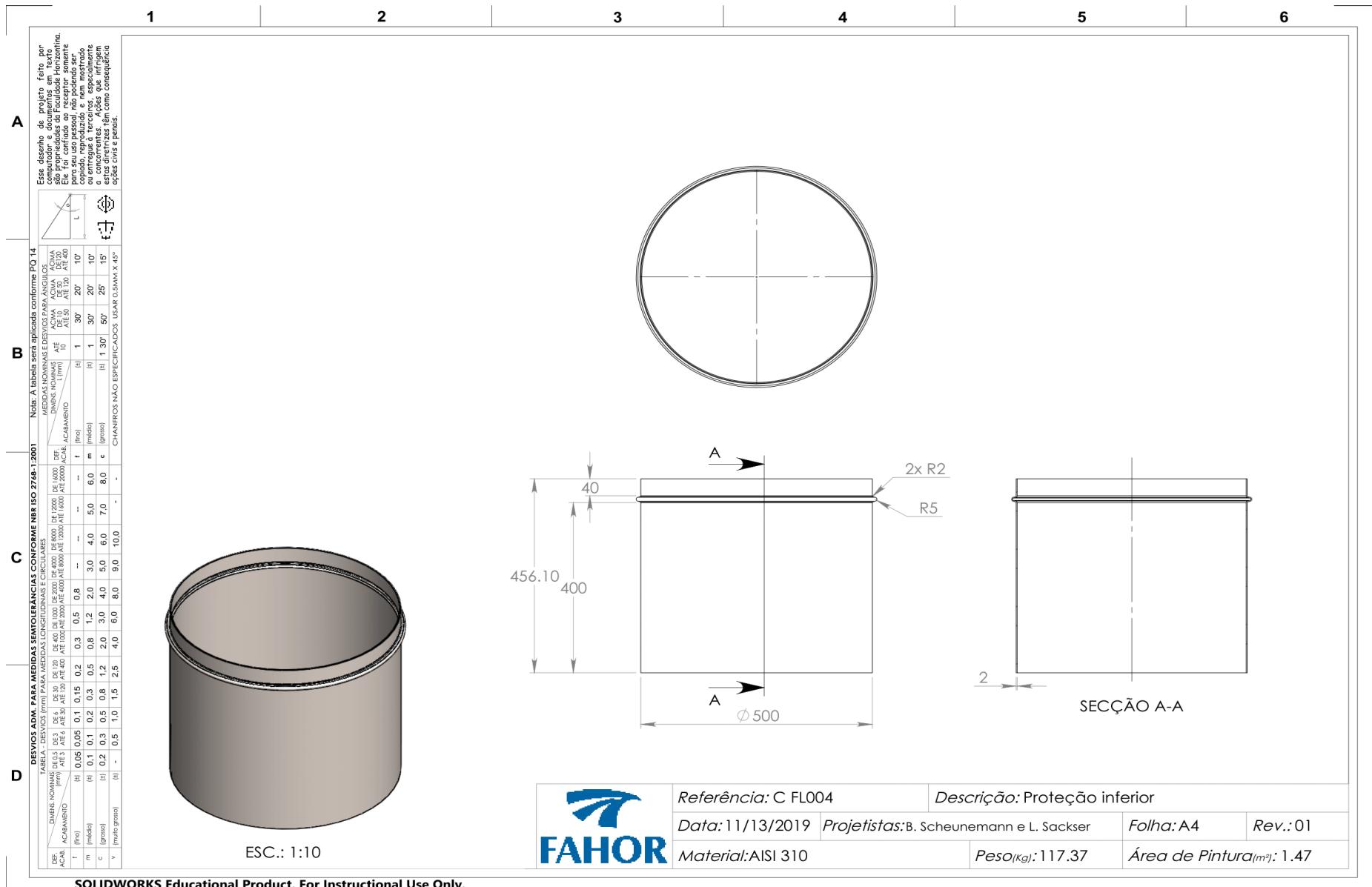
WINROCK. **Manual de Treinamento em Biodigestão**. 2008. Disponível em: <https://www.academia.edu/6686420/MANUAL_DE_TREINAMENTO_EM_BIODIGESTAO>. Acesso em: 06 nov. 2019.

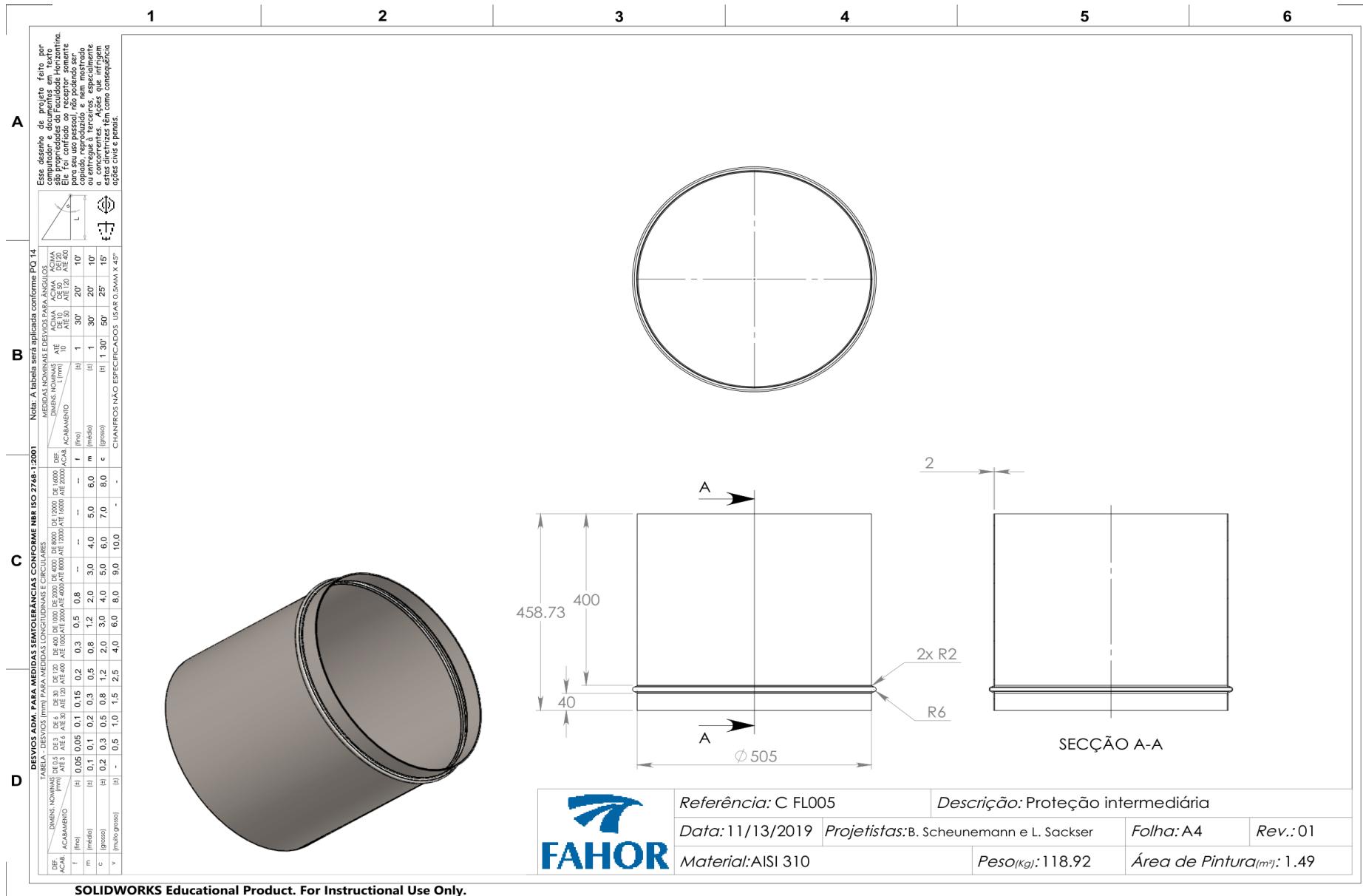
APÊNDICE A - DESENHOS DETALHADOS DO PRODUTO

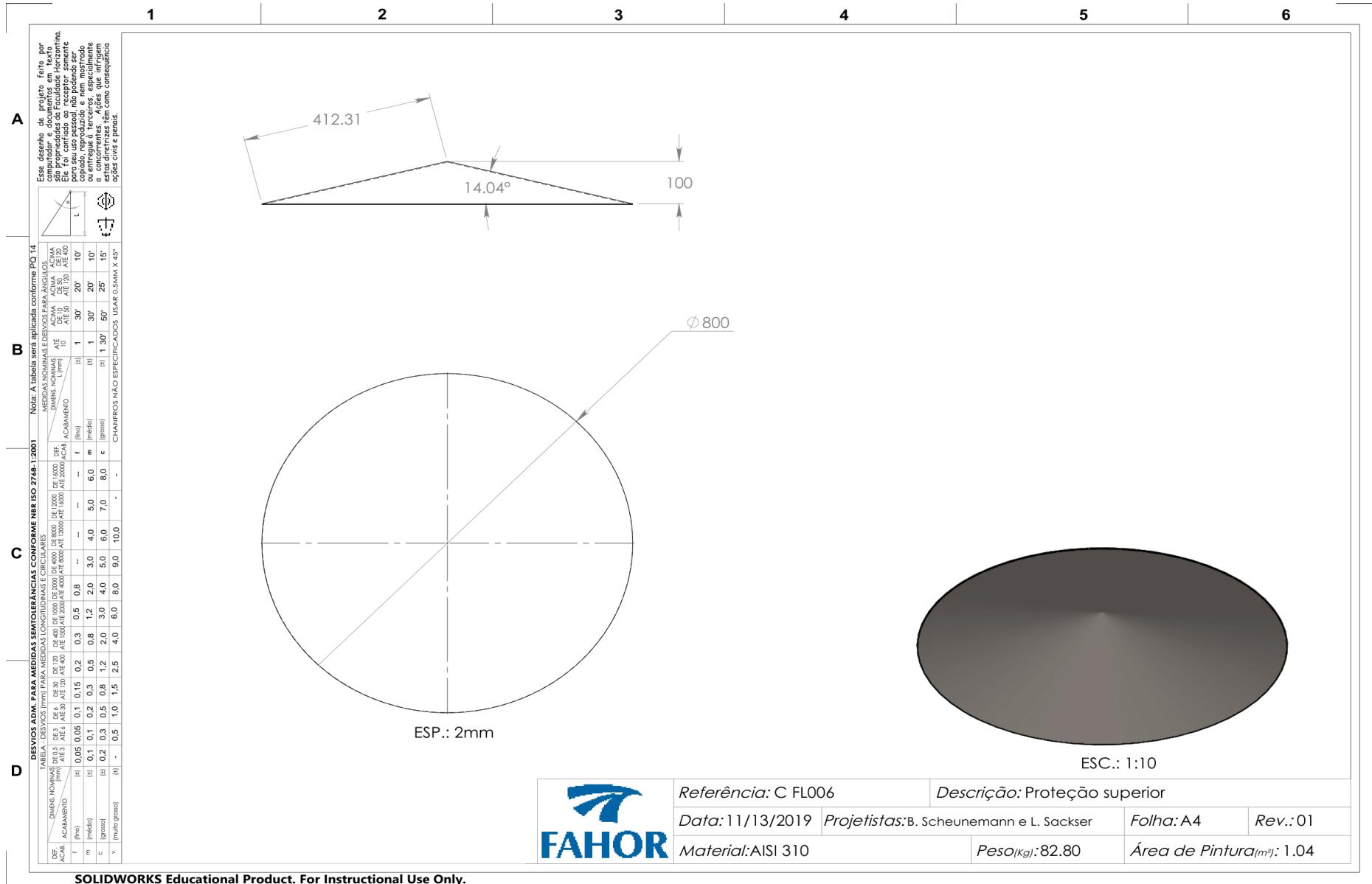
Código	Descrição	Quantidade	Nível
C FL001	Tubo 4	1	4 (Componente)
C FL002	Restritor de chama	1	4 (Componente)
C FL004	Proteção inferior	1	4 (Componente)
C FL005	Proteção intermediária	1	4 (Componente)
C FL006	Proteção superior	1	4 (Componente)
C FL007	Fixação proteção	1	4 (Componente)
C FL008	Suporte proteção inferior	1	4 (Componente)
C FL010	Suporte proteção superior	1	4 (Componente)
C FL011	Suporte proteção intermediária	1	4 (Componente)
C FL013	Cone restritor	1	4 (Componente)
C FL014	Tubo 1	1	4 (Componente)
C FL015	Tubo 2	1	4 (Componente)
C FL016	Tubo queimador	1	4 (Componente)
C FL017	Tubo 6	1	4 (Componente)
C FL018	Cone redutor	1	4 (Componente)
C FL019	Alimentação purgador	1	4 (Componente)
C FL020	Pressurização purgador	1	4 (Componente)
C FL021	Tubo 5	1	4 (Componente)
C FL022	Tubo 8	1	4 (Componente)
C FL023	Tubo 7	1	4 (Componente)
C FL024	Fixação painel elétrico	2	4 (Componente)
C FL025	Suporte eletrodo	2	4 (Componente)
C FL026	Reforço da flange	8	4 (Componente)
C FL027	Flange	2	4 (Componente)
C FL030	Suporte transmissor de pressão	2	4 (Componente)
C FL034	Fixação proteção painel elétrico	2	4 (Componente)
C FL035	Proteção painel elétrico	1	4 (Componente)
C FL036	Tubo 10	1	4 (Componente)
C FL041	Suporte transmissor de temperatura	1	4 (Componente)
C FL042	Adesivo	1	4 (Componente)
C FL009	Tubo 3	1	4 (Componente)
CJ FL003	Caixa de comando	1	3 (Subsistema)
CJ FL012	Tubo flangeado 1	1	3 (Subsistema)
CJ FL028	Tubo flangeado 2	1	3 (Subsistema)
CJ FL029	Proteção da chama	1	3 (Subsistema)
CJ FL031	Tubo de queima	1	3 (Subsistema)
CJ FL032	Leitura pressão na linha	1	3 (Subsistema)
CJ FL033	Início / detecção de chama	1	3 (Subsistema)
CJ FL037	Leitura pressão no biodigestor	1	3 (Subsistema)
CJ FL038	Controle e segurança	1	2 (sistema)
CJ FL039	Queimador	1	2 (Sistema)
CJ FL040	Flare	1	1 (Produto)

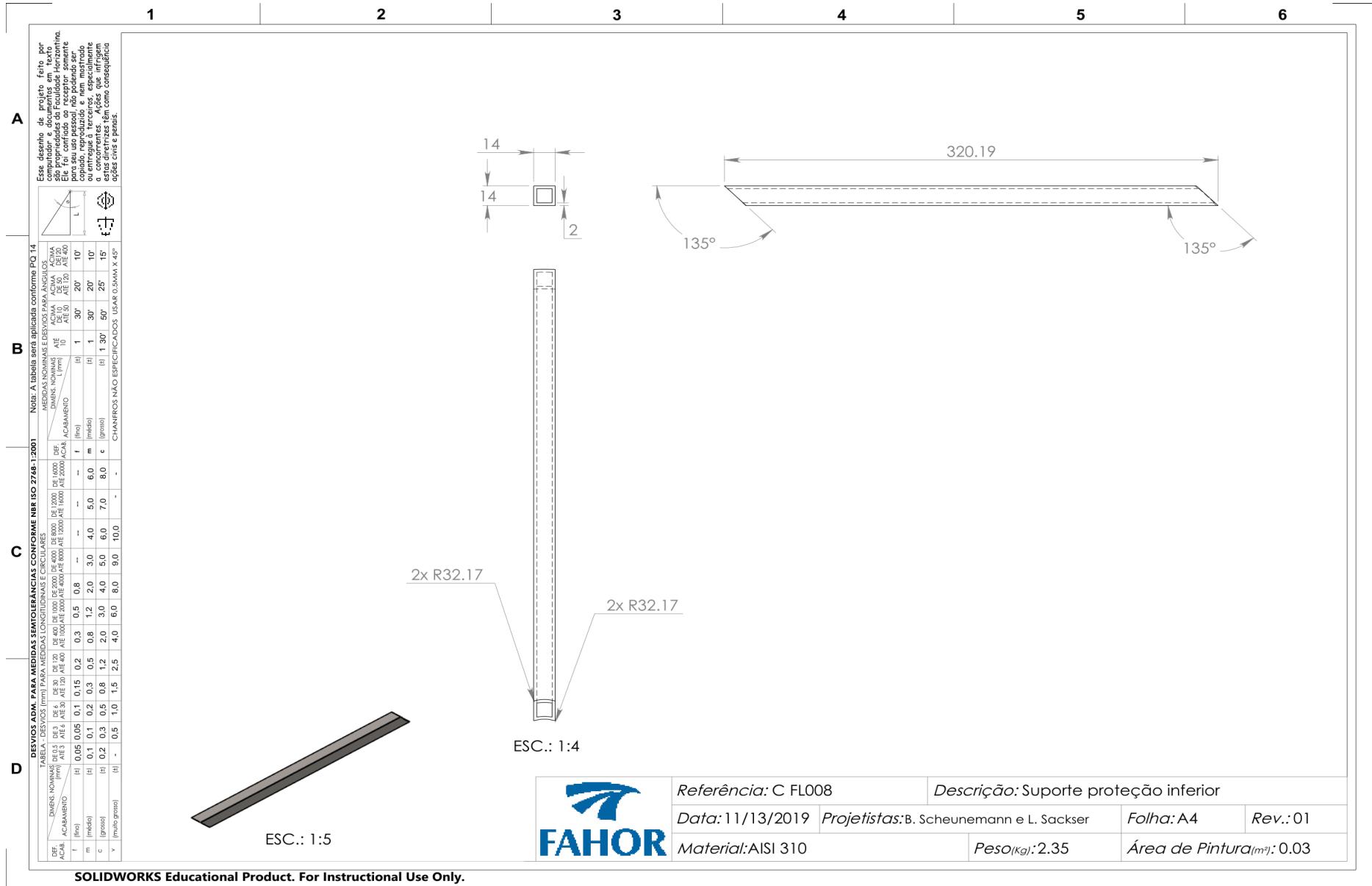


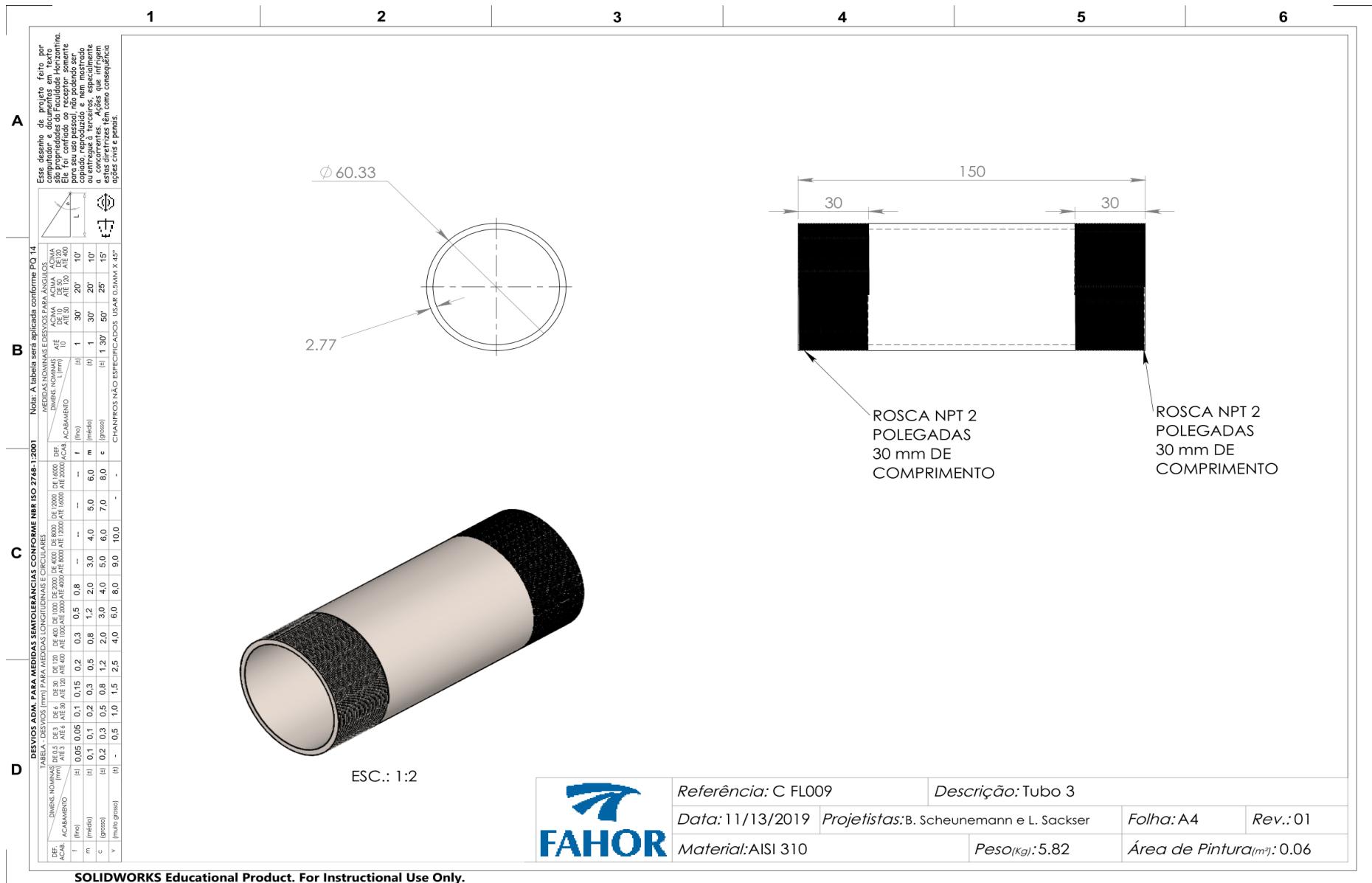


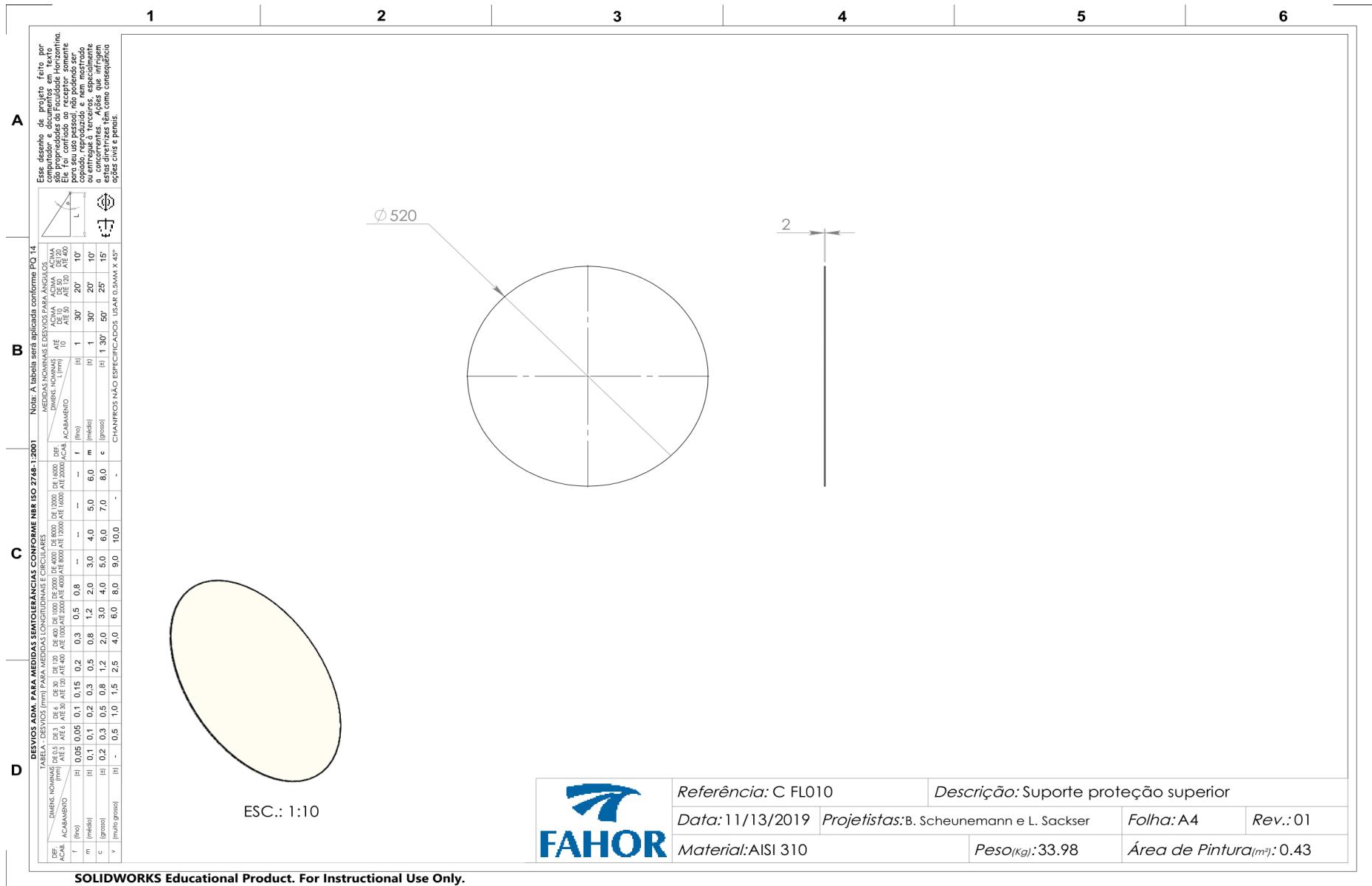


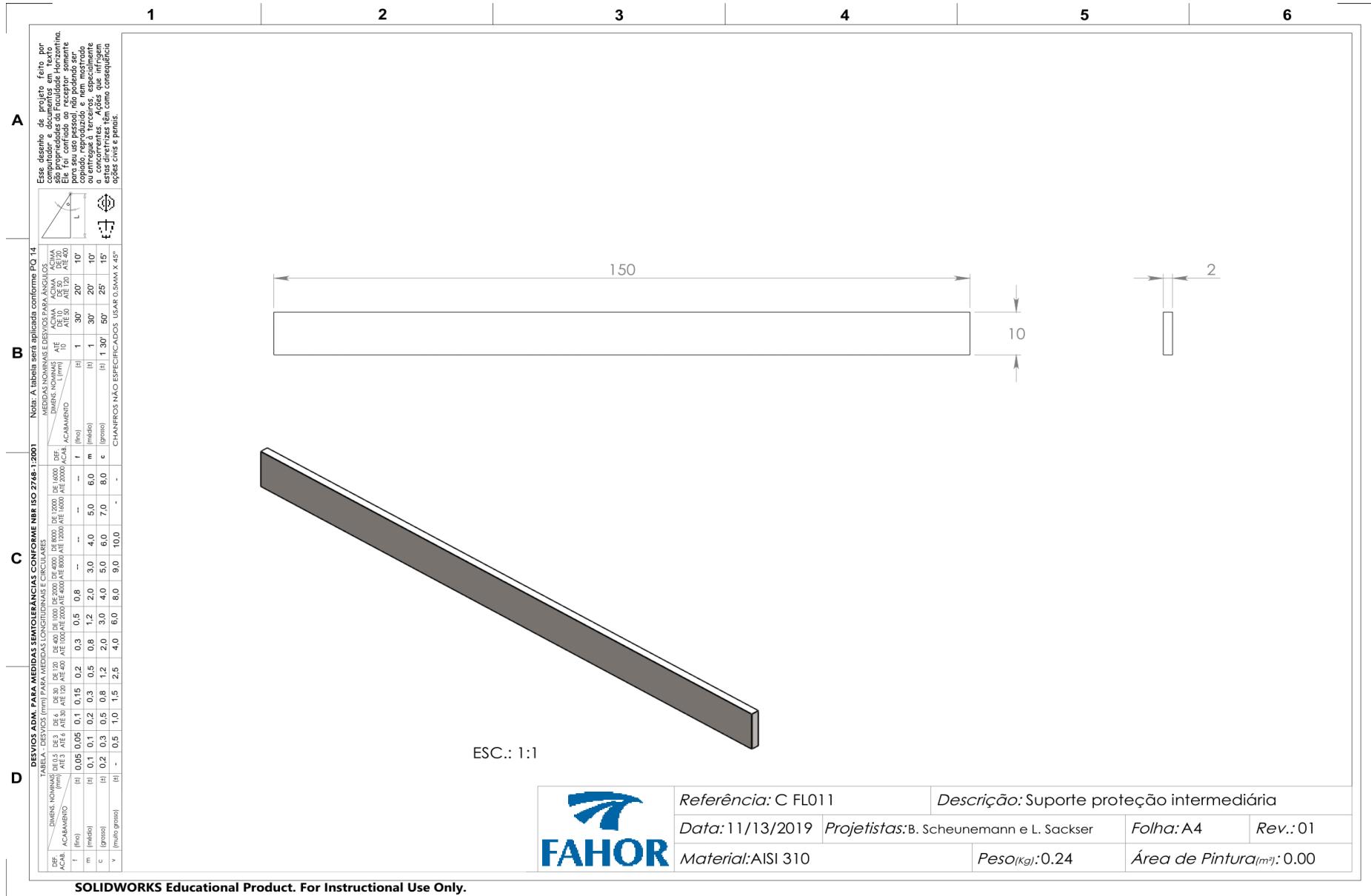


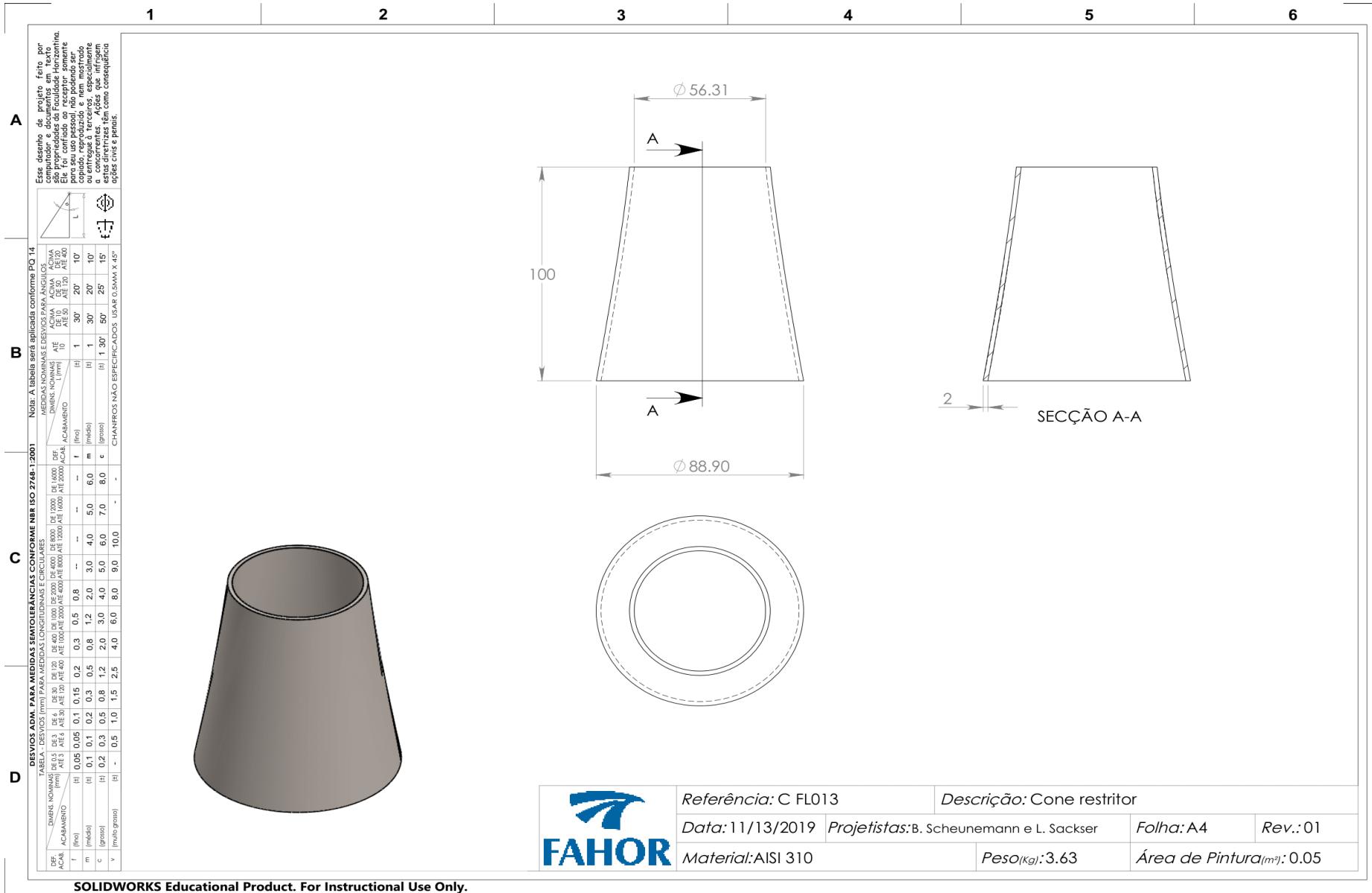


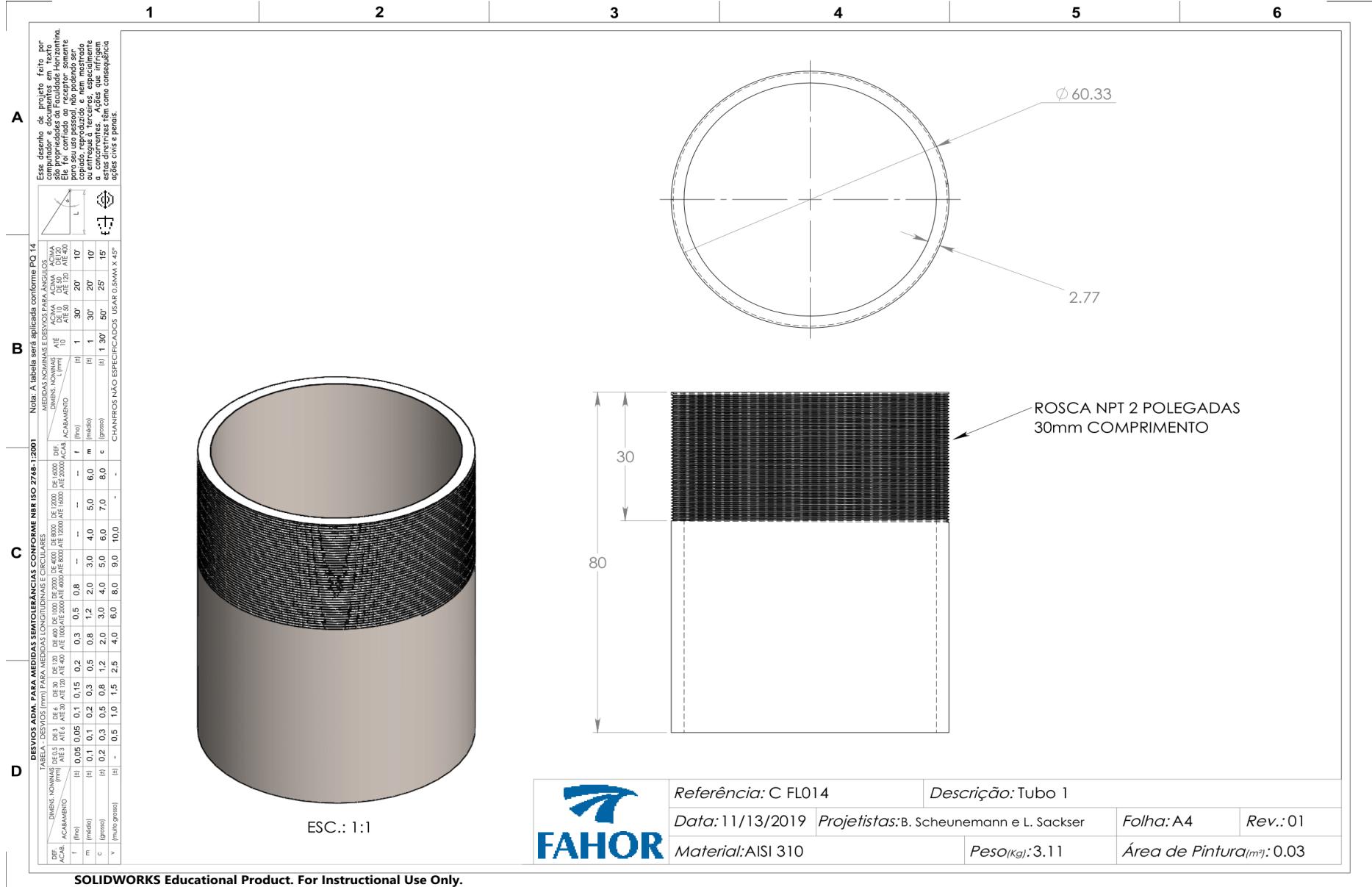


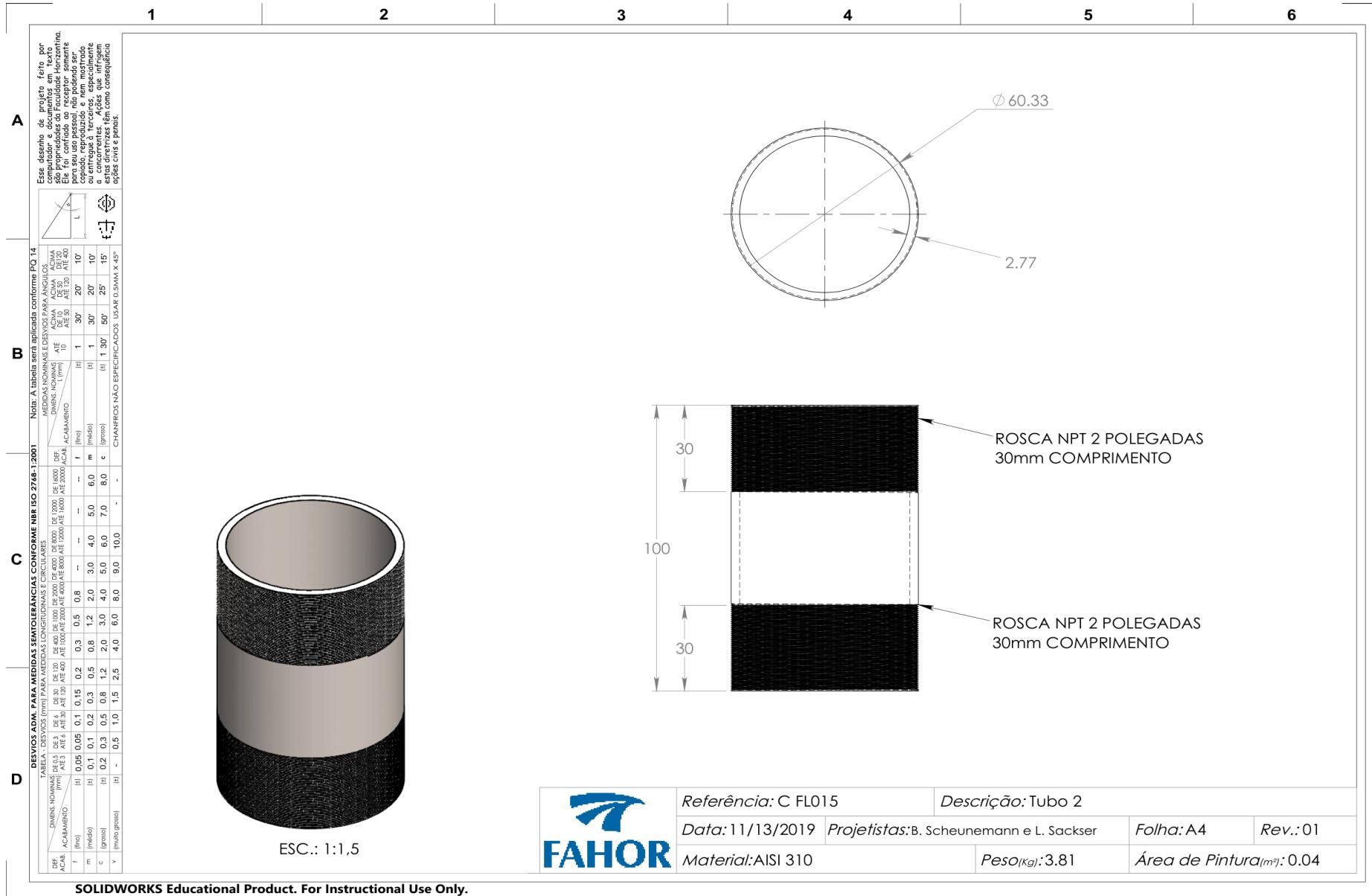


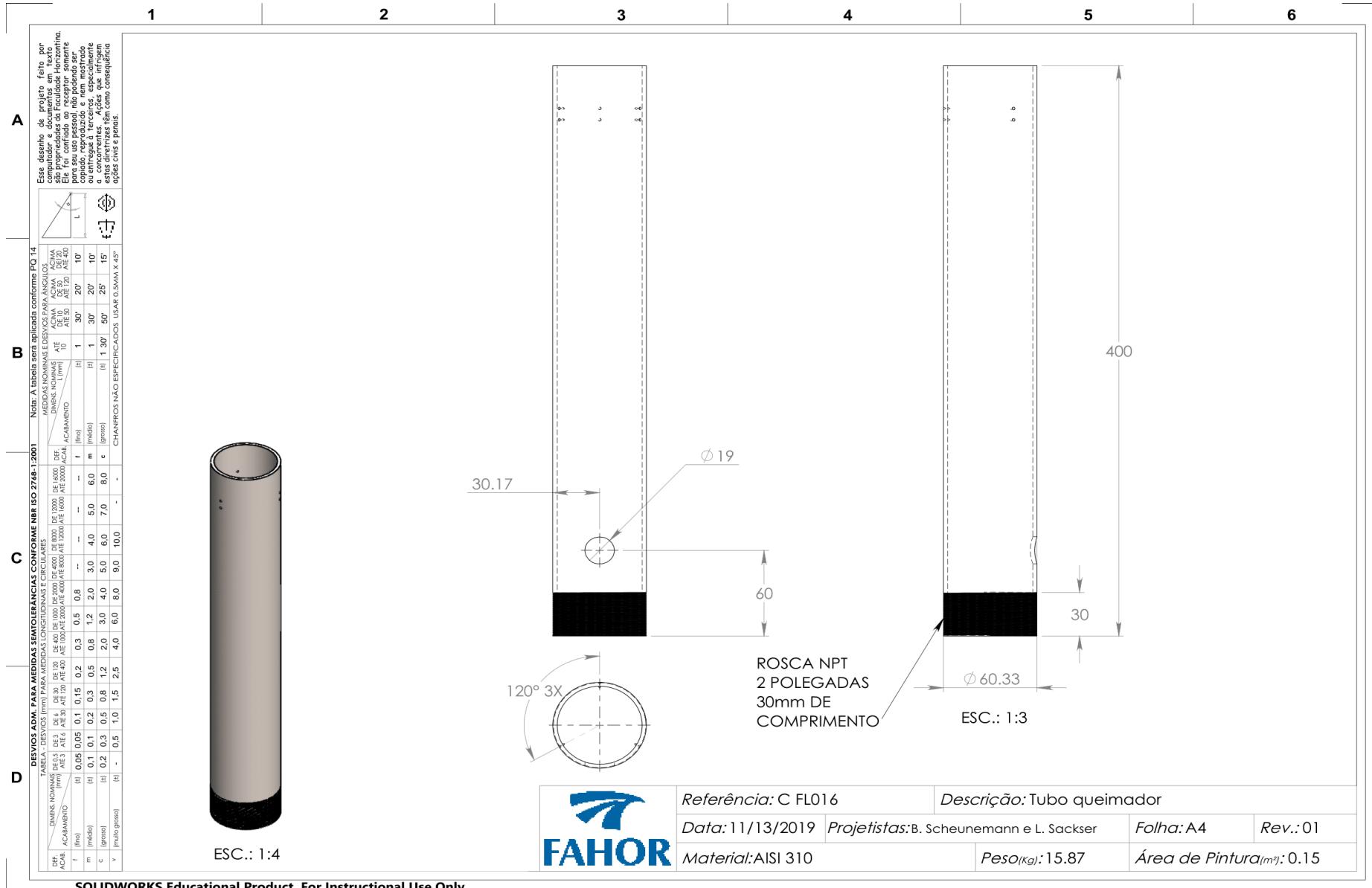


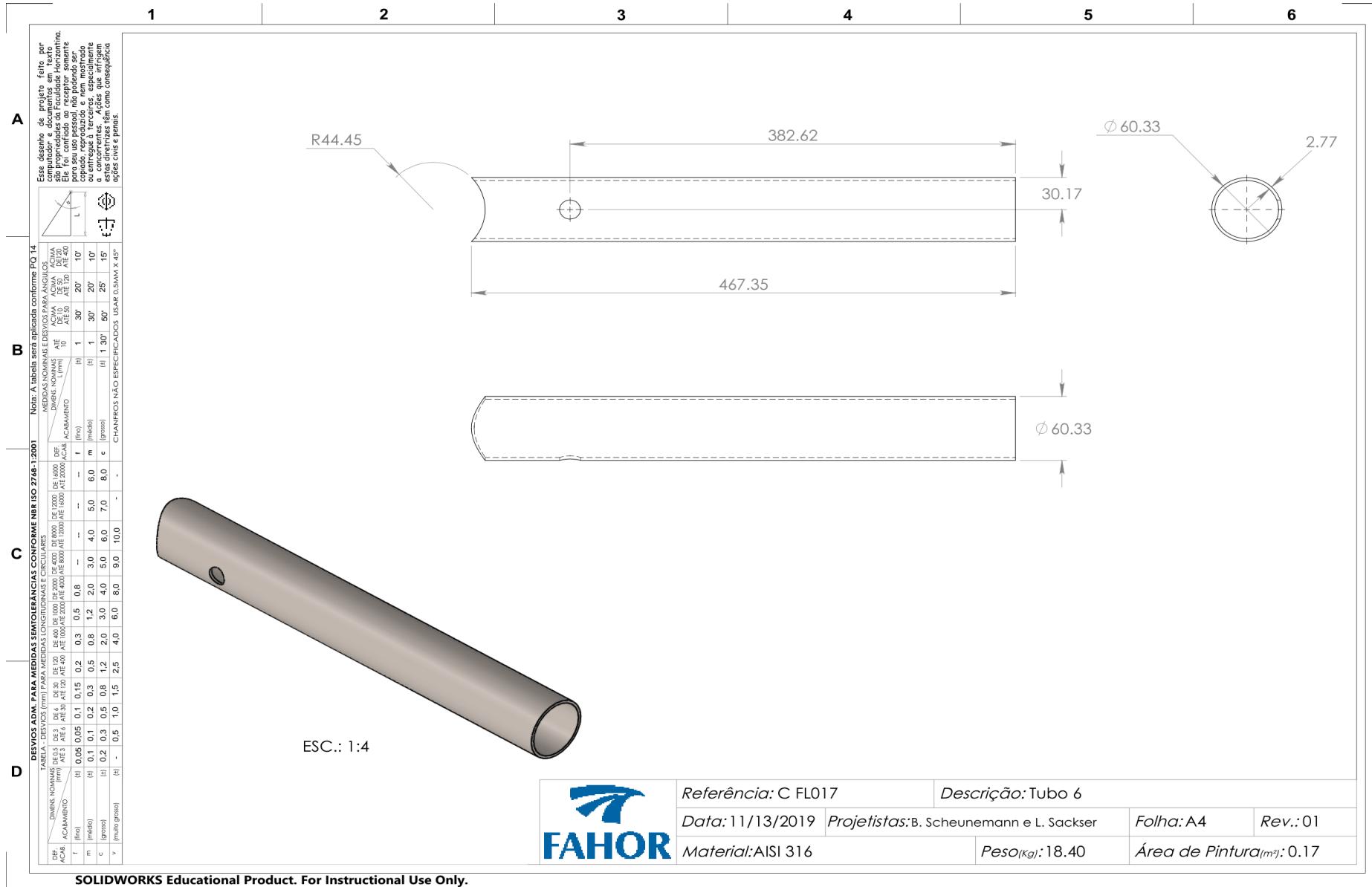


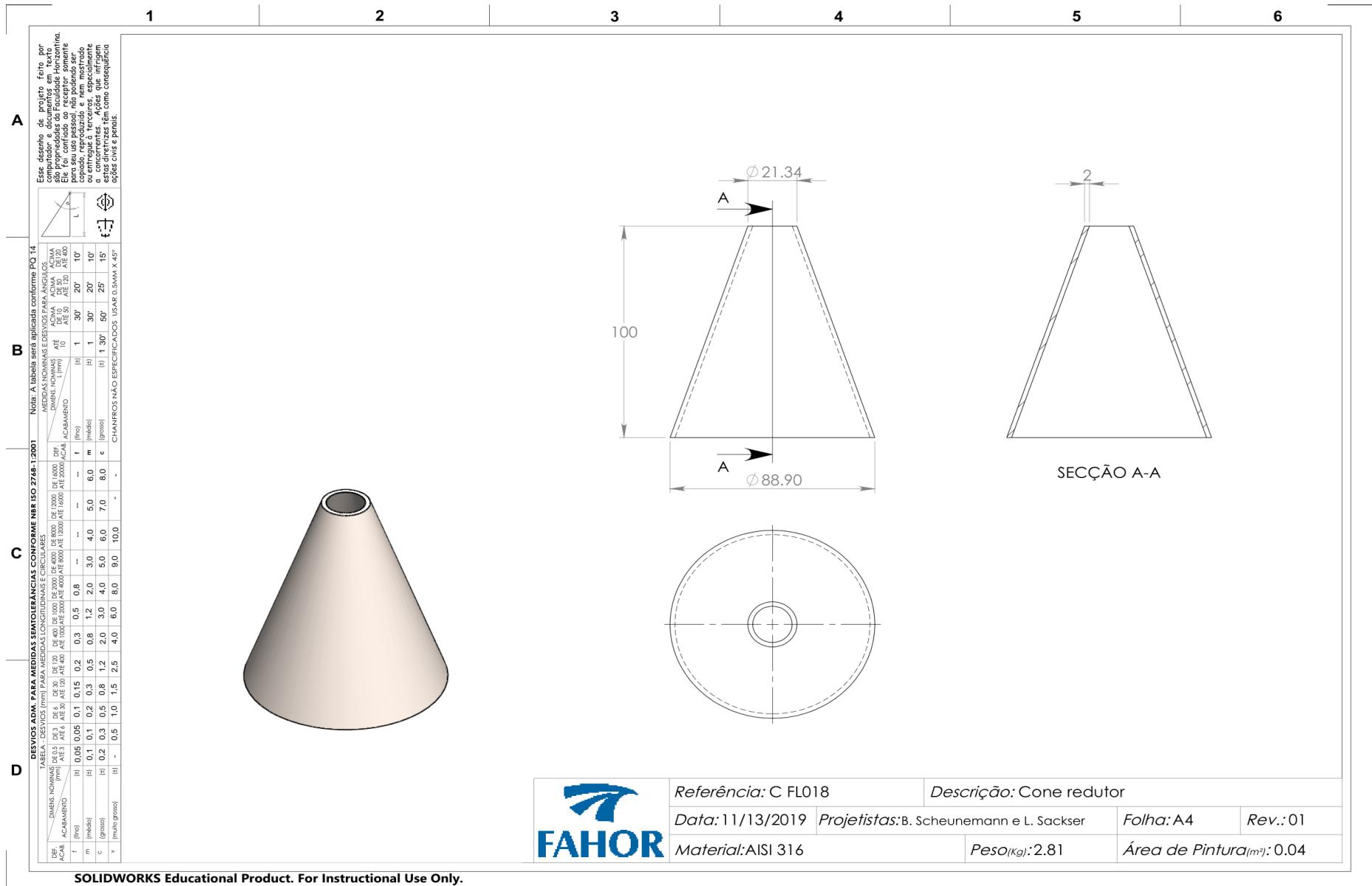


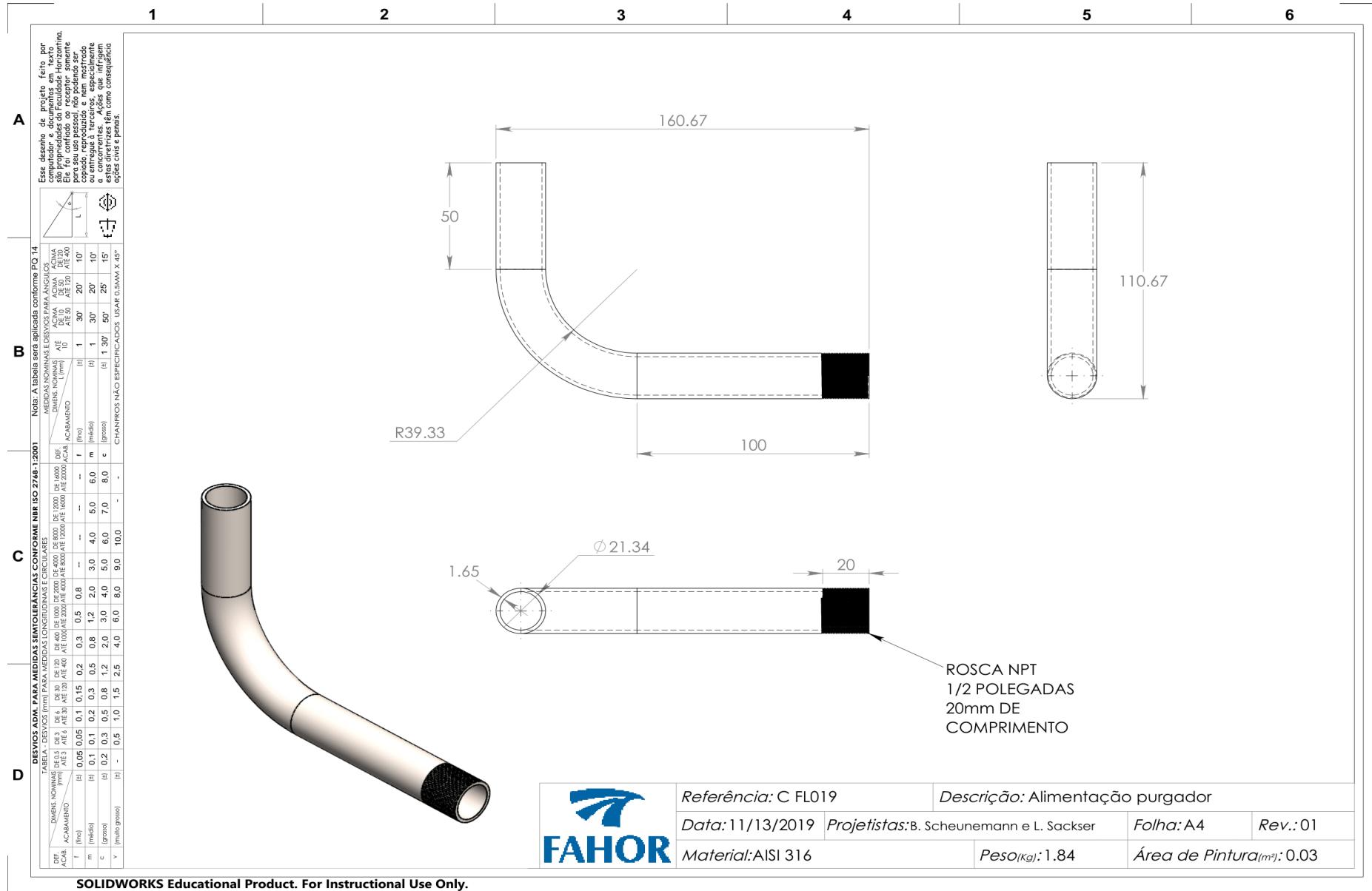


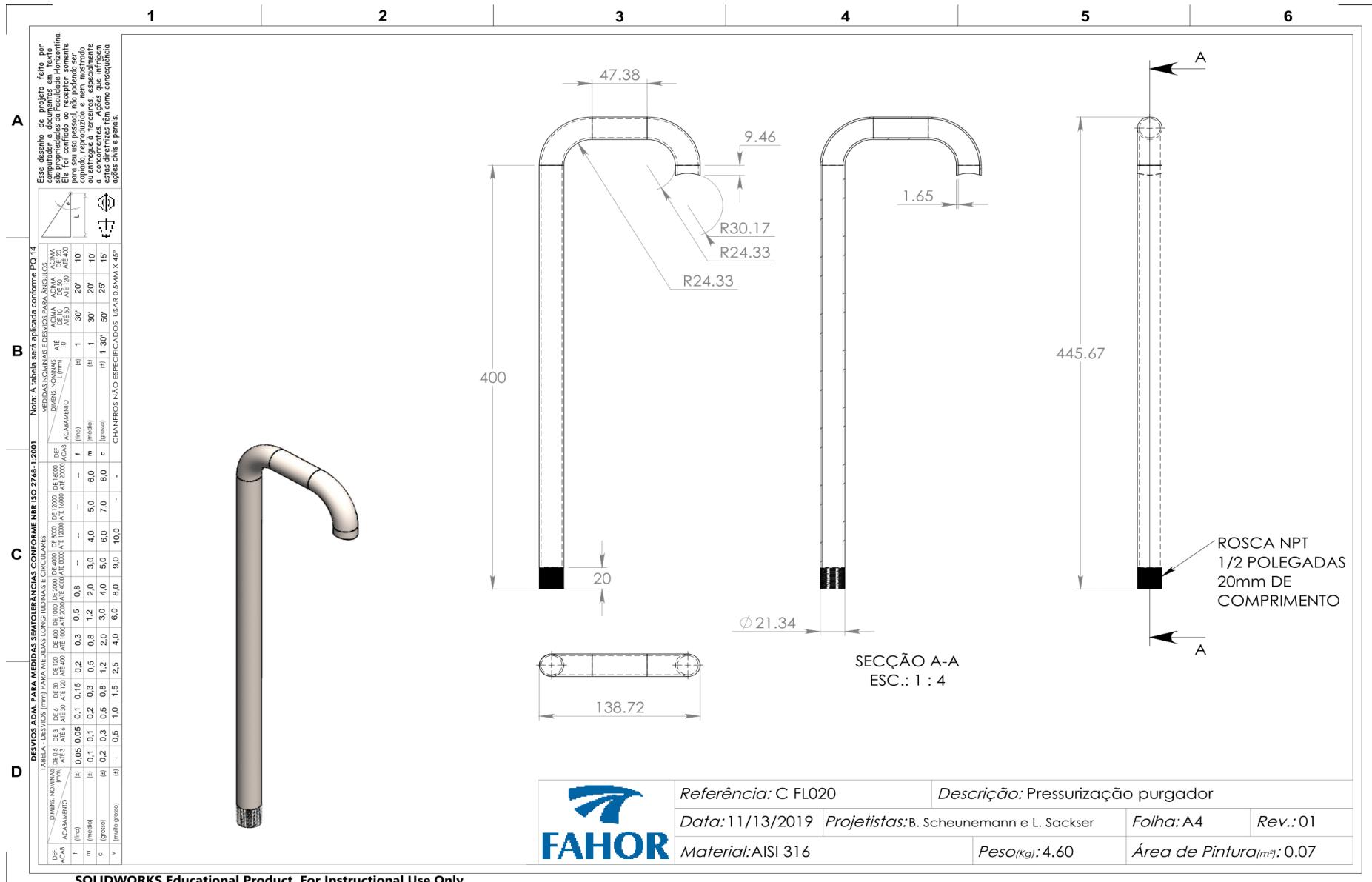












A

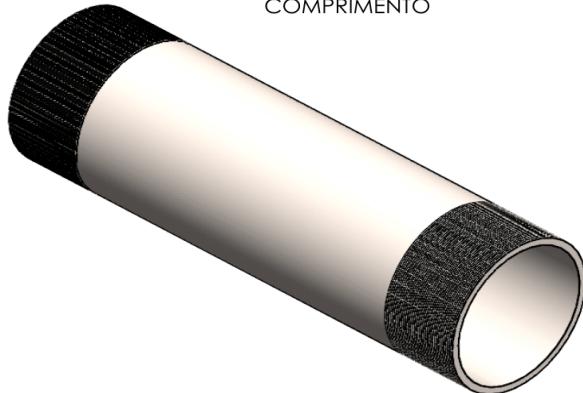
1 2 3 4 5 6

B

MEDIDAS NOMINAIS E DEVISOS PARA ÂNGULOS.		ACIMA DE 50°		ACIMA DE 10°		ACIMA DE 20°		ACIMA DE 50°		ACIMA DE 10°	
DIMENS. NOMINAIS mm	DEVISOS mm	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]	[j]
BAMAMENTO	10	1	30°	30°	20°	20°	10°	10°	25°	15°	15°
[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]	[j]	[k]	[l]
[m]	[n]	[o]	[p]	[q]	[r]	[s]	[t]	[u]	[v]	[w]	[x]

INFRROS NÃO ESPECIFICADOS USAR O 0,5MM X 45°

C



ESC.: 1:2

D

 FAHOR

Referência: C FL021

Descrição: Tubo 5

Data: 11/13/2019 | Projetistas: B. Scheunemann e L. Sackser

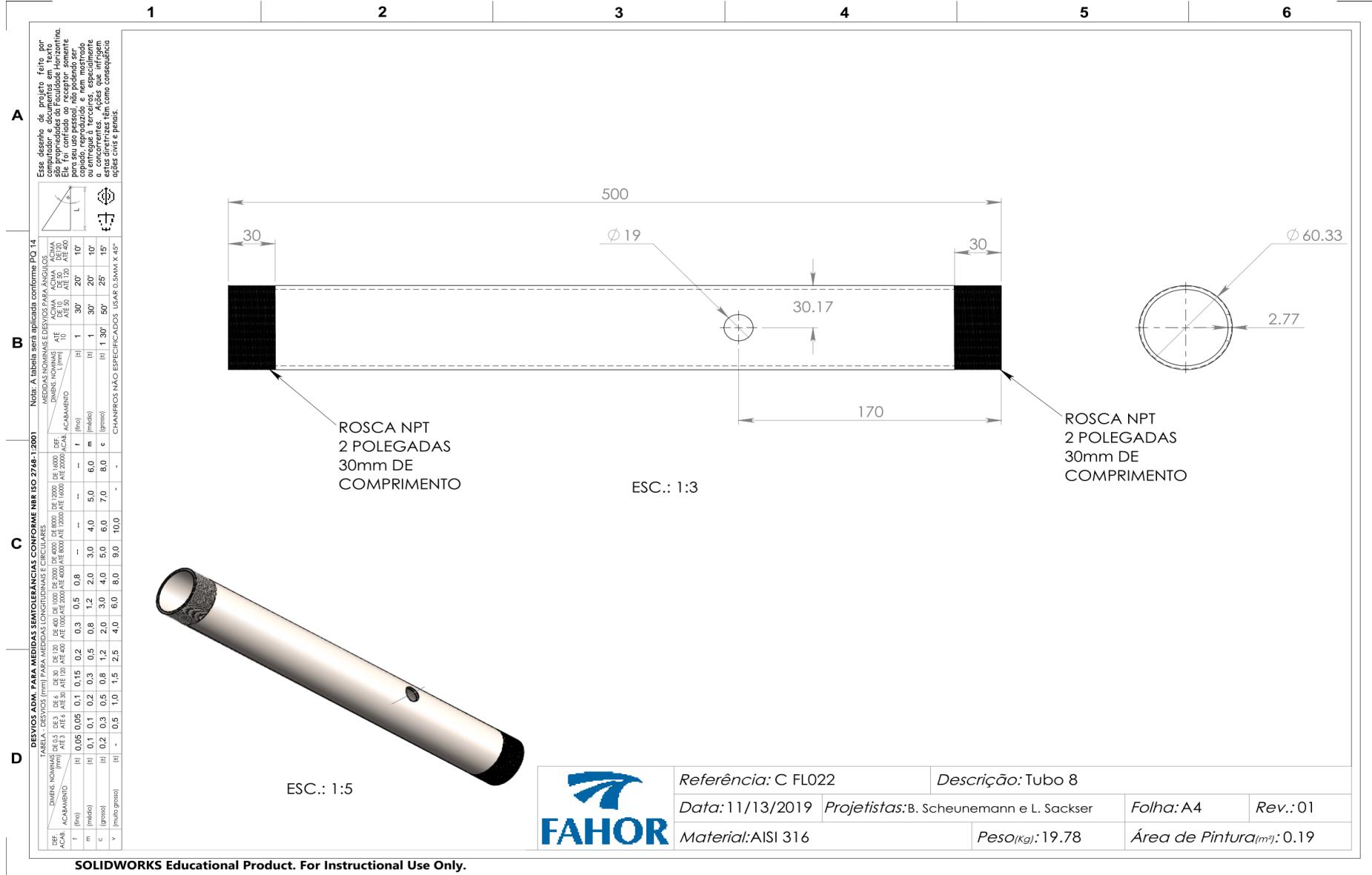
Folha: A4

Rev.:01

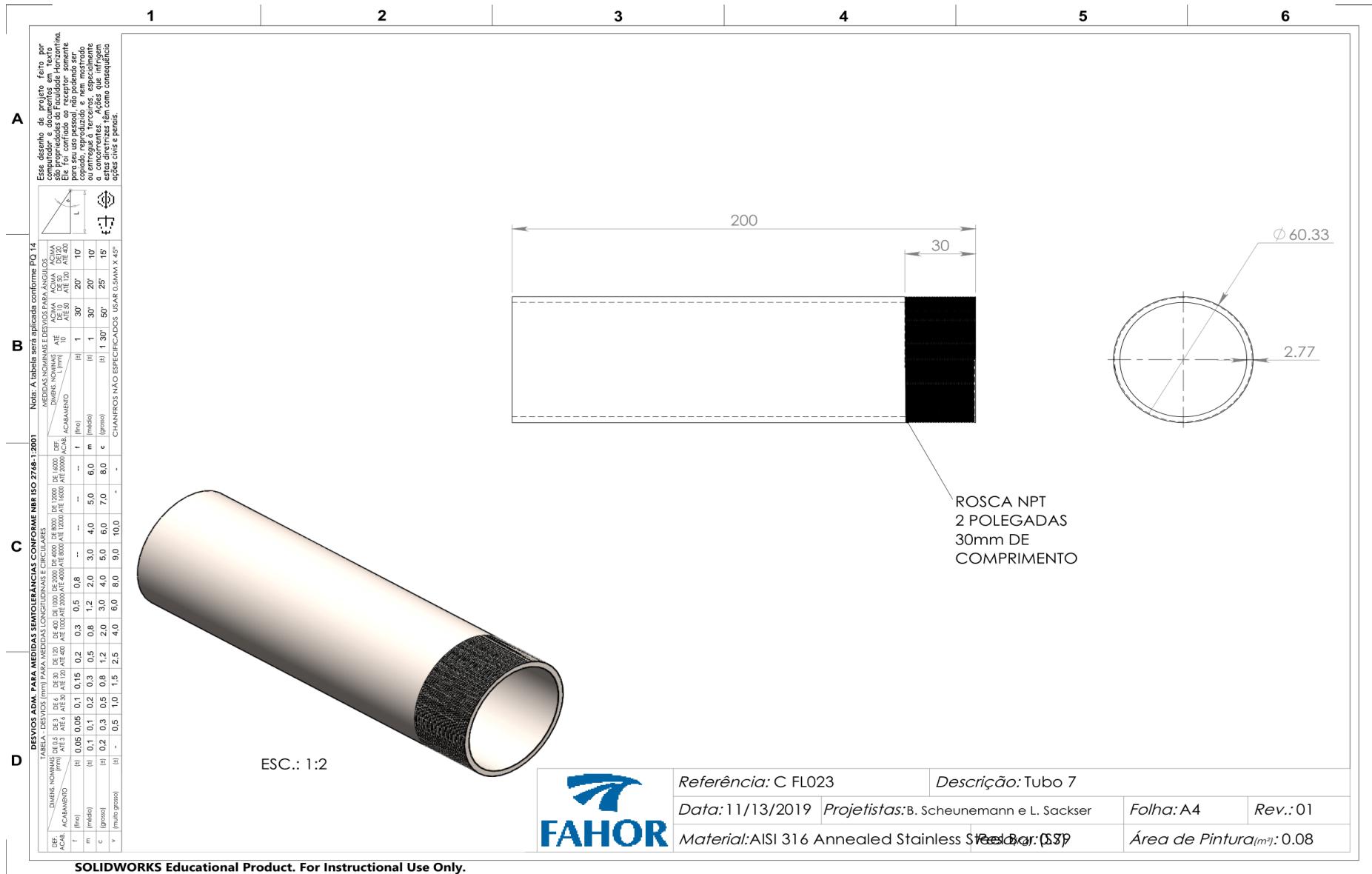
Material: AISI 316

Peso(Kg):7.82

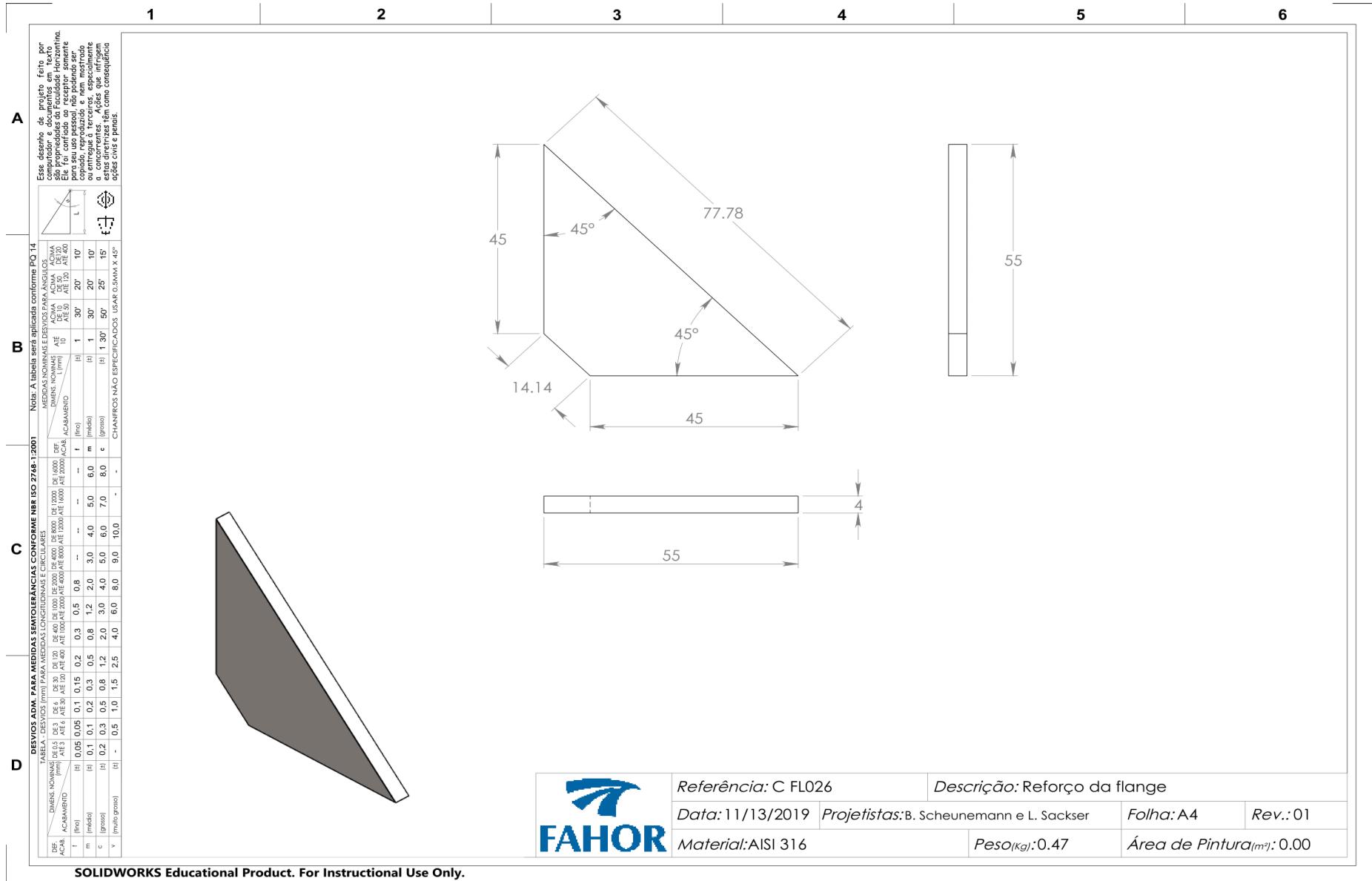
Área de Pintura(m^2): 0.08

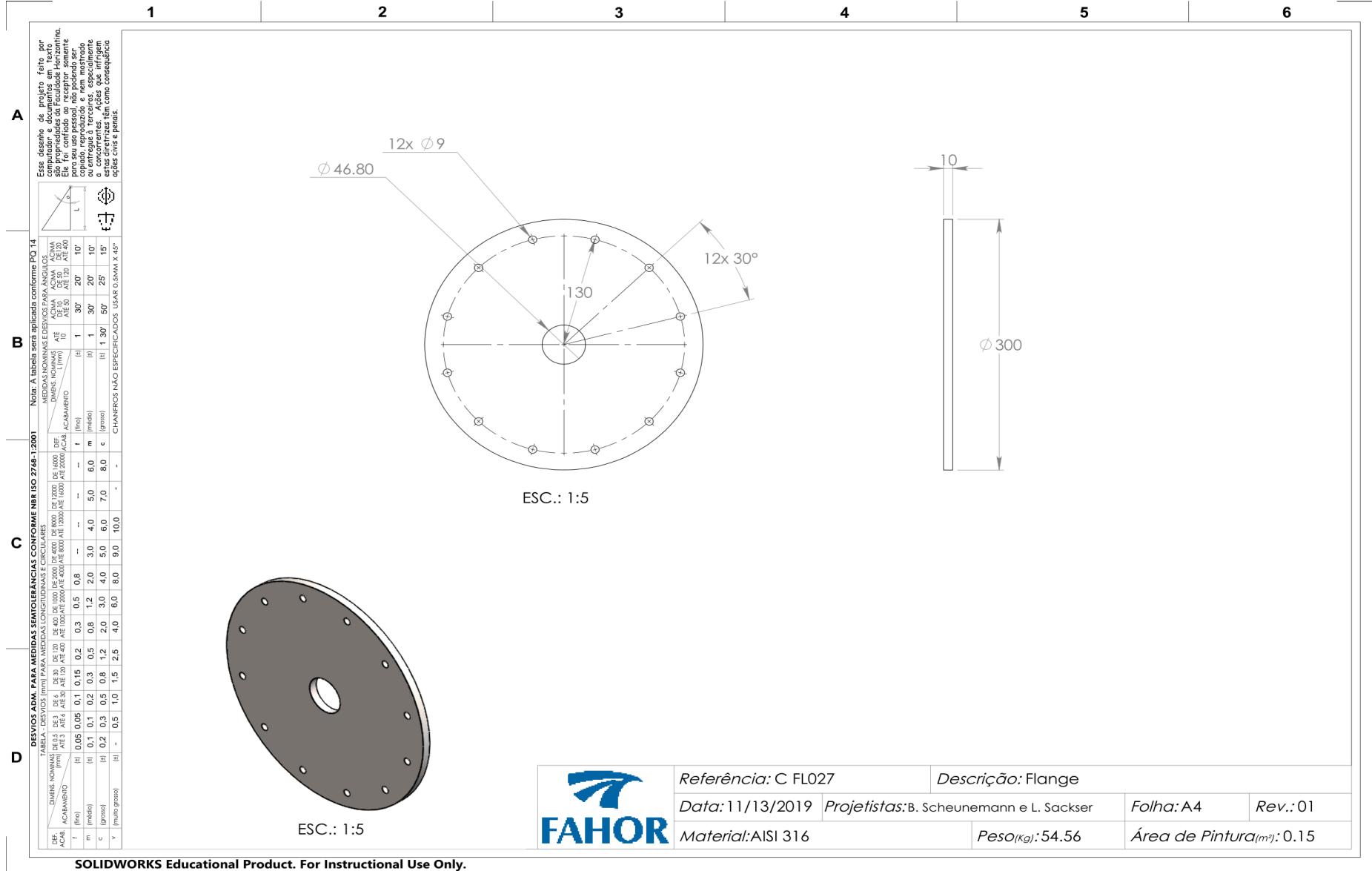


SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

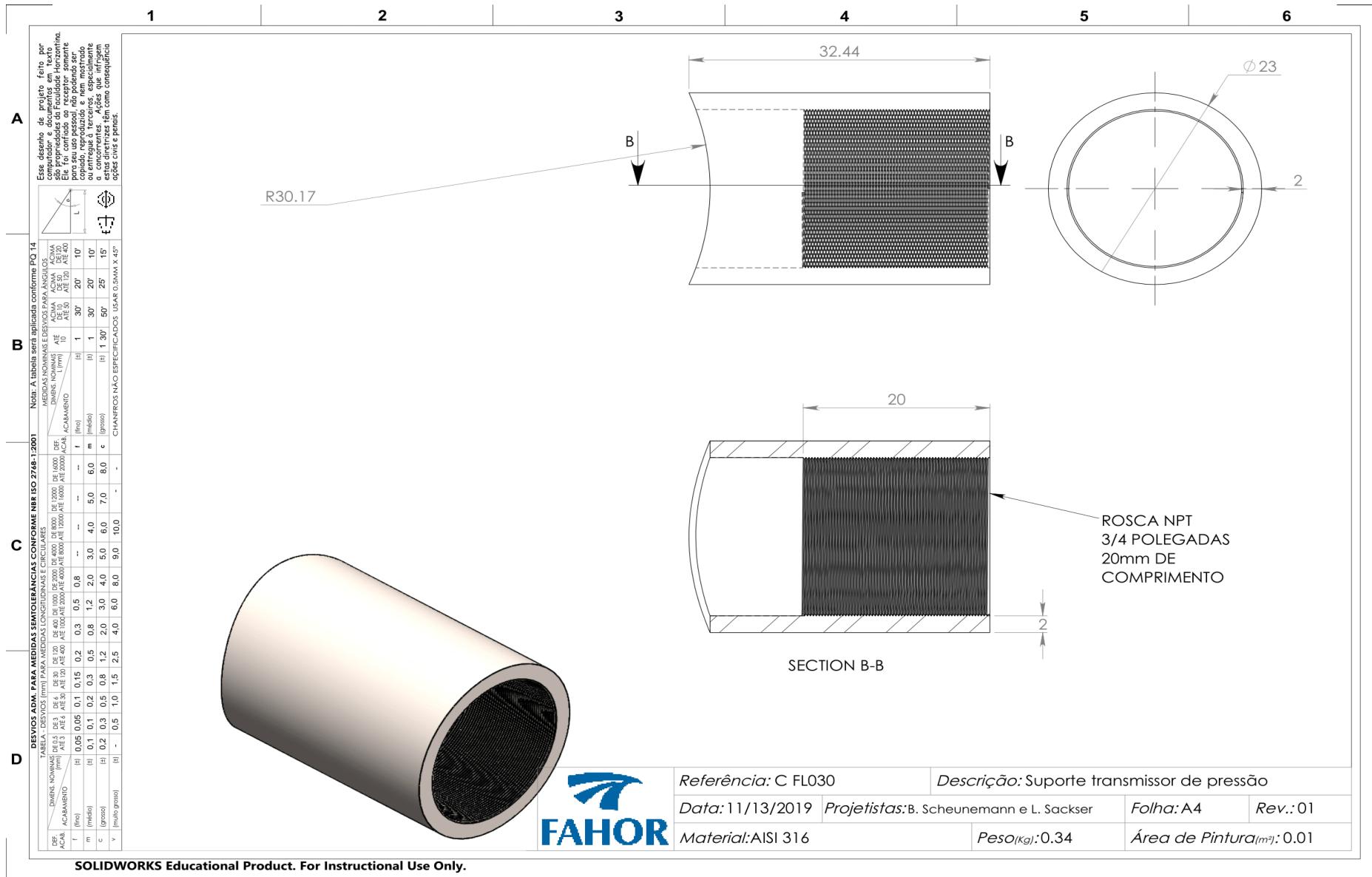


SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

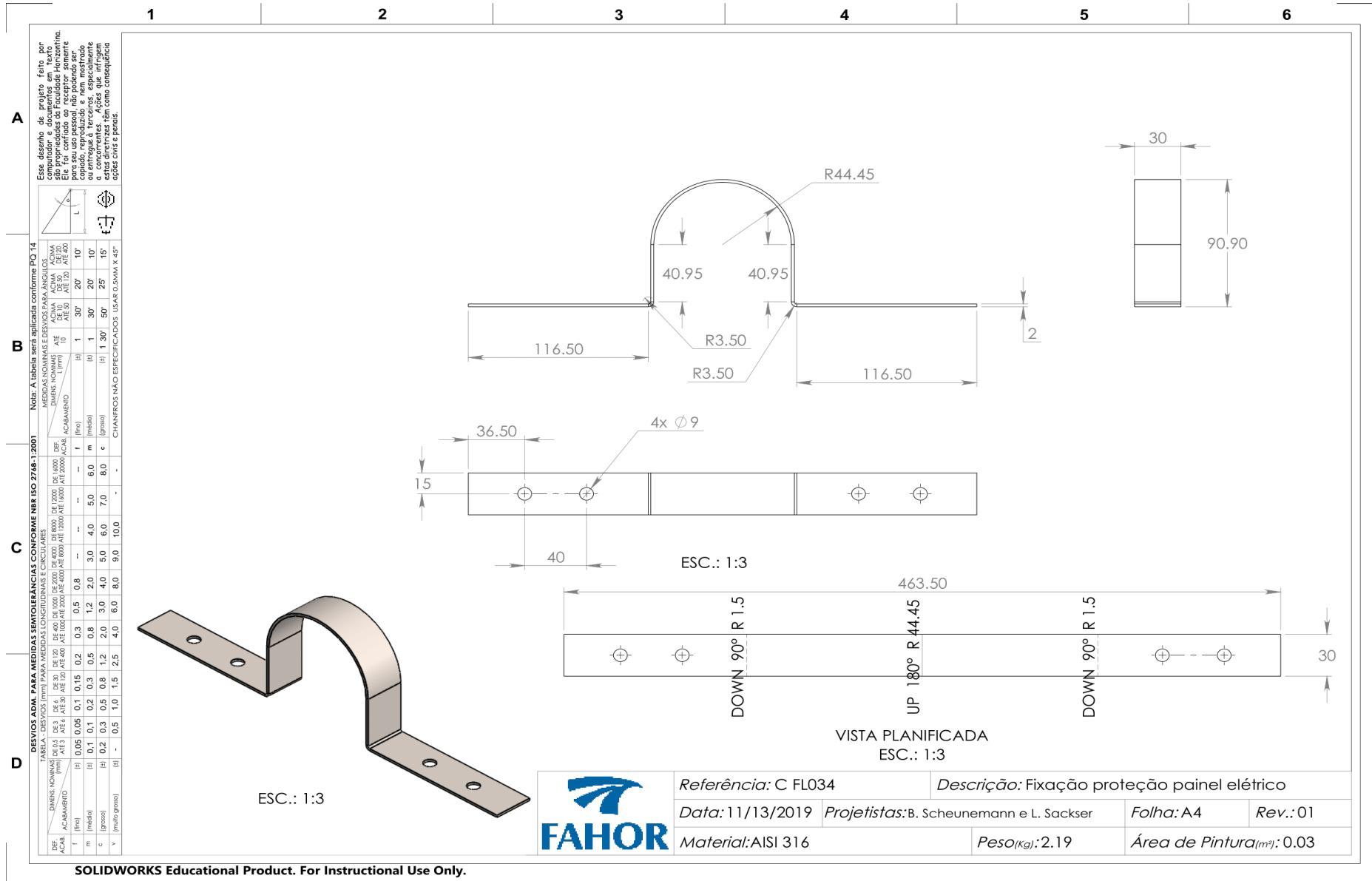


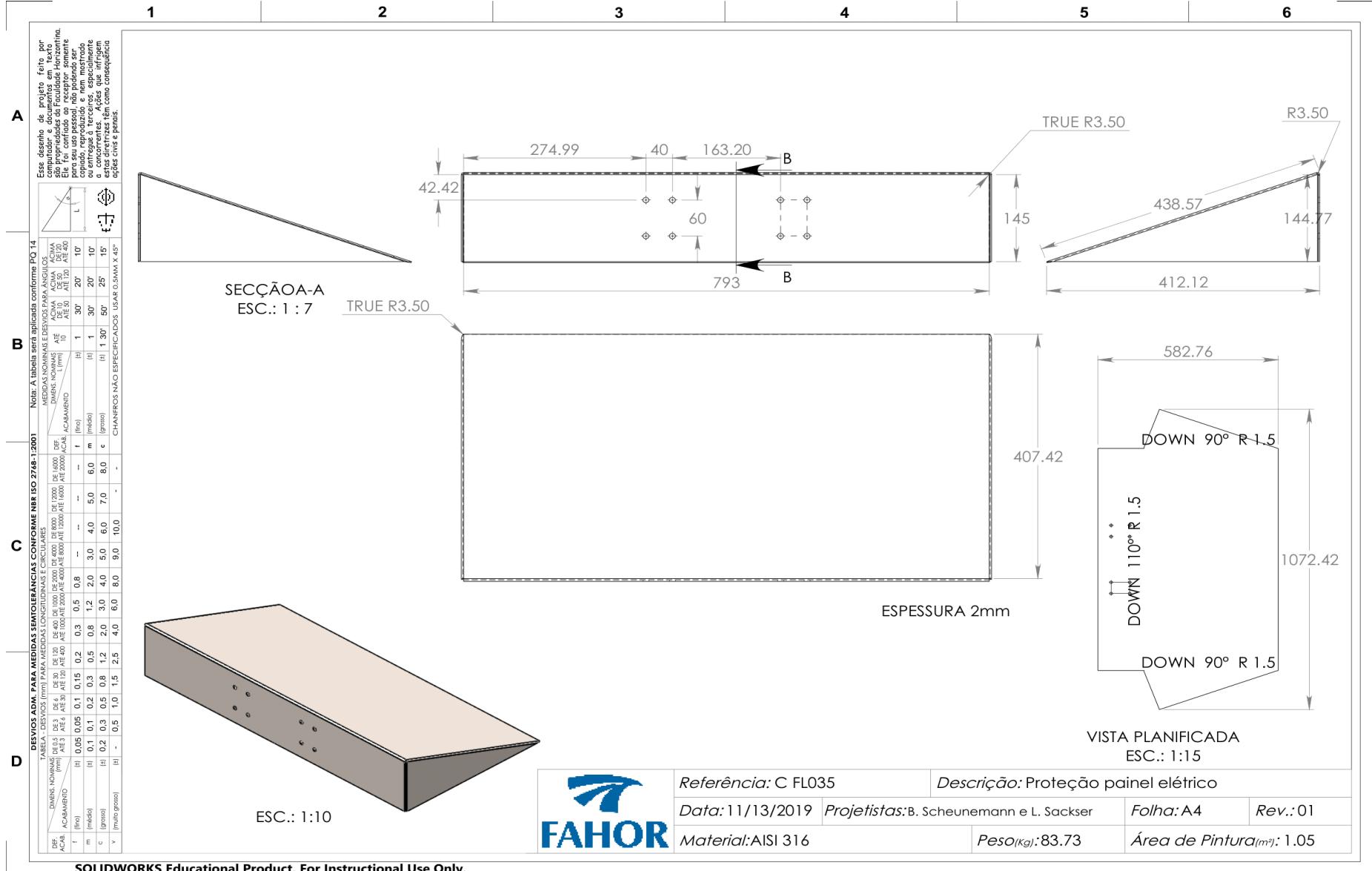


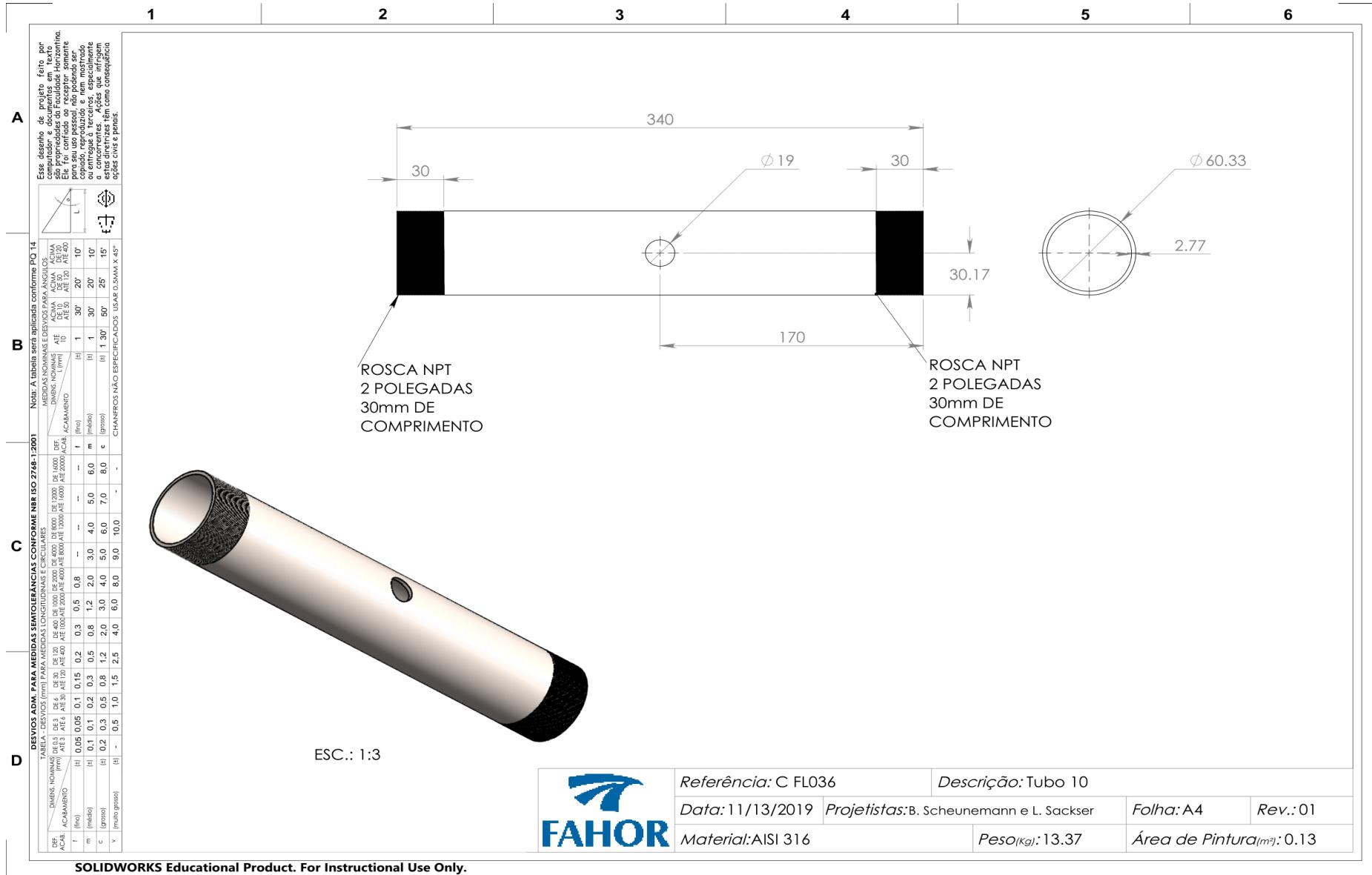
SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.







SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

A

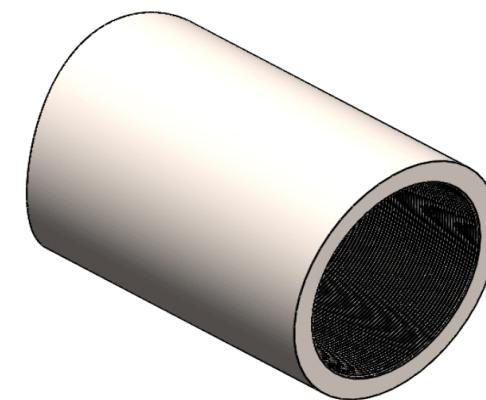
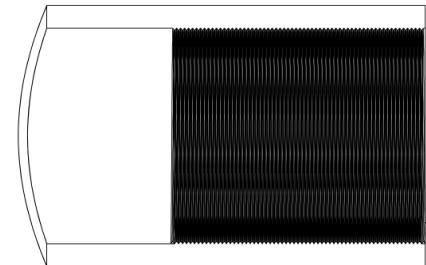
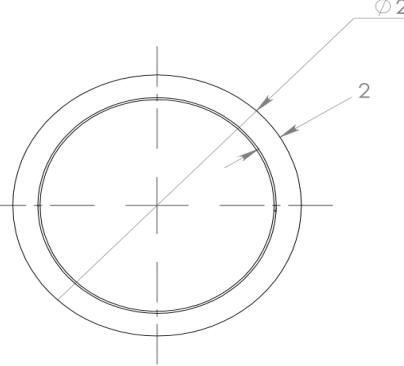
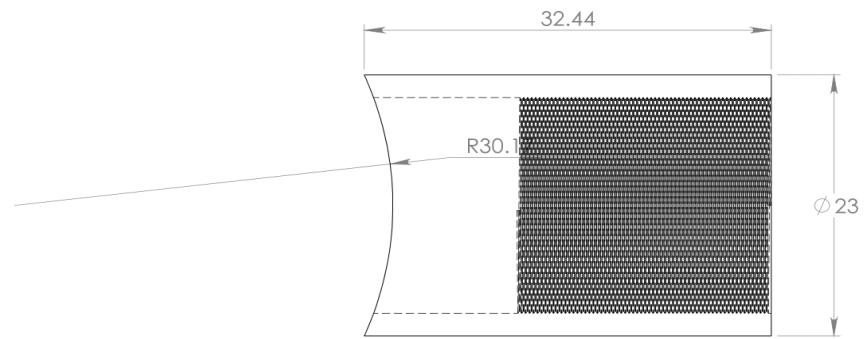
B

TABLA DE DESVÍOS ESTÁNDAR PARA MEDIDAS CONSTITUIDAS EN CLASES									
CLASE		DIAMETRO		CONSTITUIDAS		DIAMETRO		MEDIDA	
NÚMERO	CLASE	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
1	A1	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.1
2	A1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
3	A1	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3
4	A1	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
5	A1	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0
6	A1	2.0	4.0	2.0	4.0	2.0	4.0	2.0	4.0
7	A1	4.0	8.0	4.0	8.0	4.0	8.0	4.0	8.0
8	A1	8.0	16.0	8.0	16.0	8.0	16.0	8.0	16.0
9	A1	16.0	32.0	16.0	32.0	16.0	32.0	16.0	32.0
10	A1	32.0	64.0	32.0	64.0	32.0	64.0	32.0	64.0
11	A1	64.0	128.0	64.0	128.0	64.0	128.0	64.0	128.0
12	A1	128.0	256.0	128.0	256.0	128.0	256.0	128.0	256.0
13	A1	256.0	512.0	256.0	512.0	256.0	512.0	256.0	512.0
14	A1	512.0	1024.0	512.0	1024.0	512.0	1024.0	512.0	1024.0
15	A1	1024.0	2048.0	1024.0	2048.0	1024.0	2048.0	1024.0	2048.0
16	A1	2048.0	4096.0	2048.0	4096.0	2048.0	4096.0	2048.0	4096.0
17	A1	4096.0	8192.0	4096.0	8192.0	4096.0	8192.0	4096.0	8192.0
18	A1	8192.0	16384.0	8192.0	16384.0	8192.0	16384.0	8192.0	16384.0
19	A1	16384.0	32768.0	16384.0	32768.0	16384.0	32768.0	16384.0	32768.0
20	A1	32768.0	65536.0	32768.0	65536.0	32768.0	65536.0	32768.0	65536.0
21	A1	65536.0	131072.0	65536.0	131072.0	65536.0	131072.0	65536.0	131072.0
22	A1	131072.0	262144.0	131072.0	262144.0	131072.0	262144.0	131072.0	262144.0
23	A1	262144.0	524288.0	262144.0	524288.0	262144.0	524288.0	262144.0	524288.0
24	A1	524288.0	1048576.0	524288.0	1048576.0	524288.0	1048576.0	524288.0	1048576.0
25	A1	1048576.0	2097152.0	1048576.0	2097152.0	1048576.0	2097152.0	1048576.0	2097152.0
26	A1	2097152.0	4194304.0	2097152.0	4194304.0	2097152.0	4194304.0	2097152.0	4194304.0
27	A1	4194304.0	8388608.0	4194304.0	8388608.0	4194304.0	8388608.0	4194304.0	8388608.0
28	A1	8388608.0	16777216.0	8388608.0	16777216.0	8388608.0	16777216.0	8388608.0	16777216.0
29	A1	16777216.0	33554432.0	16777216.0	33554432.0	16777216.0	33554432.0	16777216.0	33554432.0
30	A1	33554432.0	67108864.0	33554432.0	67108864.0	33554432.0	67108864.0	33554432.0	67108864.0
31	A1	67108864.0	134217728.0	67108864.0	134217728.0	67108864.0	134217728.0	67108864.0	134217728.0
32	A1	134217728.0	268435456.0	134217728.0	268435456.0	134217728.0	268435456.0	134217728.0	268435456.0
33	A1	268435456.0	536870912.0	268435456.0	536870912.0	268435456.0	536870912.0	268435456.0	536870912.0
34	A1	536870912.0	1073741824.0	536870912.0	1073741824.0	536870912.0	1073741824.0	536870912.0	1073741824.0
35	A1	1073741824.0	2147483648.0	1073741824.0	2147483648.0	1073741824.0	2147483648.0	1073741824.0	2147483648.0
36	A1	2147483648.0	4294967296.0	2147483648.0	4294967296.0	2147483648.0	4294967296.0	2147483648.0	4294967296.0
37	A1	4294967296.0	8589934592.0	4294967296.0	8589934592.0	4294967296.0	8589934592.0	4294967296.0	8589934592.0
38	A1	8589934592.0	17179869184.0	8589934592.0	17179869184.0	8589934592.0	17179869184.0	8589934592.0	17179869184.0
39	A1	17179869184.0	34359738368.0	17179869184.0	34359738368.0	17179869184.0	34359738368.0	17179869184.0	34359738368.0
40	A1	34359738368.0	68719476736.0	34359738368.0	68719476736.0	34359738368.0	68719476736.0	34359738368.0	68719476736.0
41	A1	68719476736.0	137438953472.0	68719476736.0	137438953472.0	68719476736.0	137438953472.0	68719476736.0	137438953472.0
42	A1	137438953472.0	274877906944.0	137438953472.0	274877906944.0	137438953472.0	274877906944.0	137438953472.0	274877906944.0
43	A1	274877906944.0	549755813888.0	274877906944.0	549755813888.0	274877906944.0	549755813888.0	274877906944.0	549755813888.0
44	A1	549755813888.0	1099511627776.0	549755813888.0	1099511627776.0	549755813888.0	1099511627776.0	549755813888.0	1099511627776.0
45	A1	1099511627776.0	2199023255552.0	1099511627776.0	2199023255552.0	1099511627776.0	2199023255552.0	1099511627776.0	2199023255552.0
46	A1	2199023255552.0	4398046511104.0	2199023255552.0	4398046511104.0	2199023255552.0	4398046511104.0	2199023255552.0	4398046511104.0
47	A1	4398046511104.0	8796093022208.0	4398046511104.0	8796093022208.0	4398046511104.0	8796093022208.0	4398046511104.0	8796093022208.0
48	A1	8796093022208.0	17592186044416.0	8796093022208.0	17592186044416.0	8796093022208.0	17592186044416.0	8796093022208.0	17592186044416.0
49	A1	17592186044416.0	35184372088832.0	17592186044416.0	35184372088832.0	17592186044416.0	35184372088832.0	17592186044416.0	35184372088832.0
50	A1	35184372088832.0	70368744177664.0	35184372088832.0	70368744177664.0	35184372088832.0	70368744177664.0	35184372088832.0	70368744177664.0
51	A1	70368744177664.0	140737488355328.0	70368744177664.0	140737488355328.0	70368744177664.0	140737488355328.0	70368744177664.0	140737488355328.0
52	A1	140737488355328.0	281474976710656.0	140737488355328.0	281474976710656.0	140737488355328.0	281474976710656.0	140737488355328.0	281474976710656.0
53	A1	281474976710656.0	562949953421312.0	281474976710656.0	562949953421312.0	281474976710656.0	562949953421312.0	281474976710656.0	562949953421312.0
54	A1	562949953421312.0	1125899906842624.0	562949953421312.0	1125899906842624.0	562949953421312.0	1125899906842624.0	562949953421312.0	1125899906842624.0
55	A1	1125899906842624.0	2251799813685248.0	562949953421312.0	2251799813685248.0	562949953421312.0	2251799813685248.0	562949953421312.0	2251799813685248.0
56	A1	2251799813685248.0	4503599627370496.0	562949953421312.0	4503599627370496.0	562949953421312.0	4503599627370496.0	562949953421312.0	4503599627370496.0
57	A1	4503599627370496.0	9007199254740992.0	562949953421312.0	9007199254740992.0	562949953421312.0	9007199254740992.0	562949953421312.0	9007199254740992.0
58	A1	9007199254740992.0	18014398509481920.0	562949953421312.0	18014398509481920.0	562949953421312.0	18014398509481920.0	562949953421312.0	18014398509481920.0
59	A1	18014398509481920.0	36028797018963840.0	562949953421312.0	36028797018963840.0	562949953421312.0	36028797018963840.0	562949953421312.0	36028797018963840.0
60	A1	36028797018963840.0	72057594037927680.0	562949953421312.0	72057594037927680.0	562949953421312.0	72057594037927680.0	562949953421312.0	72057594037927680.0
61	A1	72057594037927680.0	144115188075855360.0	562949953421312.0	144115188075855360.0	562949953421312.0	144115188075855360.0	562949953421312.0	144115188075855360.0
62	A1	144115188075855360.0	288230376151710720.0	562949953421312.0	288230376151710720.0	562949953421312.0	288230376151710720.0	562949953421312.0	288230376151710720.0
63	A1	288230376151710720.0	576460752303421440.0	562949953421312.0	576460752303421440.0	562949953421312.0	576460752303421440.0	562949953421312.0	576460752303421440.0
64	A1	576460752303421440.0	115292150460684280.0	562949953421312.0	115292150460684280.0	562949953421312.0	115292150460684280.0	562949953421312.0	115292150460684280.0
65	A1	115292150460684280.0	230584300921368560.0	562949953421312.0	230584300921368560.0	562949953421312.0	230584300921368560.0	562949953421312.0	230584300921368560.0
66	A1	230584300921368560.0	461168601842737120.0	562949953421312.0	461168601842737120.0	562949953421312.0	461168601842737120.0	562949953421312.0	461168601842737120.0
67	A1	461168601842737120.0	922337203685474240.0	562949953421312.0	922337203685474240.0	562949953421312.0	922337203685474240.0	562949953421312.0	922337203685474240.0
68	A1	922337203685474240.0	184467440737094840.0	562949953421312.0	184467440737094840.0	562949953421312.0	184467440737094840.0	562949953421312.0	184467440737094840.0
69	A1	184467440737094840.0	368934881474189680.0	562949953421312.0	368934881474189680.0	562949953421312.0	368934881474189680.0	562949953421312.0	368934881474189680.0
70	A1	368934881474189680.0	737869762948379360.0	562949953421312.0	737869762948379360.0	562949953421312.0	737869762948379360.0	562949953421312.0	737869762948379360.0
71	A1	737869762948379360.0	1475739525896758720.0	562949953421312.0	1475739525896758720.0	562949953421312.0	1475739525896758720.0	562949953421312.0	1475739525896758720.0
72	A1	1475739525896758720.0	2951479051793517440.0	562949953421312.0	2951479051793517440.0	562949953421312.0	2951479051793517440.0	562949953421312.0	2951479051793517440.0
73	A1	2951479051793517440.0	5902958103587034880.0	562949953421312.0	5902958103587034880.0	562949953421312.0	5902958103587034880.0	562949953421312.0	5902958103587034880.0
74	A1	5902958103587034880.0	1180591620717406960.0	562949953421312.0	1180591620717406960.0	562949953421312.0	1180591620717406960.0	562949953421312.0	1180591620717406960.0
75	A1	1180591620717406960.0	2361183241434813920.0	562949953421312.0	2361183241434813920.0	562949953421312.0	2361183241434813920.0	562949953421312.0	2361183241434813920.0
76	A1	2361183241434813920.0	4722366482869627840.0	562949953421312.0	4722366482869627840.0	562949953421312.0	4		

C

D

DEF. C.A.C.B.	DIMENS. NOMINAIS		DE A.
	ACABAMENTO	(mm)	
f	[fino]	[±]	0
m	[médio]	[±]	0
c	[grosso]	[±]	0
v	[muito grosso]	[±]	-



ESC.: 2:1



Referência: C FL041

Descrição: Suporte transmissor de temperatura

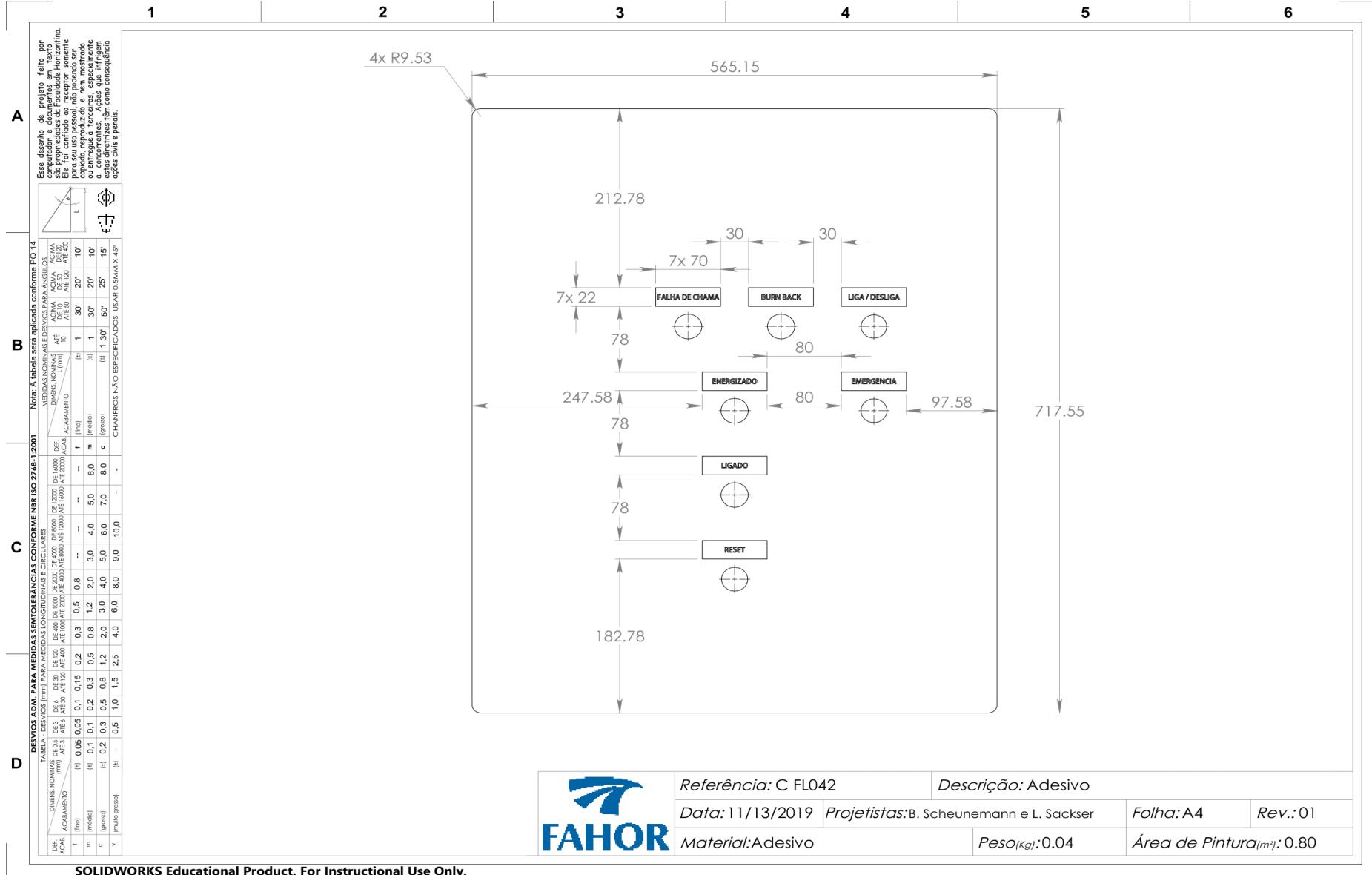
Data: 11/13/2019 | Projetistas: B. Scheunemann e L. Sackse

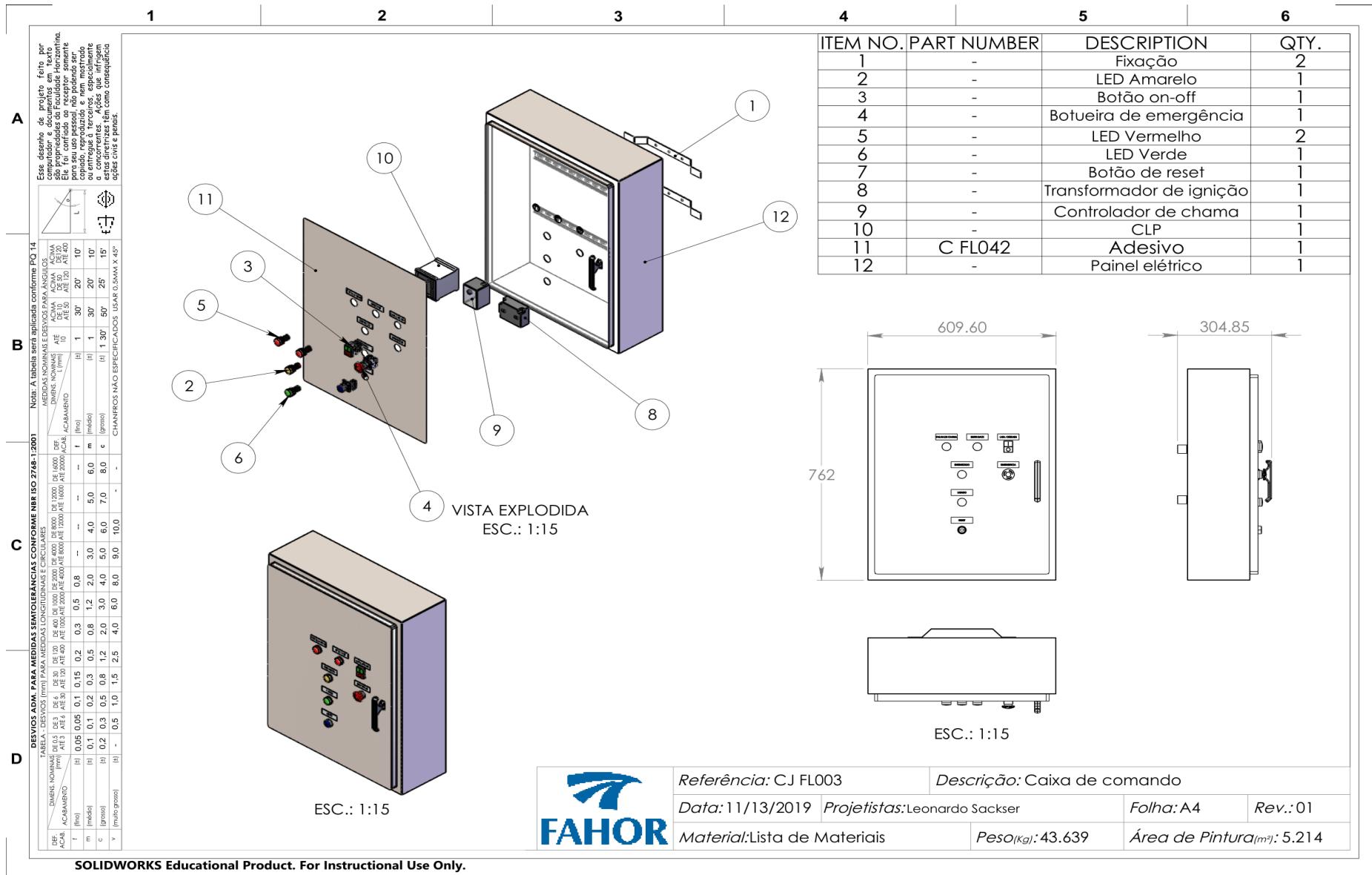
folha:A4 Rev.:01

Material: AISI 310

Peso(kg) · 0.3

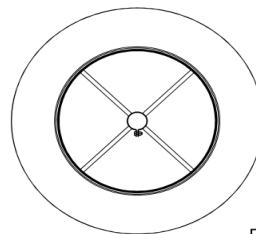
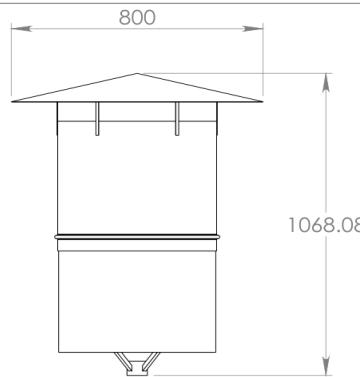
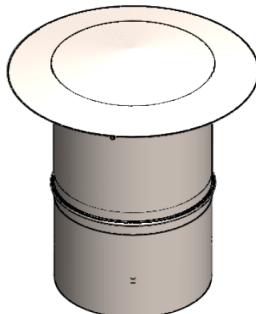
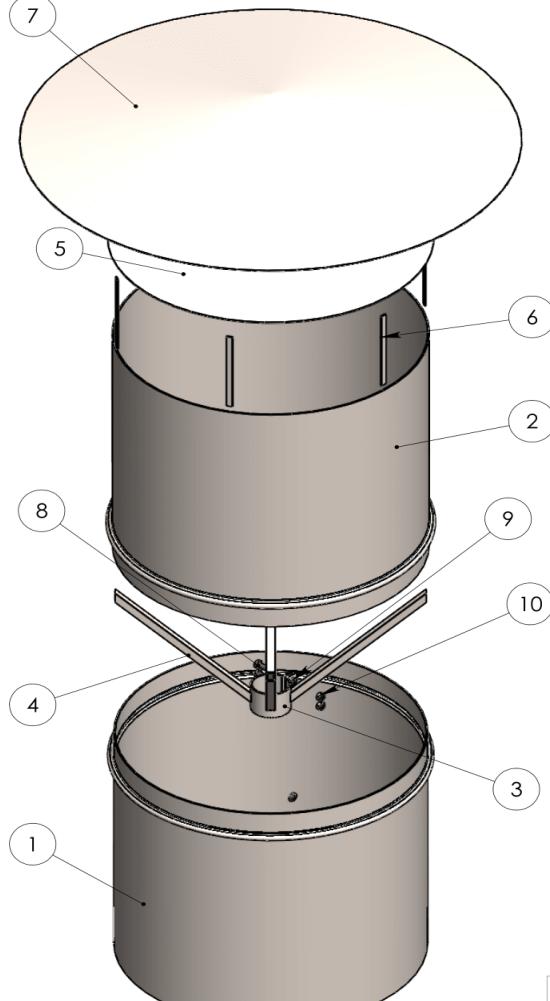
Área de Pintura (m^2) · 0,01





SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

3	4	5	6
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	C FL004	Proteção inferior	1
2	C FL005	Proteção intermediária	1
3	C FL007	Fixação proteção	1
4	C FL008	Suporte proteção inferior	4
5	C FL010	Suporte proteção superior	1
6	C FL011	Suporte proteção intermediária	6
7	C FL006	Proteção superior	1
8	-	Parafuso M8x20 Inox	2
9	-	Arruela M8 Inox	2
10	-	Porca M8 Inox	2



ESC.: 1:20

ESC.: 1:20



Referência: CJ FL029

Descrição: Protecção da chama

Data: 11/13/2019 | Projetistas: B. Scheunemann e L. Sackse

olha:A4 Rev.:01

Material/Lista de Materiais

Peso(kg) · 365 79

area de Pintura (m^2): 4.60

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	C FL016	Tubo queimador	1
2	C FL041	Suporte transmissor de temperatura	1
3	C FL002	Restritor de chama	1

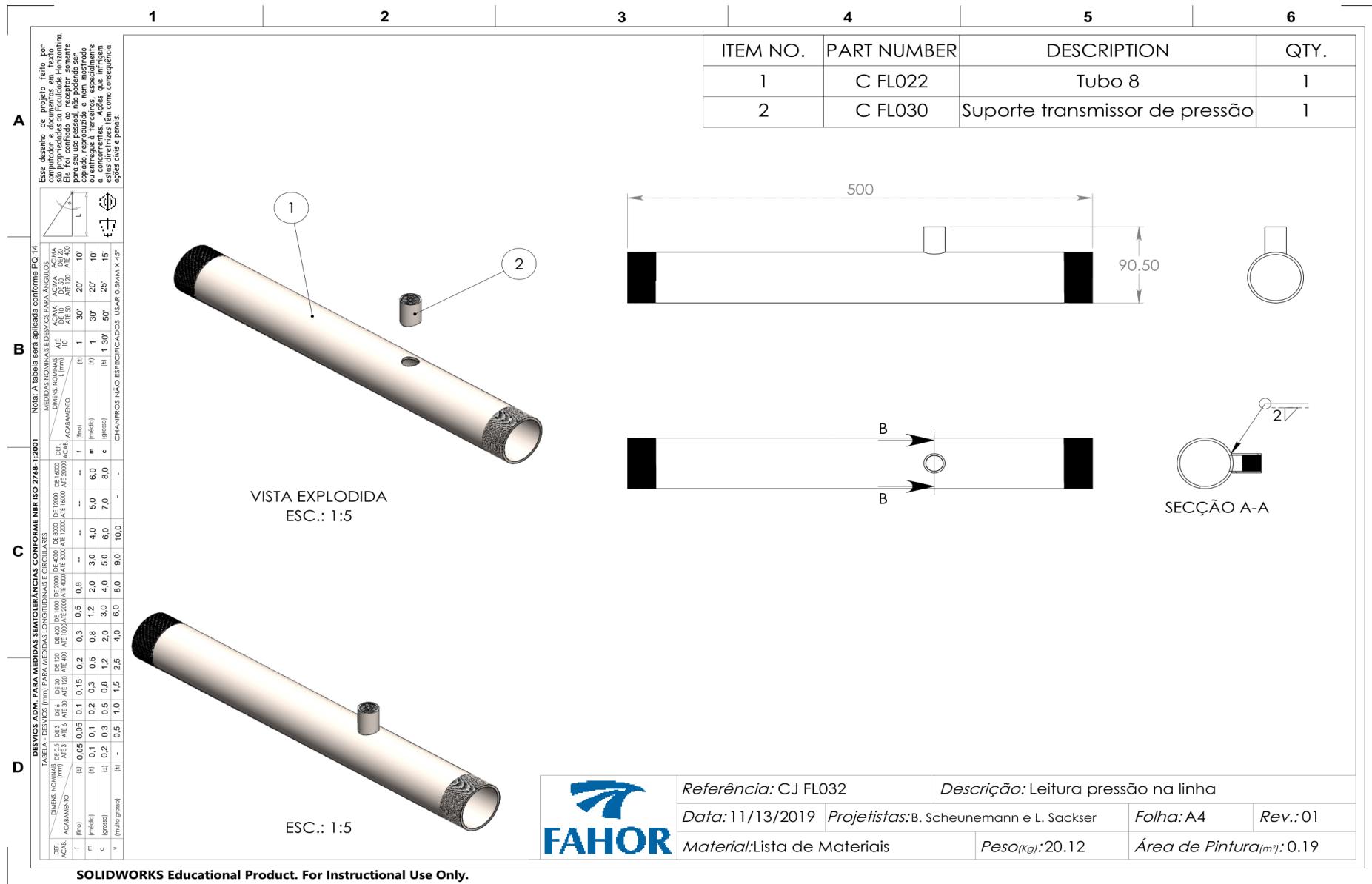
A

B

C

D

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

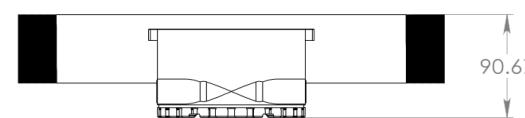
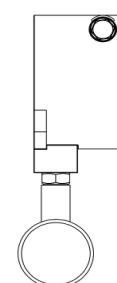
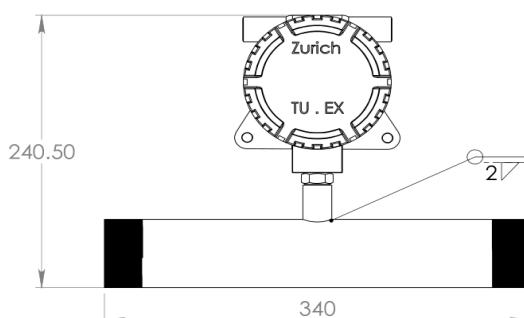
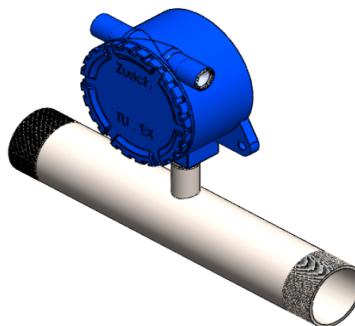
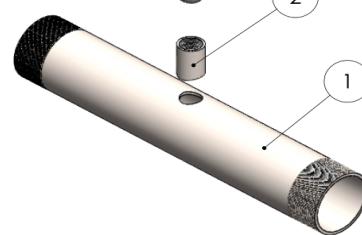
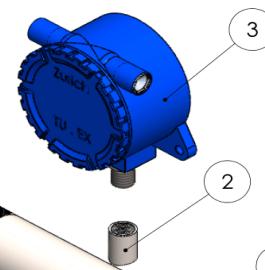


A

Nota: A tabela será aplicada conforme PQ 14
TABELA DE MEDIDAS SEM TOLERÂNCIAS CONFORME NBR ISO 2748-1:2001

DEF.	ACASO	ACABAMENTO	DE 30	DE 6	DE 3	DE 6	DE 120	DE 400	DE 1000	DE 2000	DE 4000	DE 8000	DE 16000	DE 32000	DE 64000	DE 128000	DE 256000	DE 512000	DE 1024000	DE 2048000	DE 4096000	DE 8192000	DE 16384000	DE 32768000	DE 65536000	DE 131072000	DE 262144000	DE 524288000	DE 1048576000	DE 2097152000	DE 4194304000	DE 8388608000	DE 16777216000	DE 33554432000	DE 67108864000	DE 134217728000	DE 268435456000	DE 536870912000	DE 1073741824000	DE 2147483648000	DE 4294967296000	DE 8589934592000	DE 17179869184000	DE 34359738368000	DE 68719476736000	DE 137438953472000	DE 274877906944000	DE 549755813888000	DE 1099511627776000	DE 2199023255552000	DE 4398046511104000	DE 8796093022208000	DE 17592186044416000	DE 35184372088832000	DE 70368744177664000	DE 140737488355328000	DE 281474976710656000	DE 562949953421312000	DE 1125899906842640000	DE 2251799813685280000	DE 4503599627370560000	DE 9007199254741120000	DE 18014398509482400000	DE 36028797018964800000	DE 72057594037929600000	DE 144115188075859200000	DE 288230376151718400000	DE 576460752303436800000	DE 115292150460687200000	DE 230584300921374400000	DE 461168601842748800000	DE 922337203685497600000	DE 184467440737099200000	DE 368934881474198400000	DE 737869762948396800000	DE 147573952589679200000	DE 295147905179358400000	DE 590295810358716800000	DE 118059162071743200000	DE 236118324143486400000	DE 472236648286972800000	DE 944473296573945600000	DE 188894659314789200000	DE 377789318629578400000	DE 755578637259156800000	DE 151115727458833600000	DE 302231454917667200000	DE 604462909835334400000	DE 1208925819670668800000	DE 241785163934133600000	DE 483570327868267200000	DE 967140655736534400000	DE 1934281311473068800000	DE 386856262294613600000	DE 773712524589227200000	DE 1547425049178454400000	DE 3094850098356908800000	DE 6189700196713817600000	DE 12379400393427635200000	DE 24758800786855270400000	DE 49517601573710540800000	DE 99035203147421081600000	DE 198070406294842163200000	DE 396140812589684326400000	DE 792281625179368652800000	DE 1584563250358737305600000	DE 3169126500717474611200000	DE 6338253001434949222400000	DE 1267650600268989844800000	DE 2535301200537979689600000	DE 5070602401075959379200000	DE 1014120480215191878400000	DE 2028240960430383756800000	DE 4056481920860767513600000	DE 8112963841721535027200000	DE 16225927683443070054400000	DE 32451855366886140108800000	DE 64903710733772280217600000	DE 129807421467544560435200000	DE 259614842935089120870400000	DE 519229685870178241740800000	DE 1038459371740356483481600000	DE 2076918743480712966963200000	DE 4153837486961425933926400000	DE 8307674973922851867852800000	DE 16615349947845703735705600000	DE 33230699895691407471411200000	DE 66461399791382814942822400000	DE 13292279958276562988564800000	DE 26584559916553125977129600000	DE 53169119833106251954259200000	DE 106338239666212503908518400000	DE 212676479332425007817036800000	DE 425352958664850015634073600000	DE 850705917329700031268147200000	DE 1701411834659400062536288000000	DE 3402823669318800125072576000000	DE 6805647338637600250145152000000	DE 1361129467727520050029032000000	DE 2722258935455040100058064000000	DE 5444517870910080200011528000000	DE 10889035741820160400023056000000	DE 21778071483640320800046112000000	DE 43556142967280641600092224000000	DE 87112285934561283200018448000000	DE 174224571869122566400036896000000	DE 348449143738245132800073792000000	DE 696898287476490265600147584000000	DE 1393796574952980531200295168000000	DE 2787593149855961062400590336000000	DE 5575186299711922124801180672000000	DE 11150372599423844249602901344000000	DE 22300745198847688499205802688000000	DE 44601490397695376998401105376000000	DE 89202980795390753996802205752000000	DE 17840596159078150799360441544000000	DE 35681192318156301598720883088000000	DE 71362384636312603197441766176000000	DE 14272476927262520639483533352000000	DE 28544953854525041278967066704000000	DE 57089907709050082557934133408000000	DE 114179815418100165155868266816000000	DE 228359630836200320311736533632000000	DE 456719261672400640623473067264000000	DE 913438523344801281246946134528000000	DE 1826877046689602562933892269056000000	DE 3653754093379205125867784538112000000	DE 7307508186758410251735569076224000000	DE 1461501637351682050347118815248000000	DE 2923003274703364100694237630496000000	DE 5846006549406728201388475260992000000	DE 1169201309881345640277750552192000000	DE 2338402619762691280555501104384000000	DE 4676805239525382561111002208768000000	DE 9353610479050765122222004417536000000	DE 18707220958101530244440088355072000000	DE 37414441916203060488880017700144000000	DE 74828883832406120977760035400288000000	DE 149657767664812241955200708800576000000	DE 299315535329624483910400141601152000000	DE 598631070659248967820800283202304000000	DE 1197262141318497935641600566404608000000	DE 2394524282636995871283200113289216000000	DE 4789048565273991742566400226578432000000	DE 9578097130547983485132800453156864000000	DE 19156194261095966970265600906313728000000	DE 38312388522191933940531200812627456000000	DE 76624777044383867881062401625254816000000	DE 15324955408876773576212403250508832000000	DE 30649910817753547152424806501017664000000	DE 61299821635507094304849613002035328000000	DE 12259964327101418860969626004067664000000	DE 24519928654202837721939252008135328000000	DE 49039857308405675443878504016270656000000	DE 98079714616811350887757008032541312000000	DE 196159429233626701775514016065082624000000	DE 392318858467253403551028032130165248000000	DE 784637716934506807102056064260330496000000	DE 156927543386901361420411212852066992000000	DE 313855086773802722840822425704133888000000	DE 627710173547605445681644851408267776000000	DE 125542034709521089136328970281655552000000	DE 251084069419042178272657940563311040000000	DE 502168138838084356545315881126622080000000	DE 1004336277676168713090631762253244160000000	DE 2008672555352337426181263524506488320000000	DE 4017345110704674852362527049012976640000000	DE 8034690221409349704725054098025953280000000	DE 1606938044281869940945010896051906560000000	DE 3213876088563739881890021792103813120000000	DE 6427752177127479763780043584207626240000000	DE 1285550435425495952756008716841525280000000	DE 2571100870850991905512017433683050560000000	DE 5142201741701983811024034867366101280000000	DE 1028440348340396762204806934473220240000000	DE 2056880696680793524409613868946440480000000	DE 4113761393361587048819227737892880960000000	DE 8227522786723174097638455475785761920000000	DE 16455045573446348195276910951575323840000000	DE 32910091146892696390553821903150647680000000	DE 65820182293785392781107643806301295360000000	DE 13164036458757078562221528761260258720000000	DE 26328072917514157124443057522520501600000000	DE 52656145835028314248886115045041003200000000	DE 10531229167005662849777223009008200640000000	DE 21062458334011325699554446018016401280000000	DE 42124916668022651399108892036032802560000000	DE 84249833336045302798217784072065605120000000	DE 16849966667209065596443568814413121040000000	DE 33699933334418131192887137628826242080000000	DE 67399866668836262385774275257652484160000000	DE 134799733337672524715544500515312968320000000	DE 269599466675345049431089001030625936640000000	DE 539198933350690098862178002061251873280000000	DE 1078397866701380197323560041225037446560000000	DE 2156795733402760394647120082450074893120000000	DE 4313591466805520789294240164800149578240000000	DE 8627182933601141578588480329600299156480000000	DE 1725436586720284315717680659200598312960000000	DE 3450873173440568631435360138400119665920000000	DE 6901746346881137262870720276800239331840000000	DE 13803492693762674525741440553600478663680000000	DE 27606985387525349051482881107200957327360000000	DE 5521397077505069810296576221440191464480000000	DE 11042794155010139621931532422880382928960000000	DE 22085588310020279243863064845760765857920000000	DE 4417117662004055848772612969152151715880000000	DE 8834235324008111697545225938304303437760000000	DE 1766847064801622339509045187660860687520000000	DE 3533694129603244679018090375321721370400000000	DE 7067388259206489358036180750643442740800000000	DE 1413477651841297871607236150128684541600000000	DE 2826955303682595743214472300257373083200000000	DE 5653910607365191486428944600514746166400000000	DE 1130782121473038293285788920102949232800000000	DE 2261564242946076586571577840205898465600000000	DE 4523128485892153173143155680411796931200000000	DE 9046256971784306346286311360823593862400000000	DE 1809251394356861269257262272164798772800000000	DE 3618502788713722538514524544329597545600000000	DE 7237005577427445077029049088659195091200000000	DE 1447401115485489015405809817731839018240000000	DE 2894802230970978030811619635463678036480000000	DE 5789604461941956061623239270927356072960000000	DE 1157920892388391212324647854185471245920000000	DE 2315841784776782424649295708370942491840000000	DE 4631683569553564849298591416741884983680000000	DE 9263367139107129698597182833483779967360000000	DE 18526734278214259397194365666967559934720000000	DE 37053468556428518794388731333935119695440000000	DE 7410693711285703758877746266787023938880000000	DE 14821387422571407517755492533574047877760000000	DE 2964277484514281503551098506714809575520000000	DE 5928554969028563007102197013429619150800000000	DE 1185710993805712601420439402685923821600000000	DE 2371421987611425202840878805371847643200000000	DE 4742843975222850405681757710743695264000000000	DE 9485687950445700811363515421487390528000000000	DE 1897137590089400162272703084294781056000000000	DE 3794275180178800324545406168589562112000000000	DE 7588550360357600649090812337179124224000000000	DE 1517710072071520129818162467438248448000000000	DE 3035420144143040259636324934876496896000000000	DE 6070840288286080519272649869752993760000000000	DE 1214168057656016103854529973950598752000000000	DE 2428336115312032207709059947901197504000000000	DE 4856672230624064415418119895802395008000000000	DE 9713344461248128830836239791604790016000000000	DE 19426688922496257661672795583209580032000000000	DE 38853377844992515323345591166419160064000000000	DE 77706755689985030646691182332838320128000000000	DE 15541351137997006129348236466576640256000000000	DE 31082702275994012258696472933153280512000000000	DE 62165404551988024517392945866
------	-------	------------	-------	------	------	------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	--	--	--	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	---	---	---	---	---	---	---	--	--	---	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	----------------------------------

4	5	6	
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	C FL036	Tubo 10	1
2	C FL030	Suporte transmissor de pressão	1
3	-	Transmissor de pressão	1



Este documento de projeto teve por computador e documentos em texto somente propriedades da Faculdade Horizontina. Ele foi confidado ao receptor somente para seu uso pessoal, não podendo ser copiado, reproduzido e nem mostrado a terceiros, especialmente a concorrentes. Aqueles que infringirem estas diretrizes têm como consequência aplicações civis e penais.

MEDIDAS NOMINAIS E DESVIOS PARA ÂNGULOS.
ACIMA DE 10° ATÉ 50° ACIMA DE 20° ATÉ 120°
ACIMA DE 50° ATÉ 120° ACIMA DE 20° ATÉ 45°
L (mm) H (mm) L (mm) H (mm)

[t]	1	30°	20°	10°
[h]	1	30'	20'	10'
[l]	1	30"	20"	10"
	[t]	1	30°	20°
	[h]	1	30'	20'
	[l]	1	30"	20"

ROS NÃO ESPECIFICADOS USAR Ø 5MM X 45°

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



Referência: CJ FL037

Descrição: Leitura pressão no biodigestor

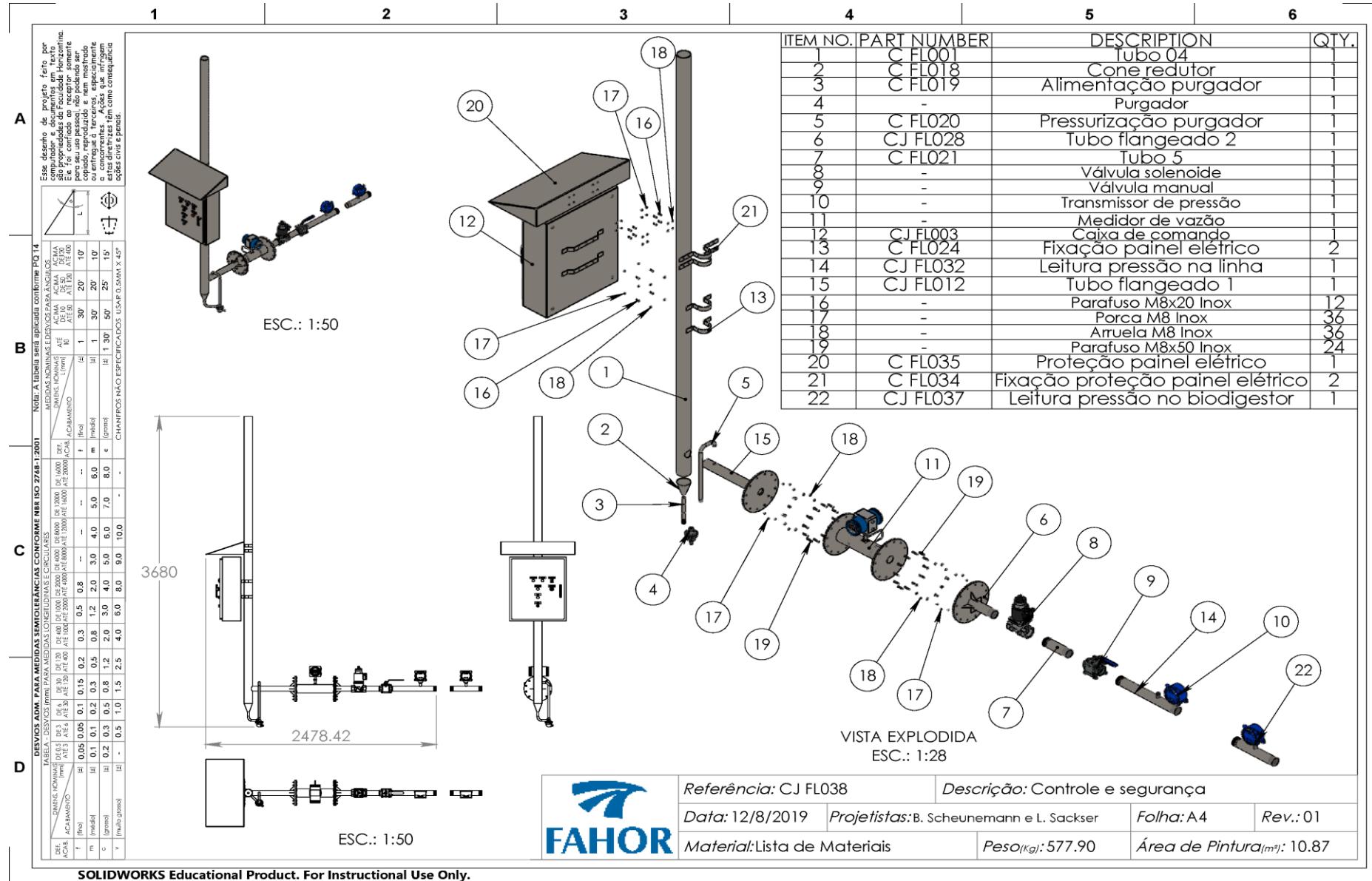
Data: 11/13/2019 | Projetistas: B. Scheunemann e L. Sackser

A4

Rev.:01

Materiais: Lista de Materiais

Peso (kg): 14.67 Área de Pintura (m^2): 0.22



A

Nota: A tabela será aplicada conforme PQ 14
MEDIDAS NOMINAS DE DISPOSITOS PARA ANGULOS
TABELA DE DESVIOES (mm) PARA MEDIDAS CONSTITUINDO CIRCULARES

DEF.	DE 30	DE 6	DE 3	DE 15	DE 30	DE 60	DE 120	DE 180	DE 240	DE 300	DE 450	DE 600	DE 1000	DE 1500	DE 2000	DE 2500	DE 3000	DE 4000	DE 5000	DE 6000	DE 8000	DE 10000	DE 12000	DE 15000	DE 20000	DE 25000	DE 30000	DE 40000	DE 50000	DE 60000	DE 80000	DE 100000	DE 120000	DE 150000	DE 200000	DE 250000	DE 300000	DE 400000	DE 500000	DEF.
DENS. NORMAS (mm)	DEF. 30	DEF. 6	DEF. 3	DEF. 15	DEF. 30	DEF. 60	DEF. 120	DEF. 180	DEF. 240	DEF. 300	DEF. 450	DEF. 600	DEF. 1000	DEF. 1500	DEF. 2000	DEF. 2500	DEF. 3000	DEF. 4000	DEF. 5000	DEF. 6000	DEF. 8000	DEF. 10000	DEF. 12000	DEF. 15000	DEF. 20000	DEF. 25000	DEF. 30000	DEF. 40000	DEF. 50000	DEF. 60000	DEF. 80000	DEF. 100000	DEF. 120000	DEF. 150000	DEF. 200000	DEF. 250000	DEF. 300000	DEF.		
t (fino)	0.05	0.05	0.1	0.15	0.2	0.3	0.5	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
m (médio)	[t]	[t]	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	10	15	20	30	40	50	60	70	80	c (gross)	[t]	[t]	[t]													
v (muito grosso)	[t]	[t]	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10	15	20	30	40	50	60	70	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					

CHAMFROS NÃO ESPECIFICADOS USAR 0.5MM X 45°

B

Nota: A tabela será aplicada conforme PQ 14
Esse desenho é de projeto feito por
cada projeto e deve ser feito em escala
horizontal e vertical.
Ele foi confiado ao receptor somente
para seu uso pessoal, não podendo ser
reproduzido ou divulgado.
O projeto é de propriedade da FAHOR.
Proibida a utilização de partes
ou componentes de terceiros
a construir com base nesse projeto.
Ações que infringem
estas regras têm como consequência
multas civis e penais.

C

D

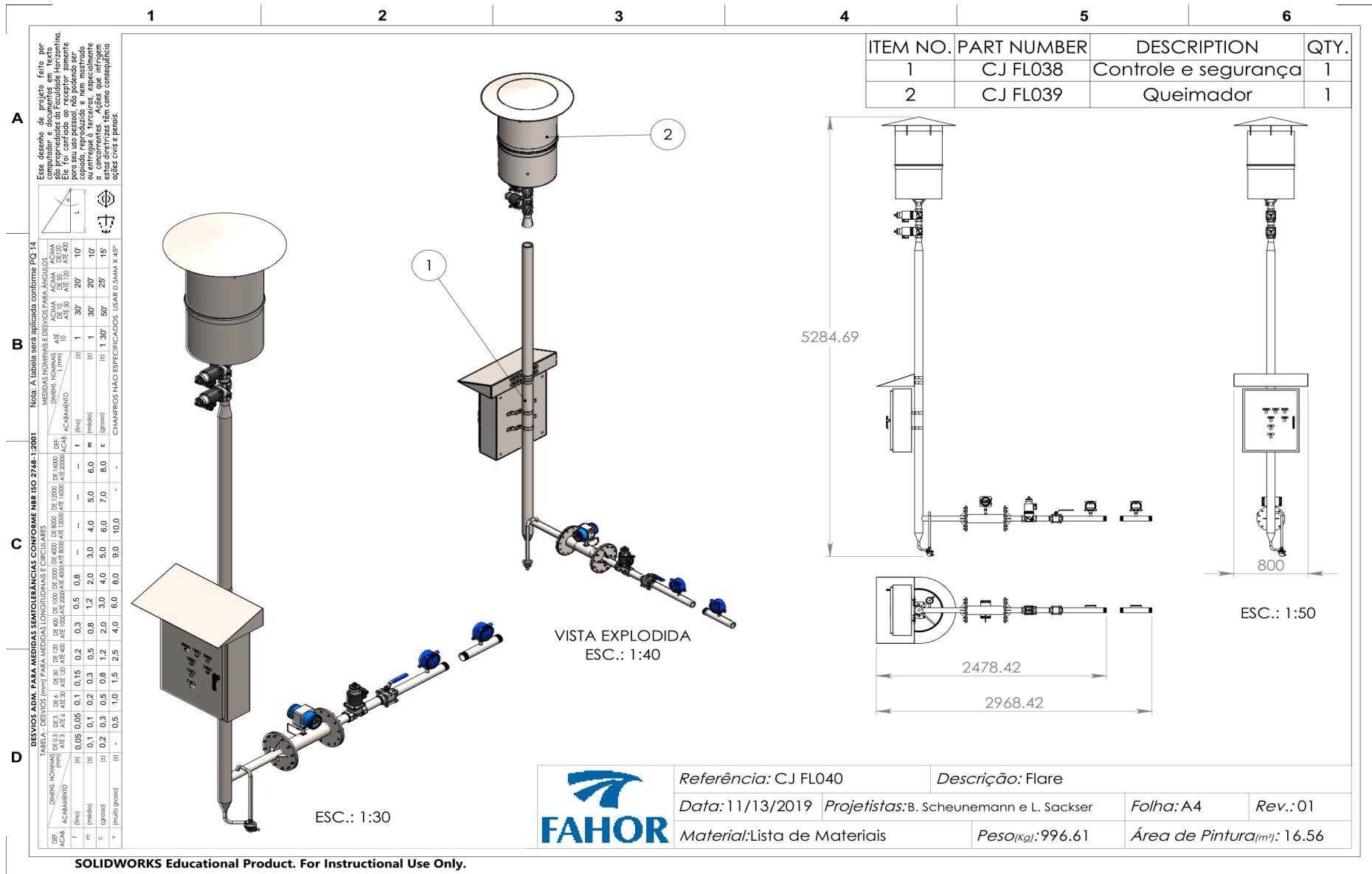
VISTA EXPLODIDA
ESC.: 1:17

ESC.: 1:15

ESC.: 1:25

Referência: CJ FL039
Descrição: Queimador
Data: 11/13/2019 | Projetistas: B. Scheunemann e L. Sackser | Folha: A4 | Rev.: 01
Material: Lista de Materiais | Peso (kg): 418.71 | Área de Pintura (m²): 5.69

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

APÊNDICE B - ESTRUTURA DO PRODUTO OU BOM - *BILL OF MATERIALS*

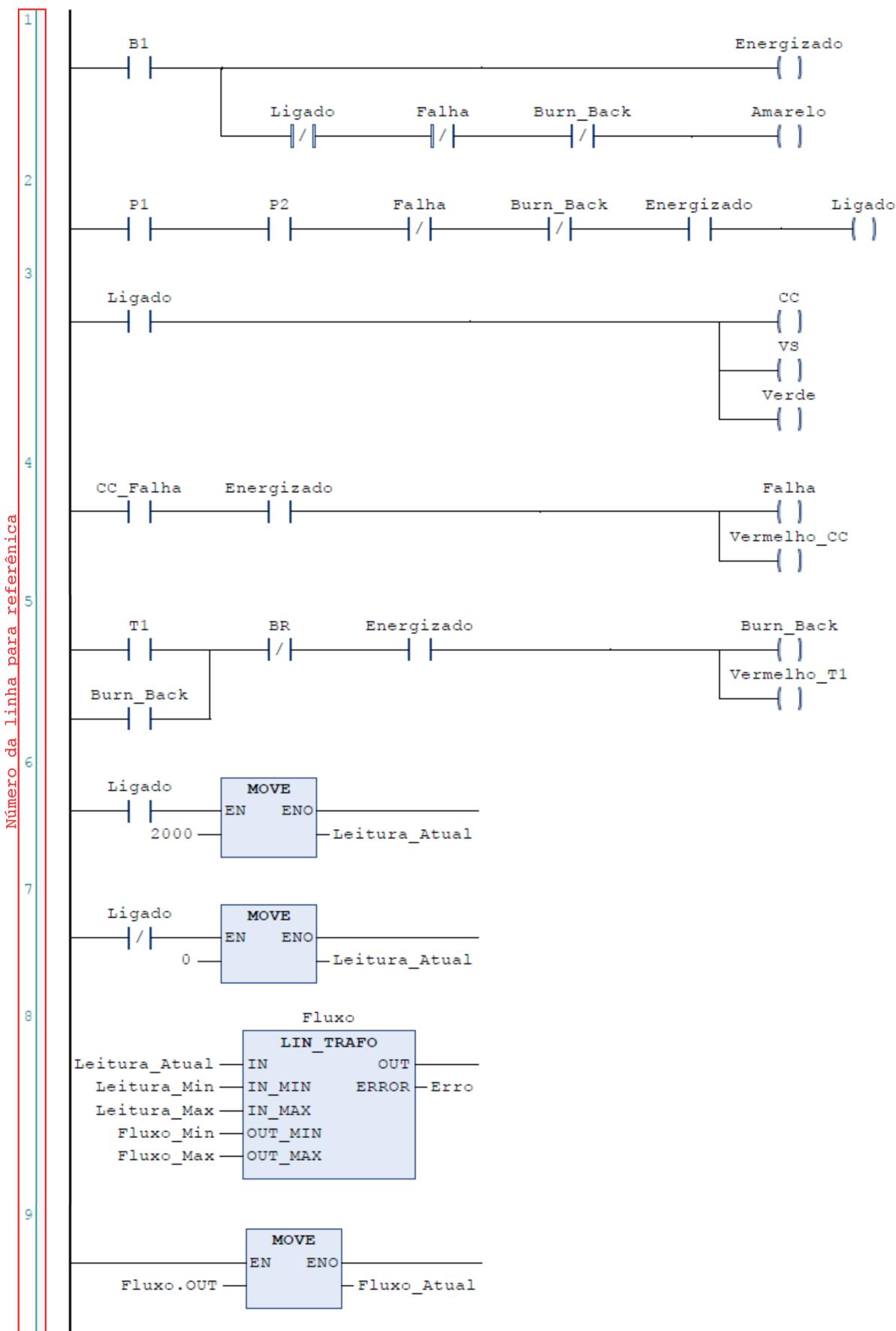
Nível	Código	Descrição	Quantidade	Especificação
1 (Produto)	CJ FL040	<i>Flare</i>	1	ISO/DIS 22580
2 (Sistema)	CJ FL039	Queimador	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL013	Cone restritor	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL014	Tubo 1	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL015	Tubo 2	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	CFL009	Tubo 3	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Válvula solenoide	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Corta chamas	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Transmissor de temperatura	1	ISO/DIS 22580
3 (Subsistema)	CJ FL031	Tubo de queima	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL016	Tubo queimador	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL041	Suporte transmissor de temperatura	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL002	Restritor de chama	1	ISO/DIS 22580
3 (Subsistema)	CJ FL029	Proteção da chama	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL004	Proteção inferior	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL005	Proteção intermediária	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL006	Proteção superior	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL007	Fixação proteção	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL008	Suporte proteção inferior	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL010	Suporte proteção superior	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL011	Suporte proteção intermediária	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Parafuso M8x20 INOX	2	
4 (Componente)	-	Porca M8 INOX	2	
4 (Componente)	-	Arruela M8 INOX	2	
3 (Subsistema)	CJ FL033	Início / detecção de chama	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL025	Suporte eletrodo	2	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Eletrodo de ionização	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Eletrodo de ignição	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Parafuso M8x120 INOX	8	
4 (Componente)	-	Porca M8 INOX	8	
4 (Componente)	-	Arruela M8 INOX	8	
2 (sistema)	CJ FL038	Controle e segurança	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL001	Tubo 4	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL018	Cone redutor	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL019	Alimentação purgador	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL020	Pressurização purgador	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL021	Tubo 5	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL024	Fixação painel elétrico	2	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Parafuso M8x20 INOX	12	
4 (Componente)	-	Porca M8 INOX	12	

continua

continuação

4 (Componente)	-	Arruela M8 INOX	12	
4 (Componente)	C FL034	Fixação proteção painel elétrico	2	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL035	Proteção painel elétrico	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Fluxômetro	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Transmissor de pressão	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Válvula solenoide	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Válvula manual	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Parafuso M8x50 INOX	24	
4 (Componente)	-	Porca M8 INOX	24	
4 (Componente)	-	Arruela M8 INOX	24	
3 (Subsistema)	CJ FL012	Tubo flangeado 1	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL017	Tubo 6	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL027	Flange	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL026	Reforço da flange	4	ISO/DIS 22580
3 (Subsistema)	CJ FL028	Tubo flangeado 2	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL023	Tubo 7	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL027	Flange	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL026	Reforço da flange	4	ISO/DIS 22580
3 (Subsistema)	CJ FL032	Leitura pressão na linha	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL022	Tubo 8	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL030	Suporte transmissor de pressão	1	ISO/DIS 22580
3 (Subsistema)	CJ FL037	Leitura pressão no biodigestor	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL036	Tubo 10	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL030	Suporte transmissor de pressão	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Transmissor de pressão	1	ISO/DIS 22580
3 (Subsistema)	CJ FL003	Caixa de comando	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	C FL042	Adesivo	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	CLP	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Transformador de ignição	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	Controlador de chama	1	ISO/DIS 22580
4 (Componente)	-	LED vermelho	1	
4 (Componente)	-	LED azul	1	
4 (Componente)	-	LED verde	1	
4 (Componente)	-	Botoeira de emergência	1	
4 (Componente)	-	Botão on-off	1	
4 (Componente)	-	Botão de reset	1	
4 (Componente)	-	Painel elétrico	1	ISO/DIS 22580

APÊNDICE C - PROGRAMAÇÃO EM LINGUAGEM LADDER



APÊNDICE D - MANUAL DE OPERAÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

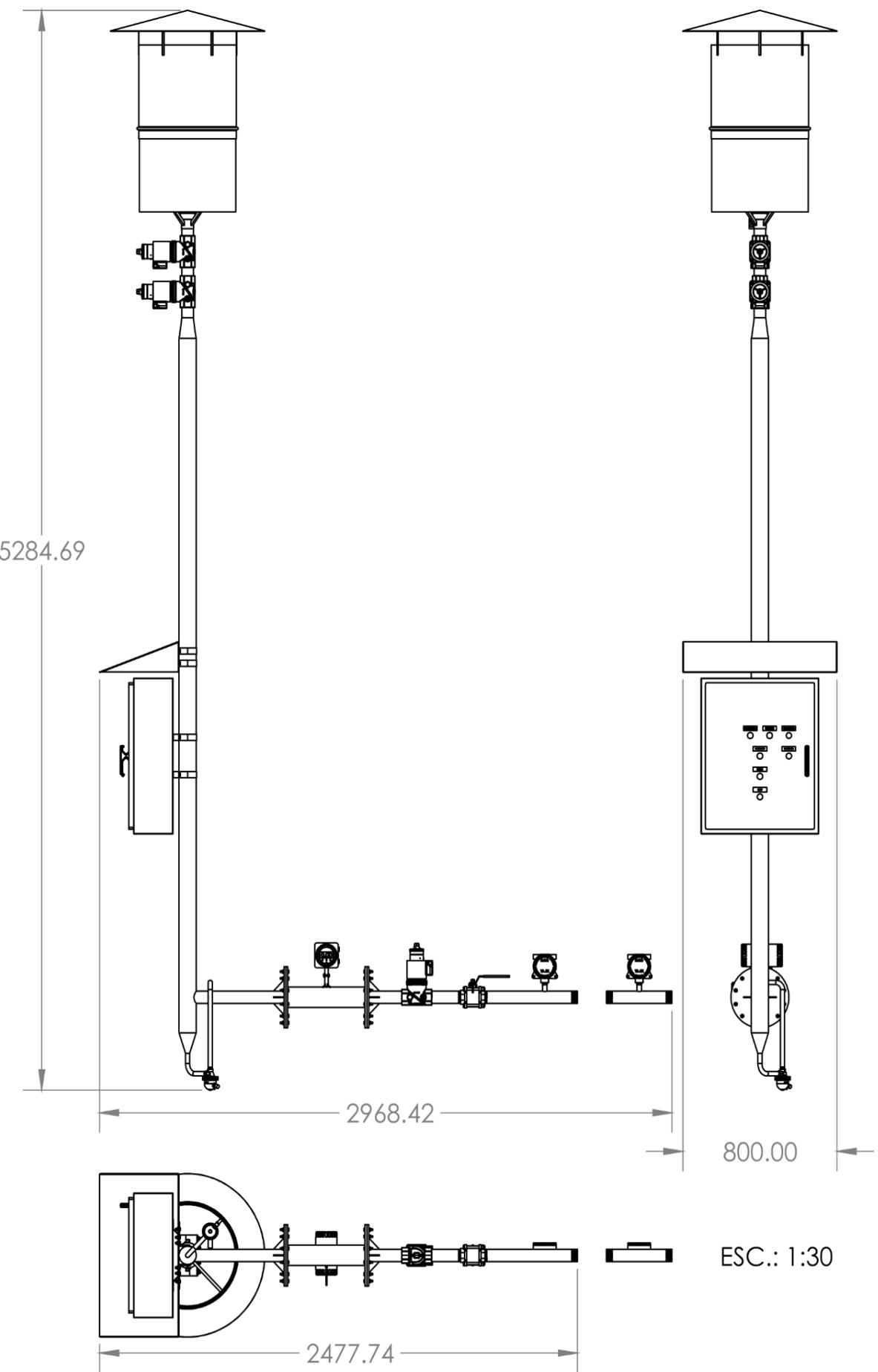
Este material tem por objetivo apresentar as instruções de operação para o *flare*, queimador de biogás, projetado durante o final de curso intitulado “PROJETO DE PRODUTO DE UM *FLARE* PARA A COMBUSTÃO DE BIOGÁS”, elaborado por Bernardo Scheunemann e Leonardo Sackser, apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina - FAHOR, sob orientação do Professor Me. Adalberto Lovato.

O *flare* é um dispositivo de segurança capaz de realizar a queima do biogás não utilizado pela planta de um biodigestor e que atende os parâmetros técnicos exigidos pela norma ISO/DIS 22580. O sistema trabalha de forma automática e garante a segurança do meio. O produto possui um painel luminoso para a visualização de estados de operação, permitindo a fácil compreensão de como o sistema está operando.

- **Criado por:** Bernardo Scheunemann e Leonardo Sackser
- **Revisado por:** Adalberto Lovato
- **Revisão:** 01
- **Data:** 07 de novembro de 2019

2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- Capacidade de vazão: 300 m³ de biogás por dia;
- Pressão máxima de funcionamento: 6 KPa;
- Pressão mínima de funcionamento: 1,5 KPa;
- Temperatura normal de operação na linha de biogás: 40°C a 60°C;
- Temperatura de detecção de contrafluxo: 100°C;
- Dimensões:



3 LISTA DE COMPONENTES

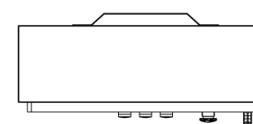
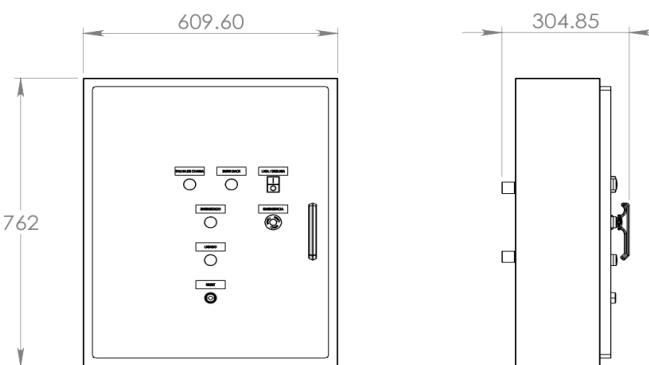
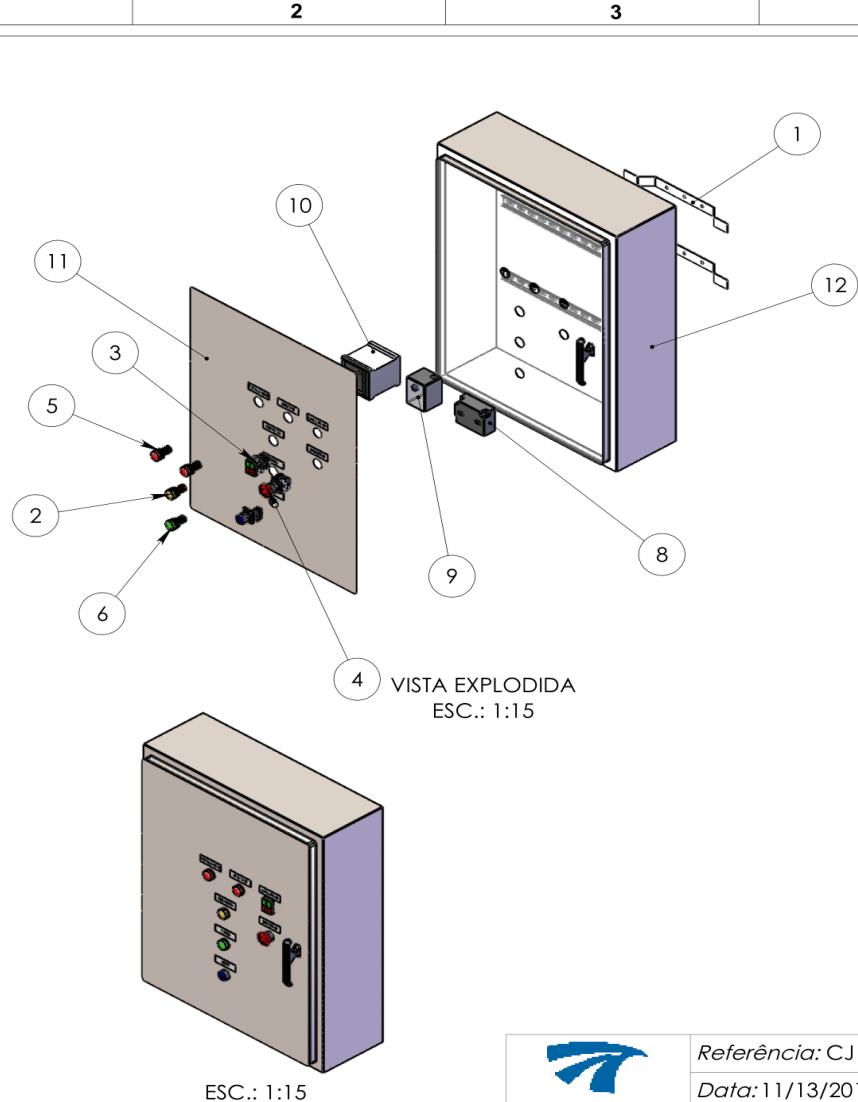
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	-	Fixação	2
2	-	LED Amarelo	1
3	-	Botão on-off	1
4	-	Botueira de emergência	1
5	-	LED Vermelho	2
6	-	LED Verde	1
7	-	Botão de reset	1
8	-	Transformador de ignição	1
9	-	Controlador de chama	1
10	-	CLP	1
11	C FL042	Adesivo	1
12	-	Painel elétrico	1

A

B

C

D



ESC.: 1:15



Referência: CJ FL003

Descrição: Caixa de comando

Data: 11/13/2019 | Projetistas: Leonardo Sackser

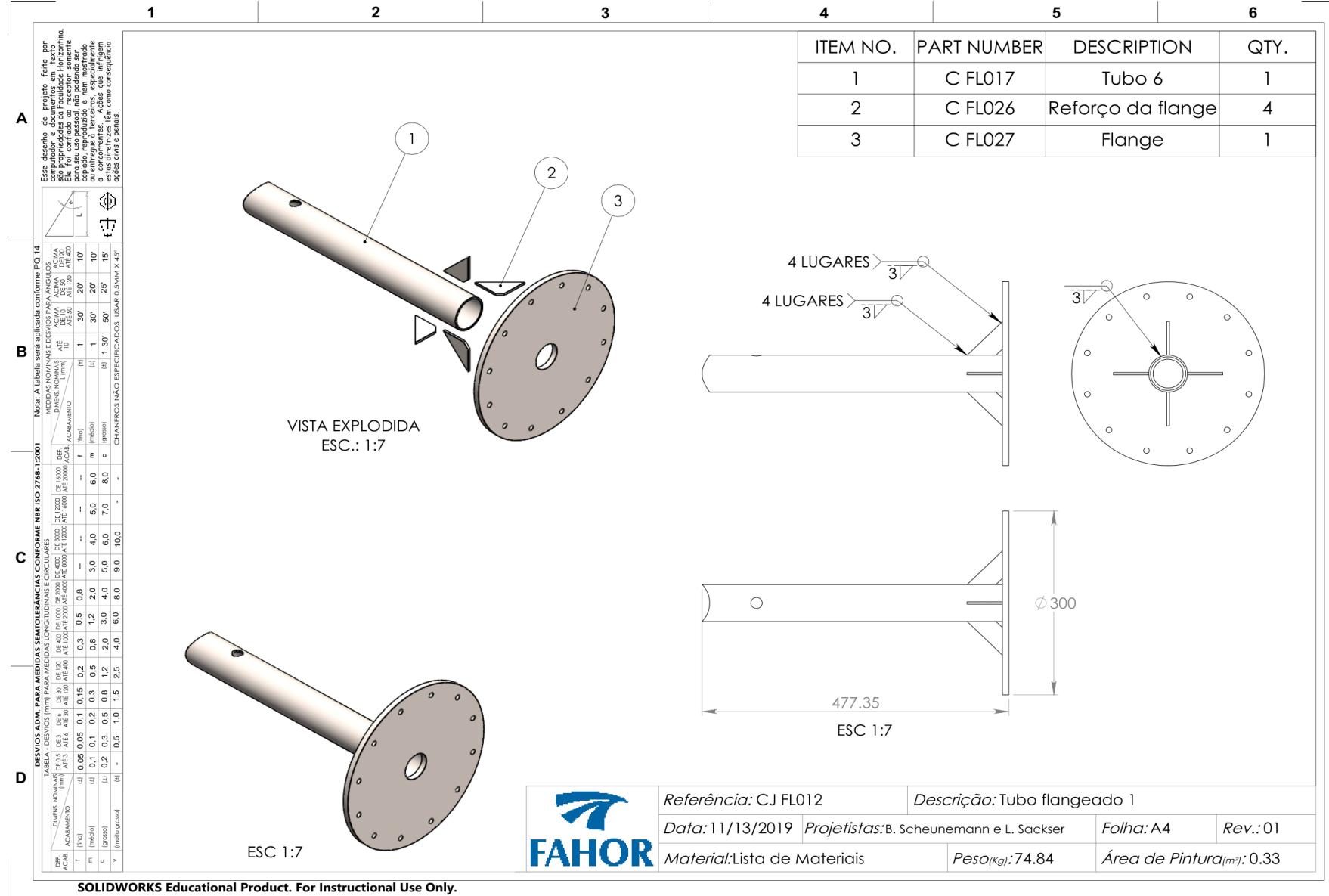
Folha: A4

Rev.:01

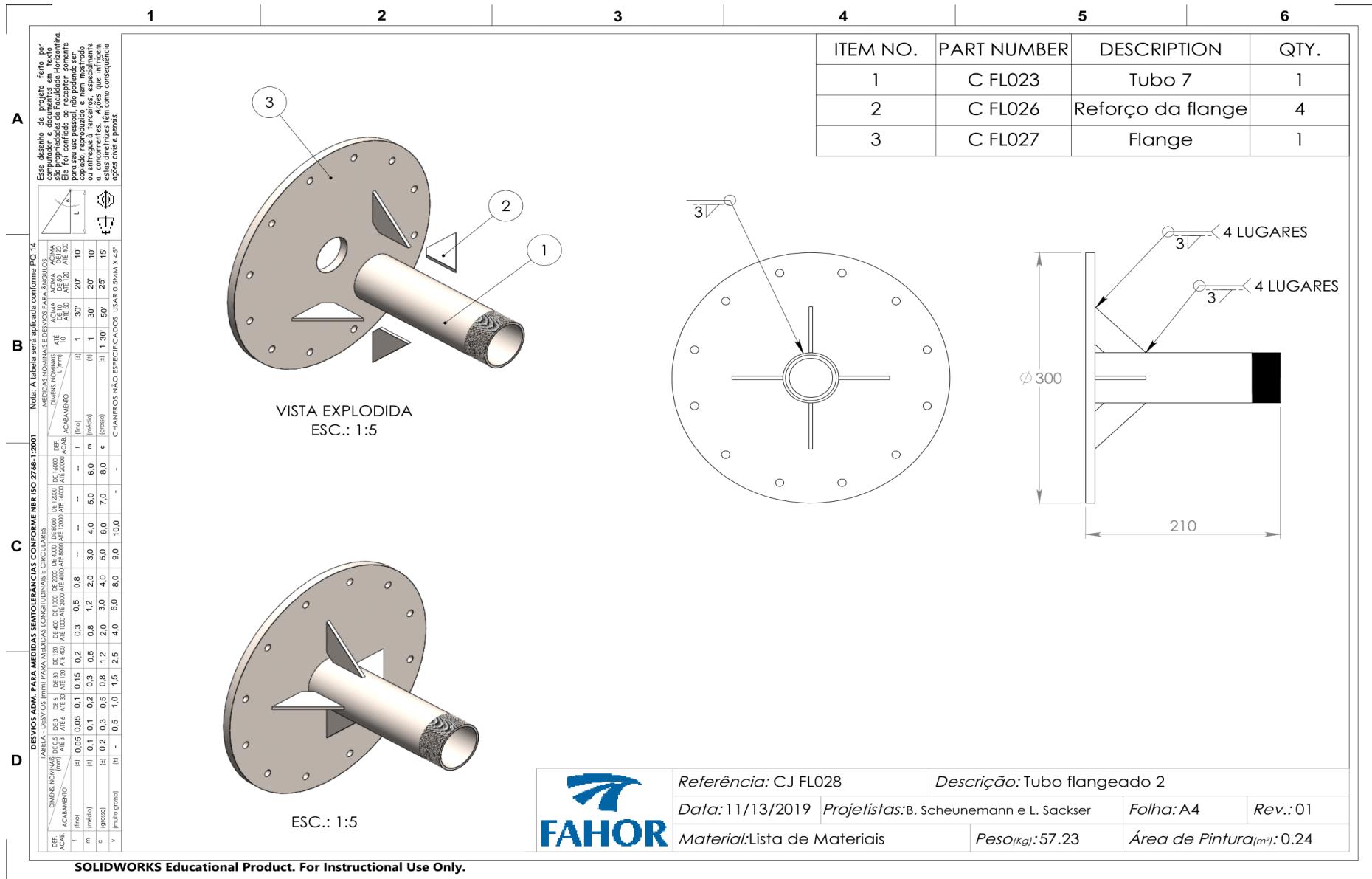
Materiaj:Lista de Materijal

Peso(Kg): 43.639

Área de Pintura (m^2): 5.214



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



A

Este desenho é de projeto feito por
comunidade de usuários de SolidWorks em exposito
propriedades da Faculdade de Arquitetura e
Engenharia da UFSC. Ele foi criado para receptor somente
para seu uso pessoal, não poderá ser
distribuído ou usado para fins comerciais.
O autor não se responsabiliza por eventuais
constrangimentos que possam ocorrer devido a
aeronaves ou outros veículos que infringem
estas regras têm como consequência
acções civis e penais.

B

Nota: A tabela será aplicada conforme PO 14
MEDIDAS NOMINAIS DE ALARGAMENTOS E CIRCULOS
TABELA A - DESVIOS (mm) PARA MEDIDAS LONGITUDINAIS E CIRCULARES

DEF.	DIMENS. NOMINAIS DE 3	DEF.	DIMENS. NOMINAIS DE 6	DEF.	DIMENS. NOMINAIS DE 12	DEF.	DIMENS. NOMINAIS DE 20	DEF.	DIMENS. NOMINAIS DE 40
t (fino)	0.05 0.05 0.1	t (fino)	0.15 0.2	t (fino)	0.3 0.5	t (fino)	0.8	t (fino)	2.0
m (medio)	0.1 0.1 0.2	m (medio)	0.2 0.3	m (medio)	0.5 0.8	m (medio)	1.2 2.0	m (medio)	3.0 4.0
c (gross)	0.2 0.3 0.5	c (gross)	0.8 1.2	c (gross)	2.0 3.0	c (gross)	5.0 6.0	c (gross)	10.0 12.0
v (fundo grosso)	-	v (fundo grosso)	-	v (fundo grosso)	-	v (fundo grosso)	-	v (fundo grosso)	-

C

DESVIDOS ADM. PARA MEDIDAS SEMIOLIGRANICAS CONFORME NBR ISO 2748-1:2001

VISTA EXPLODIDA ESC.: 1:10

D

Referência: CJ FL029 Descrição: Proteção da chama
Data: 11/13/2019 Projetistas: B. Scheunemann e L. Sackser Folha: A4 Rev.: 01
Material: Lista de Materiais Peso (kg): 365.79 Área de Pintura (m²): 4.60

ITEM NO. PART NUMBER DESCRIPTION QTY.

1	C FL004	Proteção inferior	1
2	C FL005	Proteção intermediária	1
3	C FL007	Fixação proteção	1
4	C FL008	Suporte proteção inferior	4
5	C FL010	Suporte proteção superior	1
6	C FL011	Supporte proteção intermediária	6
7	C FL006	Proteção superior	1
8	-	Parafuso M8x20 Inox	2
9	-	Arruela M8 Inox	2
10	-	Porca M8 Inox	2

ESC.: 1:20

800

1068.08

ESC.: 1:20

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	C FL016	Tubo queimador	1
2	C FL041	Suporte transmissor de temperatura	1
3	C FL002	Restritor de chama	1

A

B

C

D

1	2	3	4	5	6
<p>Este desenho de projeto foi feito por computador e deve ser considerado o documento original. Ele foi confiado ao escorador somente para seu uso pessoal, não podendo ser copiado, reproduzido e nem mostrado a outras pessoas, especialmente se em segredo.</p> <p>Estas dimensões têm como consequência ações civis e penais.</p>					
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION			QTY.
1	C FL016	Tubo queimador			1
2	C FL041	Suporte transmissor de temperatura			1
3	C FL002	Restritor de chama			1

6 PUNCIONADAS PARA SEGURAR C FL002

NOTA: A tabela será aplicada conforme P0.14
TABELA - DESVIOS (mm) PARA MEDIDAS LONGITUDINAIS CIRCULARES CONFORME NBR ISO 2748-1:2001

DEF.	DIMENS. NOMINAS (mm)	DESVIO (mm)	DEF.	DIMENS. NOMINAS (mm)	DESVIO (mm)	DEF.	DIMENS. NOMINAS (mm)	DESVIO (mm)
(f)	DE 6	DE 10	DE 10	DE 400	DE 4000	DE 10000	DE 40000	DE 100000
(t)	ATE 3	ATE 5	ATE 30	ATE 40	ATE 400	ATE 4000	ATE 40000	ATE 400000
(l)	(fuso)	(fuso)	(fuso)	(fuso)	(fuso)	(fuso)	(fuso)	(fuso)
m	(medio)	(medio)	(medio)	(medio)	(medio)	(medio)	(medio)	(medio)
c	(grossos)	(grossos)	(grossos)	(grossos)	(grossos)	(grossos)	(grossos)	(grossos)
v	(muito grossos)	(muito grossos)	(muito grossos)	(muito grossos)	(muito grossos)	(muito grossos)	(muito grossos)	(muito grossos)

DIAMETROS NOMINAS E DESVIOS PARA ANGULOS:
ACIMA DE 10° ATÉ 15° ATÉ 20° ATÉ 30° ATÉ 40° ATÉ 50° ATÉ 60° ATÉ 70° ATÉ 80° ATÉ 90° ATÉ 100° ATÉ 110° ATÉ 120° ATÉ 130° ATÉ 140° ATÉ 150° ATÉ 160° ATÉ 170° ATÉ 180° ATÉ 190° ATÉ 200° ATÉ 210° ATÉ 220° ATÉ 230° ATÉ 240° ATÉ 250° ATÉ 260° ATÉ 270° ATÉ 280° ATÉ 290° ATÉ 300° ATÉ 310° ATÉ 320° ATÉ 330° ATÉ 340° ATÉ 350° ATÉ 360° ATÉ 370° ATÉ 380° ATÉ 390° ATÉ 400° ATÉ 410° ATÉ 420° ATÉ 430° ATÉ 440° ATÉ 450° ATÉ 460° ATÉ 470° ATÉ 480° ATÉ 490° ATÉ 500° ATÉ 510° ATÉ 520° ATÉ 530° ATÉ 540° ATÉ 550° ATÉ 560° ATÉ 570° ATÉ 580° ATÉ 590° ATÉ 600° ATÉ 610° ATÉ 620° ATÉ 630° ATÉ 640° ATÉ 650° ATÉ 660° ATÉ 670° ATÉ 680° ATÉ 690° ATÉ 700° ATÉ 710° ATÉ 720° ATÉ 730° ATÉ 740° ATÉ 750° ATÉ 760° ATÉ 770° ATÉ 780° ATÉ 790° ATÉ 800° ATÉ 810° ATÉ 820° ATÉ 830° ATÉ 840° ATÉ 850° ATÉ 860° ATÉ 870° ATÉ 880° ATÉ 890° ATÉ 900° ATÉ 910° ATÉ 920° ATÉ 930° ATÉ 940° ATÉ 950° ATÉ 960° ATÉ 970° ATÉ 980° ATÉ 990° ATÉ 1000° ATÉ 1010° ATÉ 1020° ATÉ 1030° ATÉ 1040° ATÉ 1050° ATÉ 1060° ATÉ 1070° ATÉ 1080° ATÉ 1090° ATÉ 1100° ATÉ 1110° ATÉ 1120° ATÉ 1130° ATÉ 1140° ATÉ 1150° ATÉ 1160° ATÉ 1170° ATÉ 1180° ATÉ 1190° ATÉ 1200° ATÉ 1210° ATÉ 1220° ATÉ 1230° ATÉ 1240° ATÉ 1250° ATÉ 1260° ATÉ 1270° ATÉ 1280° ATÉ 1290° ATÉ 1300° ATÉ 1310° ATÉ 1320° ATÉ 1330° ATÉ 1340° ATÉ 1350° ATÉ 1360° ATÉ 1370° ATÉ 1380° ATÉ 1390° ATÉ 1400° ATÉ 1410° ATÉ 1420° ATÉ 1430° ATÉ 1440° ATÉ 1450° ATÉ 1460° ATÉ 1470° ATÉ 1480° ATÉ 1490° ATÉ 1500° ATÉ 1510° ATÉ 1520° ATÉ 1530° ATÉ 1540° ATÉ 1550° ATÉ 1560° ATÉ 1570° ATÉ 1580° ATÉ 1590° ATÉ 1600° ATÉ 1610° ATÉ 1620° ATÉ 1630° ATÉ 1640° ATÉ 1650° ATÉ 1660° ATÉ 1670° ATÉ 1680° ATÉ 1690° ATÉ 1700° ATÉ 1710° ATÉ 1720° ATÉ 1730° ATÉ 1740° ATÉ 1750° ATÉ 1760° ATÉ 1770° ATÉ 1780° ATÉ 1790° ATÉ 1800° ATÉ 1810° ATÉ 1820° ATÉ 1830° ATÉ 1840° ATÉ 1850° ATÉ 1860° ATÉ 1870° ATÉ 1880° ATÉ 1890° ATÉ 1900° ATÉ 1910° ATÉ 1920° ATÉ 1930° ATÉ 1940° ATÉ 1950° ATÉ 1960° ATÉ 1970° ATÉ 1980° ATÉ 1990° ATÉ 2000°

VISTA EXPLODIDA
ESC.: 1:4

SECÇÃO A-A
ESC.: 1 : 4

V2

FAHOR
ESC.: 1:4

Referência: CJ FL031 **Descrição:** Tubo de queima

Data: 11/13/2019 **Projetistas:** B. Scheunemann e L. Sackser **Folha:** A4 **Rev.:** 01

Material: Lista de Materiais **Peso(kg):** 17.08 **Área de Pintura(m²):** 0.16

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

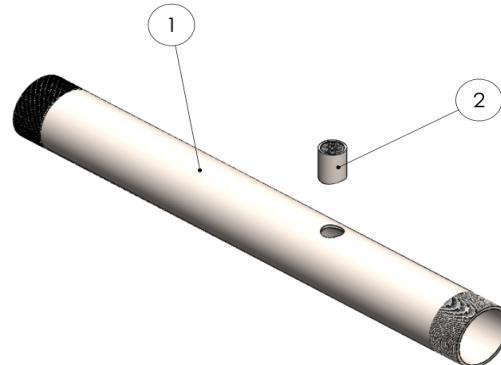
4	5	6	
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	C FL022	Tubo 8	1
2	C FL030	Suporte transmissor de pressão	1

A

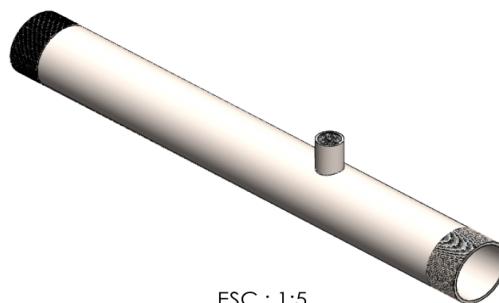
B

6

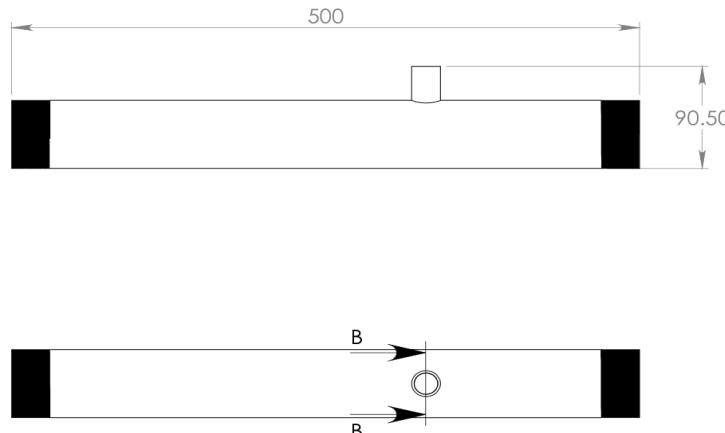
D



VISTA EXPLODIDA
ESC.: 1:5



ESC.: 1:5



Referência: CJ FL032

Descrição: Leitura pressão na linha

Data: 11/13/2019 Projetistas: B. Scheunemann e L. Sackser Folha: A4 Rev.: 01

Material/Lista de Materiais

Peso(Kg):20.12

Área de Pintura (m^2): 0.19

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

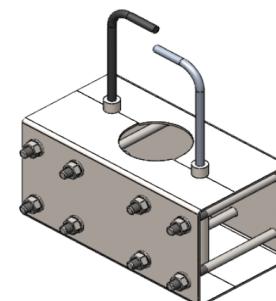
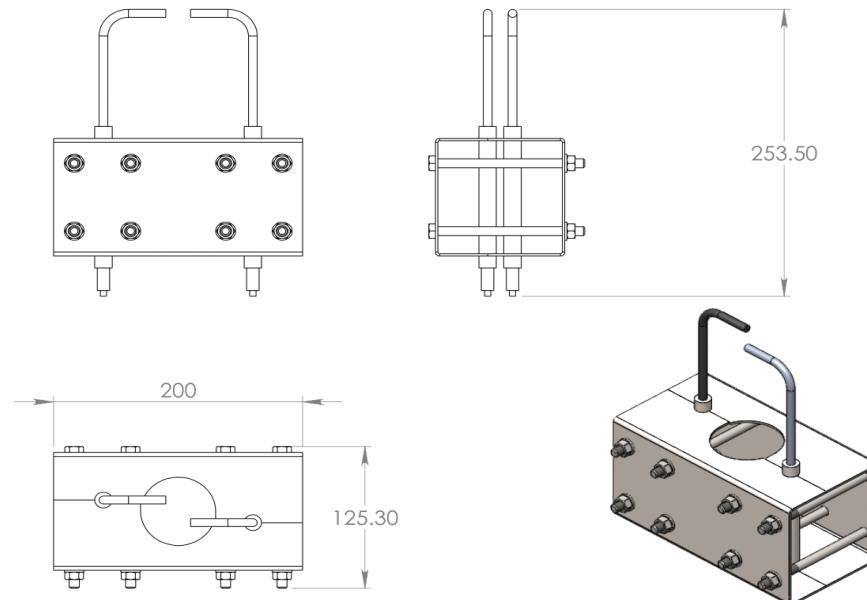
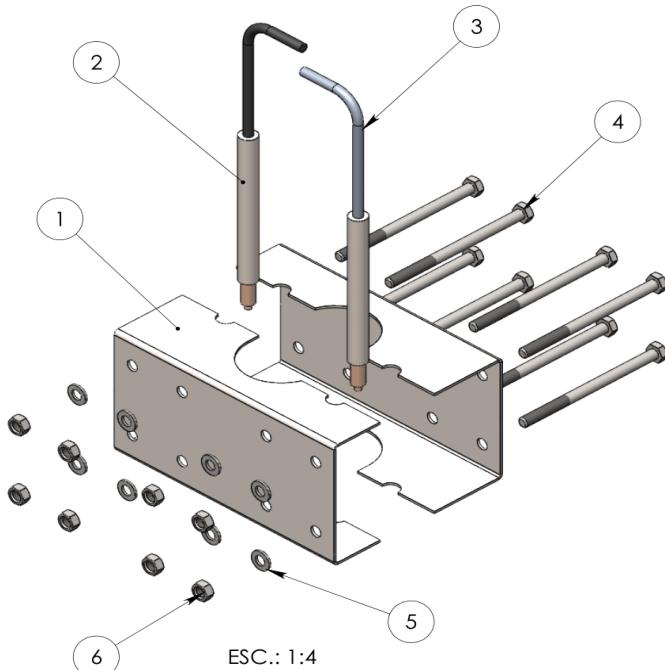
4	5	6	
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	C FL025	Suporte eletrodo	2
2	-	Eletrodo de Ignição	1
3	-	Eletrodo de Ionização	1
4	-	PARAFUSO M8X120 INOX	8
5	-	ARRUELA M8 INOX	8
6	-	PORCA M8 INOX	8

A

B

C

D



Referência: CJ FL033

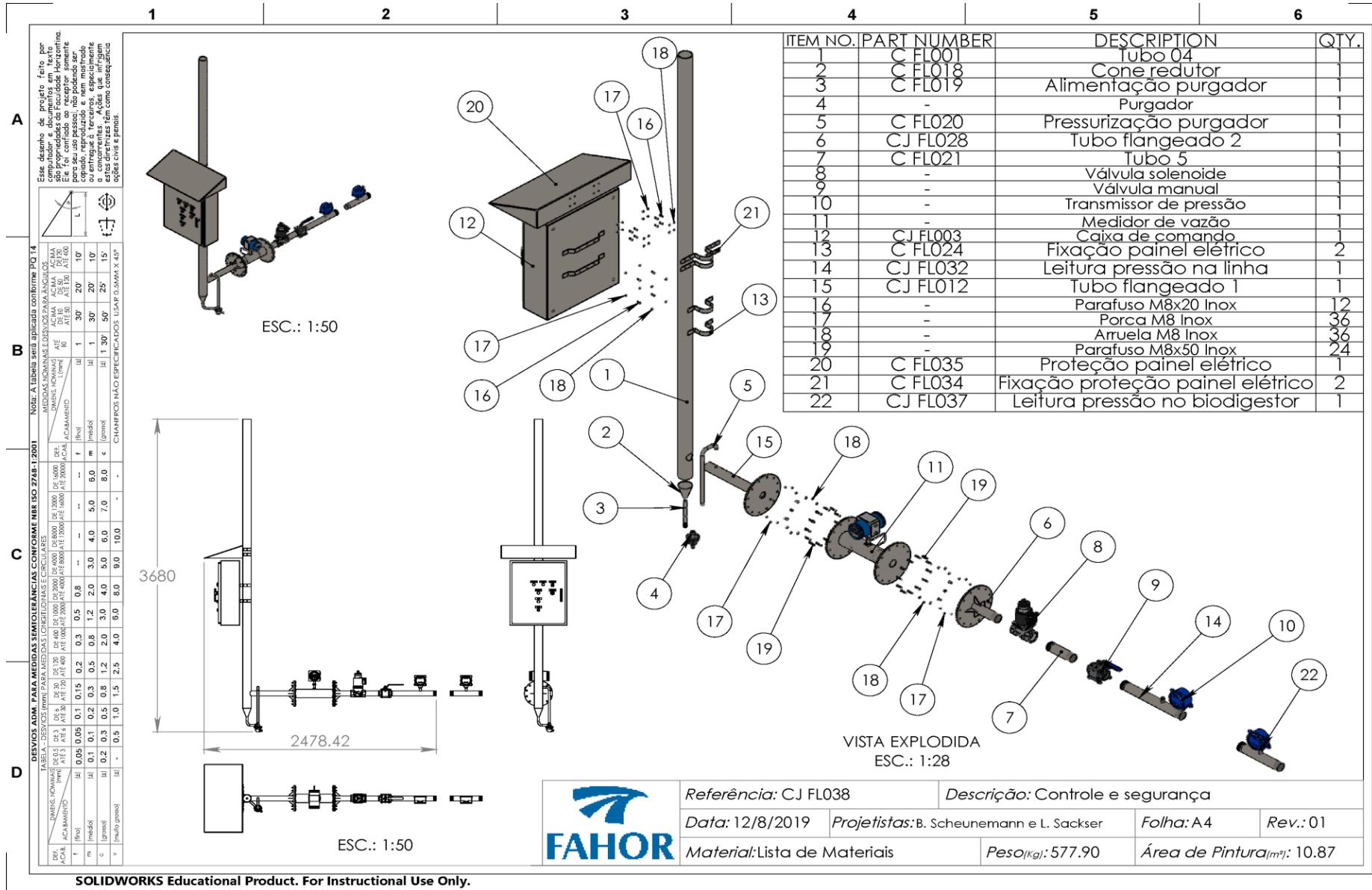
Descrição: Inicio/deteccão de chama

Data: 11/13/2019 | Projetistas: B. Scheunemann e L. Sackser

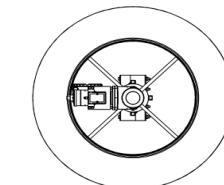
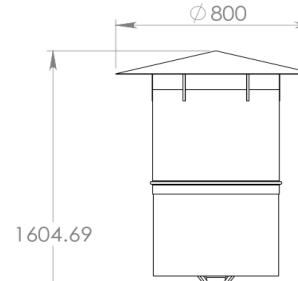
Rev.:01

Material: lista de Materiais

Peso_(cal): 12.64 Área de Pintura_(m²): 0.21



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	C FL013	Cone restritor	1
2	C FL014	Tubo 1	1
3	-	Válvula solenoide	2
4	C FL015	Tubo 2	1
5	C FL009	Tubo 3	1
6	-	Transmissor de temperatura	1
7	CJ FL029	Proteção da chama	1
8	CJ FL031	Tubo de queima	1
9	-	Corta chamas	1
10	CJ FL033	Inicio/detecção de chama	1



ESC.: 1:15

ESC.: 1:25



Referência: CJ FL039

Descrição: Queimado

Data: 11/13/2019 | Projetistas: B. Scheunemann e L. Sc

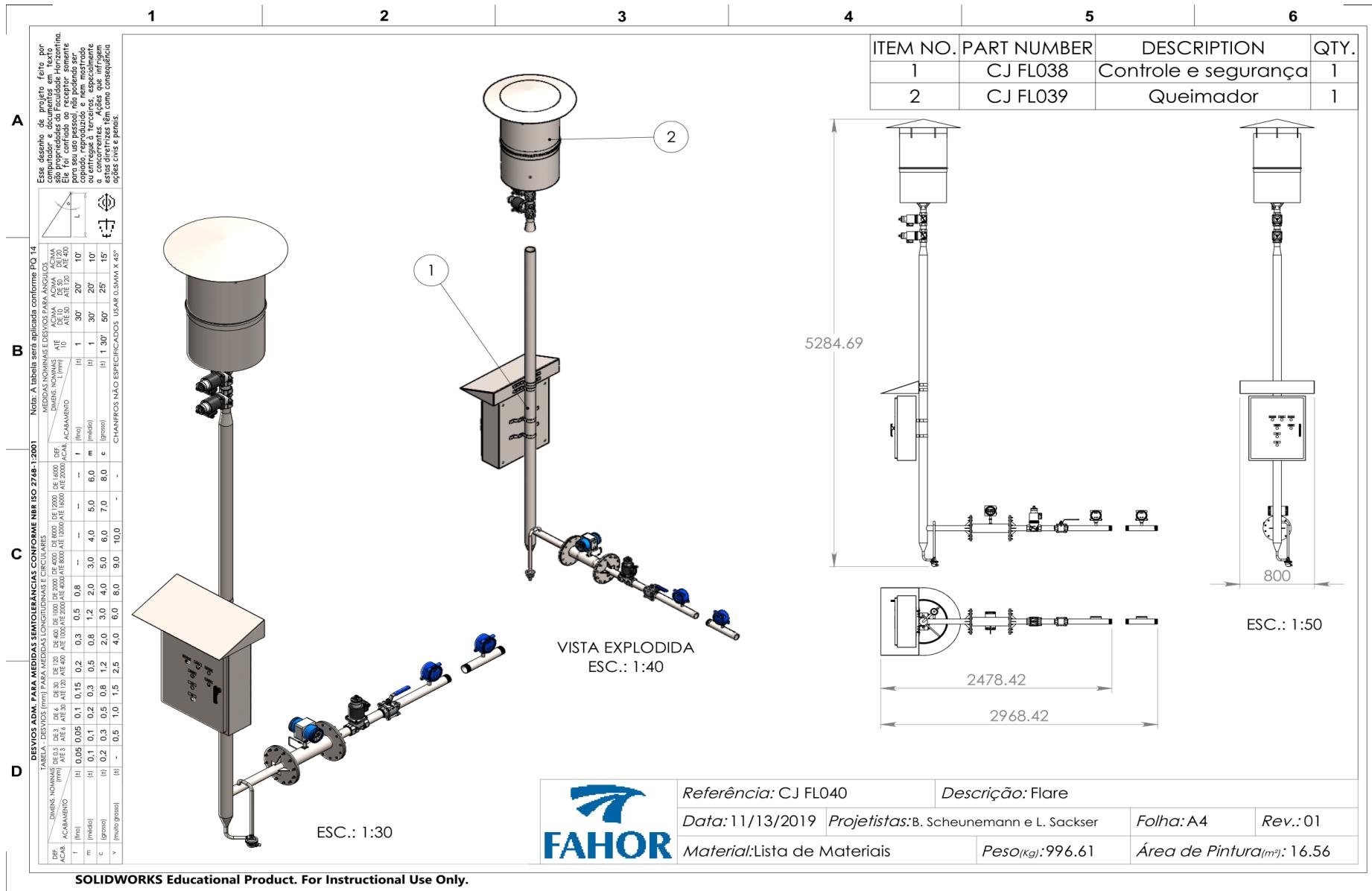
:A4 Rev.:01

Material: Lista de Materiais

Peso (kg): 418.71 Área de Pintura (m^2): 5.69

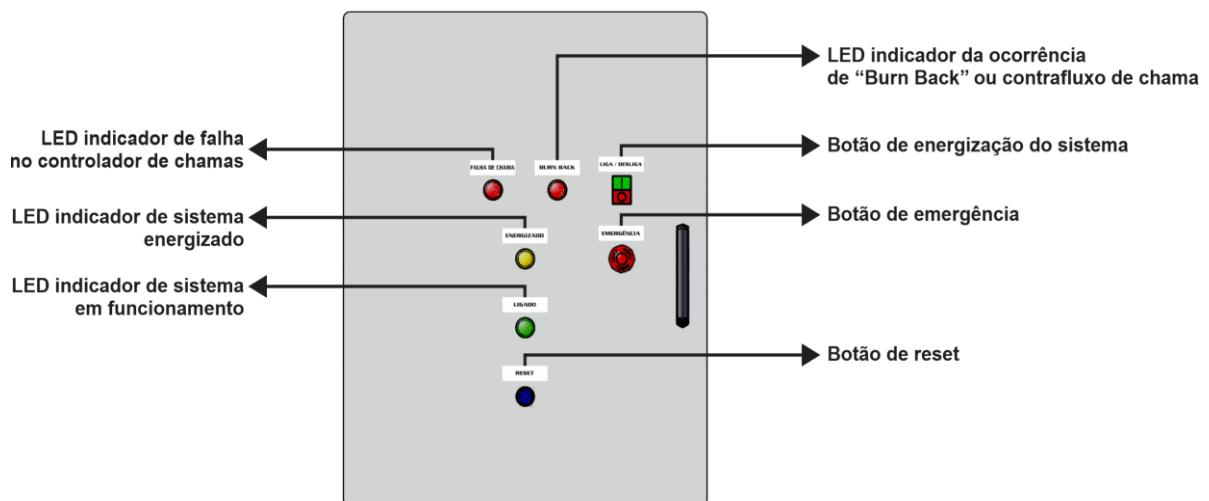
VISTA EXPLODIDA
ESC.: 1:17

SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



4 INSTRUÇÕES DE OPERAÇÃO

Após o produto ser instalado pela equipe responsável, cabe ao usuário compreender os comandos e indicações presentes no painel de operação, conforme a imagem disposta abaixo. O painel é composto por 3 botões e 4 LED's coloridos.



O *flare* comprehende quatro estados de operação:

- Energizado - quando o sistema está alimentado eletricamente e não está em funcionamento. É indicado pelo LED amarelo;
- Ligado - quando o *flare* está em operação. É indicado pelo LED verde.
- Falha de chama - quando o controlador de chama identifica alguma falha. É indicado pelo LED vermelho localizado à esquerda;
- Burn Back - quando ocorre um contrafluxo da chama, identificado pelo transmissor de temperatura. É indicado pelo LED vermelho da direita.

Para que o sistema entre em funcionamento, o usuário é responsável por garantir que o botão de emergência esteja desacionado e que o botão de energização (Liga / Desliga) esteja ativado. Estando nessas condições, o sistema irá trabalhar automaticamente.

Para se certificar que o sistema esteja somente energizado (sem condições de operação), o LED amarelo deverá estar aceso. Porém, se entrar em condições de combustão, o LED verde indicará que o *flare* está operando.

As condições necessárias para o início da combustão são: atingir as pressões requeridas no reservatório de biogás e na linha do *flare*. Durante o

funcionamento do sistema, o fluxo e informações do biogás são monitoradas. O sistema irá se desligar de forma automática ao baixar consideravelmente as pressões medidas.

Em caso de ocorrência de erro, o painel indicará o modo de emergência - um dos LED's vermelhos estará aceso. O *flare* poderá entrar em estado de emergência através de duas formas diferentes:

- Quando o controlador de chama detectar alguma condição adversa - falha na identificação da chama;
- Quando o sensor de temperatura detectar um contrafluxo de chama a partir do aumento considerável da temperatura na linha próxima ao queimador (ponto extremo do *flare*).

OBS.: Nessas condições, a equipe responsável pelo suporte ao produto deverá ser acionada para auxiliar nos procedimentos a serem realizados. Após as providências serem tomadas, o sistema deverá ser reiniciado:

- Para o primeiro modo de falha, o reset é dado no próprio controlador de chamas.
- Para o segundo modo de falha, o botão de reset do painel deve ser pressionado.

ANEXO A – COTAÇÕES DE POSSÍVEIS FORNECEDORES

QTD	PRODUTO	DESCRÍÇÃO	CUSTOMIZADO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	Prazo (dias úteis)
2	VKP-011	Transmissor de Pressão Mini, precisão 0,25%FE, temperatura de operação de -40 a 100C - NCM 9026.20.90		BRL 723,00	BRL 1.446,00	7
Incluído	DIN43650	Conector Elétrico tipo DIN43650 grau de proteção IP65		Incluído	Incluído	Incluído
Incluído	outros		Faixa de Pressão 0..0,6 BAR	Incluído	Incluído	Incluído
Incluído	42	sinal de saída 4/20mA a 2 fios, alimentação elétrica de 8 a 32VCC		Incluído	Incluído	Incluído
Incluído	12N	Conexão ao Processo 1/2" NPT-Macho		Incluído	Incluído	Incluído
Group1 TOTAL:						BRL 1.446,00

QTD	PRODUTO	DESCRÍÇÃO	CUSTOMIZADO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	Prazo (dias úteis)
1	VKT-114	Termoresistência PT-100 tip DIN 43650 - NCM 8533.40.99		BRL 335,00	BRL 335,00	7
Incluído	A	Conector Elétrico tipo DIN43650 grau de proteção IP65		Incluído	Incluído	Incluído
Incluído	01	PT-100(3fios)		Incluído	Incluído	Incluído
Incluído	12N	Conexão ao Processo 1/2" NPT-Macho		Incluído	Incluído	Incluído
Incluído	50	Comprimento da Haste "U"=50mm		Incluído	Incluído	Incluído
Group2 TOTAL:						BRL 335,00

QTD	PRODUTO	DESCRÍÇÃO	CUSTOMIZADO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	Prazo (dias úteis)
1	VKT-111	Termoresistência PT-100 - NCM 8533.40.99		BRL 267,00	BRL 267,00	7
Incluído	A	Cabeçote em Alumínio Mini		Incluído	Incluído	Incluído
Incluído	01	PT-100(3fios)		Incluído	Incluído	Incluído
Incluído	12N	Conexão ao Processo 1/2" NPT-Macho		Incluído	Incluído	Incluído
Incluído	50	Comprimento da Haste "U"=50mm		Incluído	Incluído	Incluído
Group3 TOTAL:						BRL 267,00

Item	Descriativo	Desc. Técnica	Valores em Reais R\$			
			QTD	Unit	Total	IPI %
1	TUL 500°C 12N H 1/4 X 50MM	<ul style="list-style-type: none"> * TERMOSTATO UNIVERSAL ZURICH * MODELO TUL * DIAMETRO DE 100MM * ESCALA DE 0 A 500°C * INVOLUCRO: TOTAL EM ACO INOXIDAVEL AISI 304 * SENSOR BOURDON EM ACO INOXIDAVEL AISI 304 * GRAU DE PROTECAO IP65 * DIFERENCIAL AJUSTAVEL EM 35% DA FAIXA * 1 CONTATO ELETRICO SPDT NA/NF: 10 AMPS - 80 A 250 VCA - 1/4 HP ½ AMPS - 1 A 125 VCC ¼ AMPS - 1 A 250 VCC * SAIDA VERTICAL (RETA) * CONEXAO AO PROCESSO 1/2 NPT * HASTE EM ACO INOX 304 DE 1/4 X 50MM * CONEXAO ELETRICA DIN 43650 * PRECISAO: 2% F.E. 	1,00	720,00	720,00	0,00
2	TUEX 500°C 12N H 1/4 X 50MM	<ul style="list-style-type: none"> * TERMOSTATO UNIVERSAL ZURICH * MODELO TU.EX * ESCALA DE 0 A 500°C * SET-POINT: NÃO INFORMADO * CAIXA EM ALUMINIO FUNDIDO * PINTURA EPOXI NA COR AZUL * GRAU DE PROTECAO IP-66 * SENSOR BOURDON EM ACO INOXIDAVEL AISI 304 * DIFERENCIAL AJUSTAVEL EM 50% DA FAIXA * 1 CONTATO ELETRICO SPDT NA/NF: 10 AMPS - 80 A 250 VCA - 1/4 HP ½ AMPS - 1 A 125 VCC ¼ AMPS - 1 A 250 VCC * SAIDA VERTICAL (RETA) * CONEXAO AO PROCESSO 1/2 NPT * HASTE EM ACO INOX AISI 304 DE Ø1/4" X 50MM * CONEXAO ELETRICA 1/2 NPT FEMEA * MARCACAO: EX D IIC T6 GB IP66 	1,00	1.950,00	1.950,00	0,00

Item	Descriutivo	Desc. Técnica	Valores em Reais R\$			
			QTD	Unit	Total	IPI %
		<ul style="list-style-type: none"> * MARCACAO: EX TB IIIC T80°C DB IP66 				
3	ZPU.BP 60MBAR 12N	<ul style="list-style-type: none"> * PRESSOSTATO UNIVERSAL DE BAIXA PRESSAO ZURICH * MODELO ZPU.BP * TOTAL EM ACO INOX AISI 304 * DIAMETRO NOMINAL DE Ø100MM * FAIXA DE 0 A 60MBAR * SET-POINT AJUSTAVEL * ELEMENTO SENSOR TIPO DIAFRAGMA * MEMBRANA EM ACO INOXIDAVEL AISI 316-L * 1 CONTATO ELETRICO SPDT NA / NF * DIFERENCIAL AJUSTAVEL EM 35% DA FAIXA * PRECISAO DE +/-1% F.E. * CONEXAO PROCESSO DE 1/2 NPT * CONEXAO ELETRICA TIPO DIN 43650 	1,00	1.080,00	1.080,00	0,00
4	ZPU.BP.EX 60MBAR 12N	<ul style="list-style-type: none"> * PRESSOSTATO UNIVERSAL DE BAIXA PRESSAO A PROVA DE EXPLOSÃO ZURICH * MODELO ZPU.BP.EX * FAIXA DE 0 A 60MBAR * CAIXA EM ALUMINIO FUNDIDO (NEMA-7) * PINTURA EPOXI NA COR AZUL * GRAU DE PROTECAO IP-66 * ELEMENTO SENSOR TIPO DIAFRAGMA * DIFERENCIAL AJUSTAVEL SEM MICRO SELADO * 1 CONTATO ELETRICO SPDT NA/NF: 10 AMPS - 80 A 250 VCA - 1/4 HP ½ AMPS - 1 A 125 VCC ¼ AMPS - 1 A 250 VCC * SAIDA VERTICAL (RETA) * CONEXAO AO PROCESSO 1/2 NPT * CONEXAO ELETRICA 1/2 NPT FEMEA * PRECISAO +/- 1% F.E. * MARCACAO: EX D IIC T6 GB IP66 * MARCACAO: EX TB IIIC T80°C DB IP66 	1,00	1.980,00	1.980,00	0,00

1	UN	9B2B50-7HW1/0 9B2B50-AABCCD2A123+AG Prosonic flow B 200, 9B2B50, DN50 2"	41.701,15	41.701,15
---	----	--	-----------	-----------

Link para informações do produto:

www.endress.com/9B2B

Sistema de medição ultrassônico,
Método tempo de trânsito
Transmissor compacto de campo
Inline
Vazão volumétrica e conteúdo de metano
medição de biogás molhado ou seco
P/ baixa vazão, Aplicações pressão baixa
Sem perda de carga
operação em gases saturados
Comissionamento intuitivo via
parametrização guiada
:: Medição de biogás precisa e confiável
Condição de processo submersa
:: Medição integral opcional
para presença de biogás metano
AA Aprovação: Área não classificada
B Saída: 4-20mA HART, pulsos/ frequência/contacto
frequência/contacto de saída
C Display; operação: SD02 4-line; teclas + função
de backup de dados
C Caixa: GT20 compartimento duplo, Alu revestido
D Ligação eléctrica: Rosca NPT1/2, IP66/67 NEMA4X
2 Versão de sensor: Caudal volumétrico + Biogas
analysis
A12 Ligação ao processo: Cl.150, A105, flange solta
ASME B16.5
3 Calibração caudal: 1,5%, 1...30 m/s, traceable
ISO/IEC17025
AG >Língua de operação display: Português

Classificação	Fiscal:	9026.10.19
ICMS:	4,00 % já incluso nos preços	
IPI:	15,00 % a incluir nos preços	
PIS:	1,65 % já incluso nos preços	
COFINS:	7,60 % já incluso nos preços	

PRAZO DE ENTREGA: 29 dias

Total	Sem Impostos	35.925,54
Total Geral	Sem IPI	41.701,15

- 1 purgador do tipo bóia, conexão rosizada, modelo FLT14I 1/2"; R\$3.900,00 PE: 45 dias úteis.
- 1 transmissor de pressão manométrico SK135 que atenda um range entre 0 e 6kPa, conexão AISI316, com ou sem display;- Declinamos pois não faz mas parte do nosso escopo.
- 1 válvula de esfera manual, 2 vias, material AISI 316, conexão NPT 2", movimento 45°; R\$535,00 PE: 15 dias.
- 2 válvulas de esfera automática ON/OFF, acionada eletricamente, 2 vias, material AISI 316, conexão NPT 2"; R\$ 4.900,00 PE: 45 dias.

Código do produto	NCM	Quantidade	Produto	Valor de Venda	ICMS	ST	IPI%	Total
8830007750	85334099	1,00	PT100 AI316, 6X100MM, CABO PVC 2M, 1/2BSP, 0 A 100C	BRL 107,64	BRL 19,38	BRL 0,00	0,00	BRL 107,64
8801411001	90262090	1,00	TP NP620 OIL-FILLED 1/4 NPT 4-20MA: 0...1 BAR	BRL 644,85	BRL 116,07	BRL 0,00	0,00	BRL 644,85
8816021069	85176294	1,00	TXCONFIG-DIN43650 (SOFTWARE + INTERFACE USB)	BRL 322,32	BRL 58,02	BRL 0,00	0,00	BRL 322,32

Item	TAG	Referência PROTEGO	Descrição	NCM	Prazo de entrega	Preço Unitário (R\$)	Qtd	Preço Total do Item (R\$)
01	N/A	B1311701210012	CORTA CHAMAS A PROVA DE DEFLAGRAÇÃO EM LINHA PROTEGO MODELO FA/G 2" EM AÇO CARBONO	84818099	20 dias*	5.900,96	1	5.900,96
02	N/A	B1311701220011	CORTA CHAMAS A PROVA DE DEFLAGRAÇÃO EM LINHA PROTEGO MODELO FA/G 2" EM AÇO INOX	84798999	120 dias	12.250,26	1	12.250,26

ITEM	QT	UN	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	MARCA/ORIGEM	NCM	PREÇO UNIT	TOTAL	ICMS	ST	IPI	VALOR IPI	ENTREGA
1	1,00	PC	1814	TRAFO DE IGNICAO Tensão de entrada: 220V, Tensão de saída: 1X14KV ED: 33%, Frequência: 50/60Hz IP40	HONEYWELL IMPORTADO	8504.31.19	379,12	379,12	4%	0%	0%	0,00	IMEDIATO
2	4,00	M	1759	CABO DE IGNICAO E IONIZAÇÃO 1,5MM 300° 15KV	INMAR NACIONAL	8544.60.00	34,45	137,80	18%	0%	0%	0,00	IMEDIATO
3	1,00	PC	1320	PROGRAMADOR 220V	HONEYWELL IMPORTADO	8416.90.00	793,86	793,86	4%	0%	0%	0,00	IMEDIATO
4	1,00	PC	1309	BASE Sub base p/ programador	HONEYWELL IMPORTADO	8416.90.00	280,54	280,54	4%	0%	0%	0,00	IMEDIATO
5	1,00	PC	1014	ELETRODO DE IGNICAO	INMAR NACIONAL	8416.90.00	88,40	88,40	12%	0%	0%	0,00	IMEDIATO
6	1,00	PC	1014	ELETRODO DE IONIZAÇÃO	INMAR NACIONAL	8416.90.00	91,94	91,94	12%	0%	0%	0,00	IMEDIATO
7	2,00	PC	1760	SUPPRESSOR 4,0 MM	INMAR NACIONAL	8416.90.00	22,50	45,00	12%	0%	0%	0,00	IMEDIATO
8	2,00	PC	4511	VALV. SOL. 2" 200MBAR 220V Valvula solenoide para blogas NF 2" BSP, com abertura lenta , 220 Vac, IP54, p.máx 200 mbar.	ELEKTROGAS IMPORTADO	8481.80.92	1.997,21	3.994,42	4%	0%	0%	0,00	90 Dias
9	2,00	PC	4512	PRESSOSTATO TP EX MN 4D AI 0/200 MBAR 1/2" NPT.M PRESSOSTATO A PROVA DE EXPLOSÃO COM 1 CONTATO REVERSÍVEL SPDT, DIFERENCIAL FIXO, CONECTOR E DIÁFRAGMA EM AÇO INOX, FAIXA DE TRABALHO 0/200 MBAR, CONEXÃO AO PROCESSO 1/2" NPT.M, CONEXÃO ELÉTRICA 1/2" NPT.F, CLASSIFICAÇÃO DO INVOLUCRO IP65, CERTIFICAÇÃO INMETRO EX - EX D IIB + H2 T6GB	INMAR NACIONAL	9032.20.00	2.635,50	5.271,00	12%	0%	0%	0,00	15 Dias
10	1,00	PC	1842	VALVULA ESPERA 2" Valvula estera para blogas com passagem plena, conexão de 2"	NACIONAL	8481.80.95	444,73	444,73	12%	0%	0%	0,00	15 Dias

Código	Referência	Descrição do Item	Un.	NCM	Qtd.	R\$ Unitário	R\$ Total	% ICMS	R\$ ICMS ST	% IPI	R\$ IPI	R\$ Total Geral	Dias Entrega
0000	PT100 Ex.	TERMORESISTÊNCIA PT100 CABEÇOTE Ex. HASTE 30MM 0 A 500°	UN	8481.80.00	1	487,80	487,80	0,00	0,00	0	0,00	487,80	15

GRUPO 2: ITENS PROPOSTOS													
ITEM	QTD.	PRODUTOS							R\$ UNIT.	R\$ TOTAL	TOTAL + IMP.		
1	1	MODULO DE ALIMENTACAO DO DF1 DF60 . 80/T0 CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS S0] - PADRÃO DE FABRICAÇÃO: PADRÃO DE FABRICAÇÃO SMAR T0] - PROTEÇÃO P/ AMBIENTES: PADRÃO INDUSTRIAL NCM: 85371020 - IPI (A INCLUIR) : 15,0 %, ICMS (INCLUSO) : 12,0 %							1.491,69	1.491,69		1.715,44	
2	1	CONTROLADOR COM PORTAS ETHERNET REDUNDANTES CPU800 . T0 CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS T0] - PROTEÇÃO P/ AMBIENTES: PADRÃO INDUSTRIAL NCM: 85371020 - IPI (A INCLUIR) : 15,0 %, ICMS (INCLUSO) : 12,0 %							6.338,03	6.338,03		7.288,73	
3	1	MODULO DF1 - 8 ENTRADAS EM CORRENTE/TENSÃO - COM RESISTOR 250 OHMS DF44 . 80/T0 CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS S0] - PADRÃO DE FABRICAÇÃO: PADRÃO DE FABRICAÇÃO SMAR T0] - PROTEÇÃO P/ AMBIENTES: PADRÃO INDUSTRIAL NCM: 85371020 - IPI (A INCLUIR) : 15,0 %, ICMS (INCLUSO) : 12,0 %							1.584,49	1.584,49		1.822,16	
4	1	MODULO DF1 - 1 GRUPO DE 8 ENTRADAS 24 VDC E 1 GRUPO DE 4 RELES NA (ISOLADAS) DF82 . 80/T0 CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS S0] - PADRÃO DE FABRICAÇÃO: PADRÃO DE FABRICAÇÃO SMAR T0] - PROTEÇÃO P/ AMBIENTES: PADRÃO INDUSTRIAL NCM: 85371020 - IPI (A INCLUIR) : 15,0 %, ICMS (INCLUSO) : 12,0 %							1.246,82	1.246,82		1.433,84	
5	1	RACK C/ 4 SLOTS - COM DIAGNÓSTICO DF83 . T0 CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS S0] - PADRÃO DE FABRICAÇÃO: PADRÃO DE FABRICAÇÃO SMAR T0] - PROTEÇÃO P/ AMBIENTES: PADRÃO INDUSTRIAL NCM: 85371020 - IPI (A INCLUIR) : 15,0 %, ICMS (INCLUSO) : 12,0 %							768,38	768,38		883,64	
6	1	TERMINADOR DO DF1 DF2 . 80/T0 CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS S0] - PADRÃO DE FABRICAÇÃO: PADRÃO DE FABRICAÇÃO SMAR T0] - PROTEÇÃO P/ AMBIENTES: PADRÃO INDUSTRIAL NCM: 85371020 - IPI (A INCLUIR) : 15,0 %, ICMS (INCLUSO) : 12,0 %							149,92	149,92		172,41	
GRUPO 2										R\$ 11.579,33	R\$ 13.316,23		

GRUPO 1: ITENS PROPOSTOS																																						
ITEM	QTD.	PRODUTOS							R\$ UNIT.	R\$ TOTAL	TOTAL + IMP.																											
1	1	MÓDULO SENSOR ; LD30XM 204-0301-M23 . C0/80 CARACTERÍSTICAS [2] - FAIXA: 4,18 A 500 MBAR [3] - MATERIAL DO DIAFRAGMA/FLUIDO DE ENCHIMENTO: HASTELLOY C276 - OLEO SILICONE CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS [C0] - LIMPEZA ESPECIAL: PADRÃO [S0] - PADRÃO DE FABRICACAO: SMAR NCM: 90269090 - IPI (A INCLUIR) : 15,0 %, ICMS (INCLUSO) : 12,0 %							1.939,83	1.939,83	2.230,80																											
2	1	TRANSMISSOR PRESSAO MANOMÉTRICA COM CONTROLE PID INCORPORADO - HART LD301M-23P-V005-011 . A1/D/G/H0/15/M0/P0/80/Y2/U1 CARACTERÍSTICAS [2] - FAIXA: -50 A 50 KPA [3] - MATERIAL DO(S) DIAFRAGMA(S) E FLUIDO DE ENCHIMENTO: HASTELLOY C276 - OLEO SILICONE [P] - MATERIAL DOS(S) FLANGE(S), ADAPTADOR(E(S)) E PURGA(S); CORPO A316 CI / INSERCAO PVDF (ADAPTADOR/PURGA) [V] - MATERIAL DO(S) ANEL(19) DE VEDACAO DA CELULA: VITON [0] - POSICAO DA PURGA: SEM PURGA [0] - INDICADOR LOCAL: SEM INDICADOR [5] - CONEXAO AO PROCESSO: 1/2 - 14 NPT AXIAL (COM INSERTO DE PVDF) [0] - CONEXAO ELETTRICA: 1/2 - 14 NPT [1] - AJUSTE DE ZERO E SPAN: COM AJUSTE LOCAL [1] - SUPORTE DE FIXACAO: PLANO, EM ACO CARBONO. ACES.: ACO CARBONO CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS [A1] - MATERIAL DOS PARAFUSOS E PORCAS DA FLANGE/ADAPT.: EM ACO INOX 316 [D0] - FLANGE: PADRÃO SMAR [G0] - SINAL DE SAIDA: 4 - 20 MA [H0] - MATERIAL DA CARCACA: ALUMINIO (IP/TYPE) [I5] - PLAQUETA DE IDENTIFICACAO: CEPOL: EX-O, EX-I [M0] - CONFIGURACAO NA MEMORIA: COM PID (DISPONIVEL E DESABILITADO) [P0] - PINTURA: CINZA MUNSELL N 6,5 [S0] - PADRÃO DE FABRICACAO: SMAR [Y2] - UNIDADE DO DISPLAY: 1: PRESSAO (UNIDADE DE ENGENHARIA) [J1] - PLAQUETA DE TAG: SEM INSCRIÇÃO DADOS DE OPERAÇÃO <table border="1"> <thead> <tr> <th>QT</th> <th>ALCANCE</th> <th>TAG</th> <th>SERVICO</th> <th>FLUIDO</th> <th>PRESSAO</th> <th>PRESSAO</th> <th>TEMP.</th> <th>TEMP.</th> </tr> <tr> <th></th> <th>0% 100%</th> <th>UN.</th> <th></th> <th>PROCESSO</th> <th>UNIDADE</th> <th>UNIDADE</th> <th>UNIDADE</th> <th>UNIDADE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10 25</td> <td>INHO</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> NCM: 90262090 - IPI (A INCLUIR) : 0,0 %, ICMS (INCLUSO) : 12,0 %							QT	ALCANCE	TAG	SERVICO	FLUIDO	PRESSAO	PRESSAO	TEMP.	TEMP.		0% 100%	UN.		PROCESSO	UNIDADE	UNIDADE	UNIDADE	UNIDADE	1	10 25	INHO	—	—	—	—	—	—	3.893,91	3.893,91	3.893,91
QT	ALCANCE	TAG	SERVICO	FLUIDO	PRESSAO	PRESSAO	TEMP.	TEMP.																														
	0% 100%	UN.		PROCESSO	UNIDADE	UNIDADE	UNIDADE	UNIDADE																														
1	10 25	INHO	—	—	—	—	—	—																														
3	1	TRANSMISSOR PRESSAO MANOMÉTRICA COM CONTROLE PID INCORPORADO - HART LD301M-23P-V015-011 . A1/D/G/H0/15/M0/P0/80/Y2/U1 CARACTERÍSTICAS [2] - FAIXA: -50 A 50 KPA [3] - MATERIAL DO(S) DIAFRAGMA(S) E FLUIDO DE ENCHIMENTO: HASTELLOY C276 - OLEO SILICONE [P] - MATERIAL DOS(S) FLANGE(S), ADAPTADOR(E(S)) E PURGA(S); CORPO A316 CI / INSERCAO PVDF (ADAPTADOR/PURGA) [V] - MATERIAL DO(S) ANEL(19) DE VEDACAO DA CELULA: VITON [0] - POSICAO DA PURGA: SEM PURGA [1] - INDICADOR LOCAL: COM INDICADOR DIGITAL [5] - CONEXAO AO PROCESSO: 1/2 - 14 NPT AXIAL (COM INSERTO DE PVDF) [0] - CONEXAO ELETTRICA: 1/2 - 14 NPT [1] - AJUSTE DE ZERO E SPAN: COM AJUSTE LOCAL [1] - SUPORTE DE FIXACAO: PLANO, EM ACO CARBONO. ACES.: ACO CARBONO CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS [A1] - MATERIAL DOS PARAFUSOS E PORCAS DA FLANGE/ADAPT.: EM ACO INOX 316 [D0] - FLANGE: PADRÃO SMAR [G0] - SINAL DE SAIDA: 4 - 20 MA [H0] - MATERIAL DA CARCACA: ALUMINIO (IP/TYPE) [I5] - PLAQUETA DE IDENTIFICACAO: CEPOL: EX-O, EX-I [M0] - CONFIGURACAO NA MEMORIA: COM PID (DISPONIVEL E DESABILITADO) [P0] - PINTURA: CINZA MUNSELL N 6,5 [S0] - PADRÃO DE FABRICACAO: SMAR [Y2] - UNIDADE DO DISPLAY: 1: PRESSAO (UNIDADE DE ENGENHARIA) [J1] - PLAQUETA DE TAG: SEM INSCRIÇÃO DADOS DE OPERAÇÃO <table border="1"> <thead> <tr> <th>QT</th> <th>ALCANCE</th> <th>TAG</th> <th>SERVICO</th> <th>FLUIDO</th> <th>PRESSAO</th> <th>PRESSAO</th> <th>TEMP.</th> <th>TEMP.</th> </tr> <tr> <th></th> <th>0% 100%</th> <th>UN.</th> <th></th> <th>PROCESSO</th> <th>UNIDADE</th> <th>UNIDADE</th> <th>UNIDADE</th> <th>UNIDADE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10 25</td> <td>INHO</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> NCM: 90262090 - IPI (A INCLUIR) : 0,0 %, ICMS (INCLUSO) : 12,0 %							QT	ALCANCE	TAG	SERVICO	FLUIDO	PRESSAO	PRESSAO	TEMP.	TEMP.		0% 100%	UN.		PROCESSO	UNIDADE	UNIDADE	UNIDADE	UNIDADE	1	10 25	INHO	—	—	—	—	—	—	4.321,96	4.321,96	4.321,96
QT	ALCANCE	TAG	SERVICO	FLUIDO	PRESSAO	PRESSAO	TEMP.	TEMP.																														
	0% 100%	UN.		PROCESSO	UNIDADE	UNIDADE	UNIDADE	UNIDADE																														
1	10 25	INHO	—	—	—	—	—	—																														
GRUPO 1									R\$ 10.155,70	R\$ 10.446,57																												

ANEXO B - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS AÇOS INOXIDÁVEIS

TP (AISI)	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)								PROPRIEDADE MECÂNICA			
	C (max.)	Mn (max.)	P (max.)	S (max.)	Si (min.)	Cr (max.)	Ni (min.)	Outros Elementos	Mpa (kgf/mm ²)		Along. (%) em 2" (min.)	Dureza HRB (max.)
									Limite de Resistência (min.)	Limite de Escoamento (min.)		
304	0,080	2,0	0,045	0,030	1,00	18,0 20,0	8,0 11,0		515 52,6	205 21,0	35	90
304L	0,035	2,00	0,045	0,030	1,00	18,0 20,0	8,0 13,0		485 49,5	170 17,4	35	90
304H 0,100	0,040 0,100	2,00	0,045	0,030	1,00	18,0 20,0	8,0 11,0		515 52,6	205 21,0	35	90
309	0,150	2,00	0,045	0,030	1,00	22,0 24,0	12,0 15,0		515 52,6	170 17,4	35	90
309S	0,080	2,00	0,045	0,030	1,00	22,0 24,0	12,0 15,0	Mo=0,75 max	515 52,6	205 21,0	35	90
310	0,150	2,00	0,045	0,030	1,00	24,0 26,0	19,0 22,0		515 52,6	205 21,0	35	90
310S	0,080	2,00	0,045	0,030	1,00	24,0 26,0	19,0 22,0	Mo=0,75 max	515 52,6	205 21,0	35	90
314	0,250	2,00	0,045	0,030	1,50 3,00	23,6 26,0	19,0 22,0		515 52,6	205 21,0	35	90
316	0,080	2,00	0,045	0,030	1,00	16,0 18,0	11,0 14,0	Mo=2,00-3,00	515 52,6	205 21,0	35	90
316L	0,035	2,00	0,045	0,030	1,00	16,0 18,0	10,0 14,0	Mo=2,00-3,00	485 49,5	170 17,4	35	90
316Ti	0,080	2,00	0,045	0,030	1,00	16,0 18,0	10,0 14,0	Mo=2,00-3,00 Ti=5x(C+n)min.- 0,70max	515 52,6	205 21,0	35	90
317L	0,035	2,00	0,045	0,030	1,00	18,0 20,0	11,0 15,0	Mo=3,00-4,00	515 52,6	205 21,0	35	90
321	0,080	2,00	0,045	0,030	1,00	17,0 19,0	9,0 12,0	Ti=5xC-0,70 max.	515 52,6	205 21,0	35	90
321H 0,100	0,040 0,100	2,00	0,045	0,030	1,00	17,0 19,0	9,0 12,0	Ti=4xCmin. 0,60 max.	515 52,6	205 21,0	35	90
347	0,080	2,00	0,045	0,030	1,00	17,0 19,0	9,0 13,0	Nb+Ta=10xC-1,00 max.	515 52,6	250 21,0	35	90
444	0,025	1,00	0,040	0,030	1,00	17,5 19,5	1,00	Mo=1,75-2,50	415 42,3	205 21,0	20	90
446	0,200	1,50	0,040	0,030	1,00	23,0 27,0	0,75max	N 0,25	485 49,44	275 28,0	20	95
904L	0,020	1,80	0,025	0,015	0,50	20,0	25,0	Mo=4,50 Cu=1,50	500 50,9	220 22,4	35	90

Fonte: Rio Inox (2019)

ANEXO C - PERFIS DE TUBOS EM AÇO INOXIDÁVEL PADRÃO SCHEDULE

Diâmetro Externo		Schedule											
		5-S		10-S		20-S		40-S		80-S		160-S	
POL.	MM	PAREDE	PESO	PAREDE	PESO	PAREDE	PESO	PAREDE	PESO	PAREDE	PESO	PAREDE	PESO
1/8"	10.20	-	-	1.24	0.28	1.50	0.32	1.73	0.37	2.41	0.46	-	-
1/4"	13.72	-	-	1.65	0.50	2.00	0.58	2.24	0.63	3.02	0.81	-	-
3/8"	17.15	-	-	1.65	0.64	2.00	0.75	2.31	0.86	3.20	1.12	-	-
1/2"	21.34	1.65	0.81	2.11	1.02	2.50	1.16	2.77	1.29	3.73	1.64	4.75	1.94
3/4"	26.67	1.65	1.03	2.11	1.30	2.50	1.49	2.87	1.71	3.91	2.22	5.54	2.88
1"	33.40	1.65	1.31	2.77	2.12	3.00	2.25	3.38	2.54	4.55	3.29	6.35	4.24
1.1/4"	42.16	1.65	1.67	2.77	2.73	3.00	2.89	3.56	3.44	4.85	4.54	6.35	5.60
1.1/2"	48.26	1.65	1.93	2.77	3.16	3.00	3.35	3.68	4.11	5.08	5.48	7.14	7.24
2"	60.33	1.65	2.42	2.77	3.98	3.50	4.90	3.91	5.53	5.54	7.58	8.71	11.08
2.1/2"	73.03	2.11	3.75	3.05	5.33	3.50	6.00	5.16	8.75	7.01	11.57	9.53	14.92
3"	88.90	2.11	4.51	3.05	6.45	4.00	8.37	5.49	11.45	7.62	15.48	11.13	21.30
3.1/2"	101.60	2.11	5.17	3.05	7.40	4.00	8.62	5.74	13.76	8.08	18.90	12.70	27.80
4"	114.30	2.11	5.83	3.05	8.35	4.00	10.90	6.02	16.30	8.56	22.62	13.49	33.50
5"	141.30	2.77	9.45	3.40	11.60	5.00	16.80	6.55	22.09	9.53	31.38	15.88	49.10
6"	168.28	2.77	11.30	3.40	13.80	5.00	20.31	7.11	28.65	10.97	43.16	18.24	67.40
8"	219.08	2.77	14.80	3.76	19.90	6.50	34.10	8.18	42.97	12.70	64.57	23.02	111.30
10"	273.05	3.40	22.60	4.19	27.80	6.50	42.70	9.27	60.30	12.70	81.50	28.57	172.20
12"	323.85	3.96	31.40	4.57	36.00	6.50	50.90	9.27	71.90	12.70	97.40	33.34	238.80
14"	355.60	3.96	34.40	4.78	41.30	-	-	-	-	-	-	-	-
16"	406.40	4.20	41.50	4.78	47.30	-	-	-	-	-	-	-	-
18"	457.20	4.20	46.80	4.78	53.20	-	-	-	-	-	-	-	-
20"	508.00	4.78	59.30	5.54	68.60	-	-	-	-	-	-	-	-
24"	609.60	5.54	82.50	6.35	94.50	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Rio Inox (2019)