



Jefferson Luiz Rangel Rios

**Dispositivo servo-hidráulico para introdução
e recuperação de partículas em escoamentos
internos de interesse industrial**

Projeto de Graduação

Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica da PUC-Rio.

Orientador: Maurício Nogueira Frota

Rio de Janeiro
Dezembro de 2017

Agradecimentos

A Deus, pelo milagre da vida e por Cristo Jesus.

A Meus familiares, por todo o suporte, carinho e motivação.

Ao meu Orientador o Professor Maurício Nogueira Frota, pelo auxílio e incansável disposição em busca de um trabalho exemplar.

À PUC-Rio, pelo acesso à sua infraestrutura de pesquisa e excelência do ensino e vida acadêmica.

Ao Programa de Pós-Graduação em Metrologia, pela acolhida no Programa e pelo convite de orientar este TCC de Engenharia Mecânica.

À Light Serviços de Eletricidade S/A, pela oportunidade de participar do desenvolvimento do projeto de P&D Light/Aneel 5161-0010/2016, que inspirou o tema de pesquisa deste TCC de Engenharia Mecânica.

Resumo

Dispositivo servo-hidráulico para introdução e recuperação de partículas em escoamentos internos de interesse industrial

O trabalho teve por objetivo projetar um dispositivo servo-hidráulico capaz de introduzir e recuperar partículas sólidas em escoamentos no interior de tubulações, notadamente escoamentos de interesse industrial. Dentre os requisitos de projeto destacam-se: simplicidade de operação e de acoplamento a equipamentos industriais; automaticidade e mobilidade. O projeto foi desenvolvido com o auxílio de ferramentas computacionais 3D/Software CAD, no caso, *SolidWorks*.

Palavras-chave

inserção e recuperação de partículas sólidas em escoamentos internos;
Dispositivo servo-hidráulico para injeção de esferas.

Abstract

Servo-hydraulic device for introduction and recovery of particles in internal flows of industrial interest

The objective of the work was to design a servo-hydraulic device capable of introducing and recovering solid particles in internal flows, notably flows of industrial interest. Among the design requirements are: simplicity of operation and coupling to industrial equipment; automation and mobility. The project was developed with the design support of 3D computer tools / CAD software, in this case, *SolidWorks*.

Keywords

insertion and recovery of solid particles in internal flows; servo-hydraulic device for ball injection.

Sumário

1	Introdução	8
2	Trocadores de Calor	10
2.1	Equações de governo, correlações e análise da troca de calor	11
2.2	Perda de Carga	14
2.3	Influência do <i>fouling</i> na efetividade do trocador de calor	15
3	Técnica de limpeza com uso de esferas abrasivas	16
3.1	Condições de trabalho das esferas	17
3.2	Vida útil das esferas abrasivas	19
3.3	Tempo de incubação do <i>fouling</i> e situação de uso das esferas	20
4	Critério para avaliação da eficácia do sistema de limpeza	22
5	Protótipo do sistema de limpeza	27
6	Conclusões	29
A	Anexo: Desenhos Construtivos	32

Lista de figuras

1.1	<i>Fouling</i>	9
1.2	Limpeza manual por varetagem.	9
2.1	Trocador de calor casco e tubo aletado.	10
2.2	Esquema de funcionamento de trocador de casco e tubo.	11
3.1	Remoção de incrustação por esfera abrasiva.	17
3.2	Esferas abrasivas em ação.	17
3.3	Evidência da eficácia do processo de limpeza.	17
3.4	Tubos de titânio com manganês após limpeza.	18
3.5	Exemplo de esferas abrasivas	19
3.6	Esfera que excedeu sua vida útil (A); em condição de uso (B).	20
3.7	Etapas de incrustação do <i>fouling</i>	21
4.1	Tubo aletado	22
4.2	Dimensões da aleta circular	23
4.3	Pedras removidas do interior do trocador	25
5.1	Concepção do SIREA	27

Lista de tabelas

4.1 Dados de medição: operação do TC no dia 26/out/17 23

4.2 Dados de medição: operação do TC no dia 06/dez/17 26

1

Introdução

O principal componente da matriz brasileira de geração de energia elétrica é a geração hidrelétrica, que hoje totaliza 61,4% (dados da Aneel) [1] de toda energia gerada. Isso totaliza 99 370 401 kW. A geração hidrelétrica é a alternativa de produção de energia que apresenta a melhor relação entre custos, manutenção, complexidade de operação e eficiência, quando comparada às demais formas de geração. O território brasileiro é muito propício para a implementação desse tipo de geração de energia devido à sua geografia e a abundância de rios com excelente volume d'água.

O represamento de um rio em um plano mais elevado é o início do processo de geração. Uma comporta é responsável por controlar a vazão de água, que desce desse plano mais elevado até o local dos hidrogeradores, que podem fazer uso de diferentes tipos de turbina dependendo do volume de água disponível e altura de queda. De maneira sucinta, o processo pode ser descrito como a transformação da energia potencial gravitacional das águas represadas dos rios em energia cinética nas pás das turbinas, por fim, gerando energia elétrica por meio de um gerador acoplado ao eixo da turbina.

Esse movimento do giro das pás das turbinas provoca um indesejável aumento de temperatura nos mancais que, se não for controlado, pode causar danos às turbinas devido ao efeito de fluência, que deforma mecanicamente as pás e diminuem a eficiência da geração. Trocadores de calor são comumente empregados para fazer o arrefecimento das partes mecânicas e o controle da temperatura dos subsistemas envolvidos. O trocador do tipo casco e tubo atende ao propósito de resfriar os mancais e outros componentes do acoplamento turbina-gerador (hidrogerador). Dentre as alternativas disponíveis, os trocadores de calor convencionais fazem uso de água bombeada do canal de fuga das turbinas (após a geração) para alimentar o sistema de água de resfriamento das partes móveis envolvidas.

As águas que abastecem as usinas hidrelétricas, usualmente oriundas de rios, possuem uma quantidade expressiva de material orgânico, inclusive micro-organismos, que, ao circularem pelos tubos dos trocadores de calor, se fixam nas paredes dando origem ao que se denomina *biofouling* e podem obstruir, por completo, a tubulação comprometendo não apenas a efetividade térmica do trocador mas, também, aumentando os custos de bombeamento e pressão no interior dos tubos. Os tradicionais métodos de remoção de incrustações e limpeza dos trocadores são a varetagem mecânica e o uso de produtos químicos,

nem sempre aceitável dependendo do destino subsequente das águas e causando impactos financeiros resultantes de onerosas paradas técnicas de manutenção que, normalmente requerem a interrupção da geração.

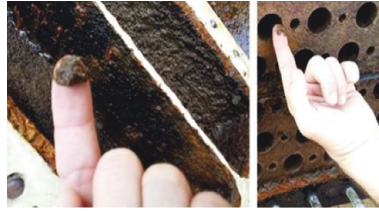


Figura 1.1: *Fouling*

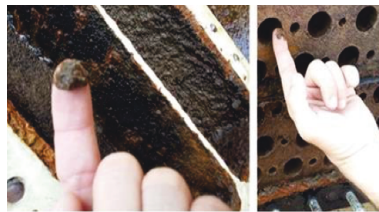


Figura 1.2: Limpeza manual por varetagem.

Esse trabalho de conclusão de curso de Engenharia Mecânica (TCC), tem como objetivo estudar e conceber a construção de um sistema capaz de fazer a limpeza do trocador de calor de maneira online, eliminando a necessidade de dispendiosas e tediosas paradas técnicas para limpeza e manutenção dos trocadores. O Tema de pesquisa foi inspirado em um projeto de P&D em desenvolvimento pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PósMQI/PUC-Rio), cujos desenvolvimentos encontram-se parcialmente reportados na referência [2].

2

Trocadores de Calor

Trocadores de calor são equipamentos que têm como principal função realizar a mudança de estado termodinâmico de um fluido por meio da troca de energia térmica entre os fluidos de trabalho do trocador. Mais especificamente, pela troca de calor entre os chamados "fluido quente" e "fluido frio" do trocador de calor, para referir-se à denominação prática utilizada na indústria. Os fluidos de trabalho mais frequentes são água, diversos tipos de óleo, fluidos refrigerantes, criteriosamente selecionados em função de suas propriedades termo físicas e químicas para a aplicação industrial que se destinam. No mercado há diversos tipos de trocadores de calor disponíveis. Cada um com sua aplicação específica, cujo projeto leva em conta não apenas as cargas térmicas envolvidas, mas dimensões, tipos de escoamento, faixas de temperatura de operação, materiais, dentre outros fatores construtivos. Entre os mais utilizados são vistos os de casco e tubo, de placas paralelas, circular adiabático e de placas aletadas. Contudo, nesse trabalho de conclusão de curso será estudado apenas o trocador casco e tubo, que atende os requisitos técnicos para o tipo de limpeza proposta. A Figura 2.1 ilustra um desses trocadores de calor utilizados no arrefecimento de um hidrogerador da usina Fontes Nova, de propriedade da Light Energia. Já a Figura 2.2 mostra, de forma esquemática, o seu funcionamento.



Figura 2.1: Trocador de calor casco e tubo aletado.

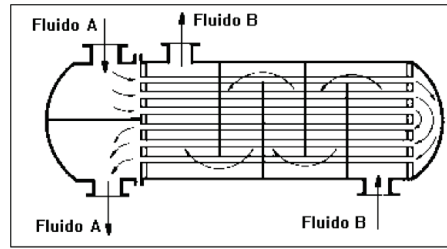


Figura 2.2: Esquema de funcionamento de trocador de casco e tubo.

2.1

Equações de governo, correlações e análise da troca de calor

Dentre as alternativas, descrevem-se, a seguir, duas maneiras de se determinar a troca de calor entre os fluidos de trabalho de um trocador de calor.

2.1.1

Método da média logarítmica das diferenças de temperaturas

O Método da média logarítmica das diferenças de temperaturas (LMTD, da sigla em inglês: *the logarithmic mean temperature difference*) requer que as temperaturas de entrada e de saída dos fluidos sejam conhecidas. Isso implica na necessidade de instalação de medidores de temperatura nos tramos de entrada e de saída do trocador de calor (TC). Evocando-se a teoria de transferência de calor, a LMTD é definida pela seguinte equação:

$$\dot{Q} = UA\Delta T_{ml} \quad (2-1)$$

Nesta equação:

- \dot{Q} - Taxa de calor trocada entre os fluidos de trabalho do TC (W);
- U - Coeficiente global de troca de calor (W/m^2K);
- A - Área da superfície em que ocorre a troca térmica (m^2);
- ΔT_{ml} - Diferença média logarítmica entre as temperaturas dos fluidos (K).

A determinação de cada um dos parâmetros acima é:

$$A = \pi D L_t \quad (2-2)$$

- D - Diâmetro dos tubos (m);
- L_t - Comprimento total dos tubos (m).

A área da superfície em que ocorre a troca térmica dada pela Equação 2-2 é para um tubo não aletado. Na presença de aletas, cujo objetivo é aumentar a área de troca de calor, esta deve ser considerada, e calculada em função da sua geometria e espaçamento entre aletas (passo da aleta). Conforme definido na referência [3], a média logarítmica das diferenças de temperaturas LMTD é definida pela Equação 2-3, a seguir:

$$\Delta T_{ml} = \frac{[(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)]}{\ln\left[\frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}\right]} \quad (2-3)$$

- T_1 - Temperatura de entrada do fluido principal (K);
- T_2 - Temperatura de saída do fluido principal (K);
- t_1 - Temperatura de entrada do fluido secundário (K);
- t_2 - Temperatura de saída do fluido secundário (K).

O cálculo de U pode ser feito pela correlação de Dittus-Boelter [3] (aplicável a escoamentos perfeitamente desenvolvidos), que define o adimensional Número de Nusselt (razão entre os modos de transferência de calor por convecção e por condução). A partir dessa expressão calcula-se o coeficiente de transferência de calor por convecção (h), pré-requisito à determinação do Coeficiente Global de Transferência de Calor (U). Comumente, este coeficiente global não é determinado diretamente devido à complexidade do cálculo requerido, optando-se, pelo cálculo do produto UA .

Para efeitos de projeto, o cálculo de $\frac{1}{UA}$ depende dos parâmetros mostrados na Equação 2-4.

$$\frac{1}{UA} = \frac{1}{(\eta_o h A)_f} + \frac{R''_{d,f}}{(\eta_o A)_f} + R_p + \frac{R''_{d,q}}{(\eta_o A)_q} + \frac{1}{(\eta_o h A)_q} \quad (2-4)$$

- η_o - Eficiência global da superfície ou efetividade da temperatura em uma superfície aletada fria;
- A - Área superficial do fluido (m^2);
- h - Coeficiente convectivo do fluido frio (W/m^2K);
- R''_d - Fator de deposição (m^2K/W);
- R_p - Resistência condutiva da parede (K/W).

Conforme descrito em [3], a eficiência η_o do TC é calculado pela equação 2-5, que leva em conta a eficiência η_a de uma única aleta. Ou seja,

$$\eta_o = 1 - \frac{A_a}{A}(1 - \eta_a) \quad (2-5)$$

- A_a - Área superficial de todas as aletas (m^2);

- A - Área superficial total (m^2);
- η_a - Eficiência de uma única aleta;

Nesta equação, η_a é calculado pela equação 2-6:

$$\eta_a = \frac{\tanh(mL)}{mL} \quad (2-6)$$

- m - Raiz da relação dos coeficientes convectivo e condutivo por metro ($1/m$);
- L - Altura da aleta (m);

$$m = \left(\frac{2h}{kt}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (2-7)$$

- t - Espessura da aleta (m).

Conforme evidencia a Equação 2-4, diversos são os parâmetros, não sendo nada trivial a determinação de cada um deles, cujos erros de cálculo associados, geram erros no cálculo da razão $\frac{1}{UA}$.

Uma maneira de se conseguir um valor de taxa da troca de calor sem a necessidade de tantos cálculos é utilizar o método da efetividade que parte da determinação de um parâmetro que é razão entre a taxa da troca de calor real pela taxa de troca de calor máxima possível. Essa taxa de transferência de calor poderia, em princípio, ser alcançada num trocador de calor contracorrente de comprimento infinito onde um dos fluidos apresentaria a máxima diferença de temperaturas possível, $T_{q,ent} - T_{f,ent}$ [3].

2.1.2

Método da efetividade (ϵ) - NUT

O método anteriormente descrito (MLDT), que comprovadamente produz bons resultados [3], torna-se atraente já que é muito simples quando as temperaturas de entrada e saída dos fluidos envolvidos são conhecidas. No entanto, quando essas temperaturas não são conhecidas, a determinação do calor trocado requer uma série de iterações, que podem ser tediosas do ponto de vista de cálculo, podendo ser computacionalmente onerosas.

A alternativa mais utilizada faz uso do método $\epsilon - NUT$. Esse método relaciona a máxima taxa de troca de calor (calculada com base em temperaturas extremas) que teoricamente pode ser alcançada com a quantidade real fornecida pelo trocador. A efetividade é o parâmetro adimensional dado pela relação entre \dot{Q} (efetivamente trocado) e \dot{Q}_{max} :

$$\epsilon = \frac{\dot{Q}_{real}}{\dot{Q}_{max}} \dots 0 \leq \epsilon \leq 1 \quad (2-8)$$

- ϵ - Efetividade;
- \dot{Q}_{real} - Taxa real de transferência de calor (W);
- \dot{Q}_{max} - Taxa máxima de transferência de calor (W);

Comumente opta-se por um método indireto, a partir da determinação do parâmetro adimensional NUT (em inglês, NTU: *Number of Transfer Units*), definido pela razão entre o produto UA e C_{min} , que é a taxa de capacidade térmica $C(kW/K)$, geralmente conhecido já na fase inicial do projeto do trocador de calor. Assim,

$$NUT = \frac{UA}{C_{min}} \quad (2-9)$$

$$C = \dot{m}c_p \quad (2-10)$$

- \dot{m} - Vazão mássica (kg/s);
- c_p - Calor específico a pressão constante (kJ/kgK);

Na literatura [3], [6], diversas são as expressões que correlacionam ϵ e NUT , dependendo do tipo de trocador, número de passes, natureza do escoamento envolvido, correlações essas que permitem determinar a efetividade ϵ a partir do número de unidades de transferência, ou vice-versa

2.2

Perda de Carga

Certamente o maior interesse na troca de calor entre os fluidos de trabalho do trocador calor é a taxa de energia que ele é capaz de fornecer, ou seja transferir de um fluido para outro. Dentre os fatores impactantes, destaca-se a perda de carga, que resulta de perdas por atrito no escoamento, no caso, um escoamento completamente desenvolvido em tubos de seção constante [4]. Esta perda de carga por atrito é analiticamente expressa pela Equação, a seguir:

$$\Delta p = f \frac{\rho u_m^2}{2D} L \quad (2-11)$$

- Δp - Variação de pressão (Pa);
- f - Fator de atrito;
- u_m - Velocidade média (m/s).

$$u_m = \frac{4\dot{m}}{\pi D^2 \rho} \quad (2-12)$$

- ρ - Densidade do fluido (kg/m^3).

2.3

Influência do *fouling* na efetividade do trocador de calor

A incrustação (*fouling*) e o seu crescimento e acumulação nas paredes dos tubos do trocador reduzem a área transversal do escoamento, por conseguinte reduzindo a troca de calor, conforme evidenciado pelas equações 2-1 e 2-9.

Outro aspecto é a perda de carga, que também aumenta com a restrição da área transversal do escoamento, drasticamente reduzindo a eficácia da troca de calor e aumentando os custos de bombeamento.

A equação 2-13 relaciona a potência da bomba hidráulica utilizada para pressurizar o trocador (i.e.: para forçar o escoamento do fluido de trabalho pelo trocador) com a vazão mássica do fluido de trabalho para vencer a perda de carga imposta:

$$P = \frac{\Delta p \dot{m}}{\rho} \quad (2-13)$$

Esta síntese da teoria descrita neste capítulo cumpre o propósito de apresentar, de forma concisa, as equações que permitem calcular: (i) a transferência de calor entre os fluidos de trabalho de um trocador casco e tubo; (ii) a perda de carga em escoamentos internos de seção constante, que se agrava com a presença do *fouling*; (iii) a potência requerida para vencer a perda de carga no escoamento. O entendimento desses mecanismos contribui para a proposição de alternativas tecnológicas capazes de mitigar o indesejável fenômeno de formação do *fouling* em trocadores de calor, que tão drasticamente comprometem a sua efetividade térmica e impactam no custo de bombeamento dos fluidos de trabalho.

3

Técnica de limpeza com uso de esferas abrasivas

No capítulo anterior foi justificada a necessidade da remoção da incrustação (*fouling* e *biofouling*, esta última, formada por micro-organismos), que se fixam nas paredes internas dos tubos do trocador de calor, drasticamente comprometendo a efetividade térmica e a eficácia hidrodinâmica dos trocadores. Por essa razão, a necessidade imperiosa de se mitigar o indesejável efeito provocado pela presença de qualquer tipo de incrustação nas passagens internas desses dispositivos de arrefecimento térmico utilizados no resfriamento das partes móveis dos sistemas e subsistemas de geração de energia em uma usina hidroelétrica.

A técnica estudada para reduzir o *fouling*, consiste em introduzir esferas abrasivas no fluxo de água de refrigeração que circula no interior dos tubos do trocador de calor. Essa técnica apresenta as seguintes vantagens em relação a outros métodos mecânicos de limpeza: (i) elimina a necessidade de parada do grupo turbina-gerador, assim não interrompendo a geração de energia; (ii) evita interrupção da geração de energia, reduzindo enormes prejuízos financeiros, que resultam da parada da turbina; (iii) acelera e sistematiza o processo de limpeza, mobilizando um menor contingente de operários envolvidos no processo de limpeza manual.

Para assegurar eficácia do processo de limpeza, a esfera utilizada precisa ter um diâmetro ligeiramente maior (no máximo 10%, [5]) superior ao diâmetro interno do tubo. A abrasividade superficial da esfera, aliada à interferência com que a esfera abrasiva circula pela passagem interna dos tubos, contribuem para a remoção, por atrito, do *fouling* que se acumula e deposita nas paredes internas da tubulação [6].

A Figura 3.1 ilustra a passagem (com interferência) de uma dessas esferas no interior dos tubos com o propósito de remover a incrustação. A Figura 3.2 ilustra uma imagem real do processo de visualização do escoamento realizado na chicana do trocador de calor cedido pela Light para permitir um criterioso estudo da hidrodinâmica das esferas ao circularem pelo trocador. Já a Figura 3.3 evidencia a eficácia do processo de limpeza pela ação da esfera abrasiva que visita os tubos, esferas essas transportadas pelo fluxo de água de resfriamento no trocador de calor.

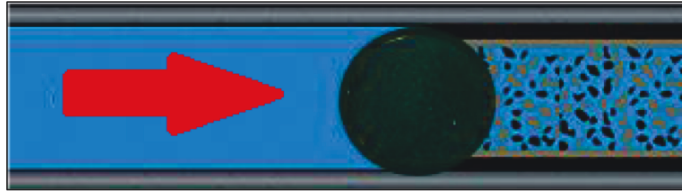


Figura 3.1: Remoção de incrustação por esfera abrasiva.

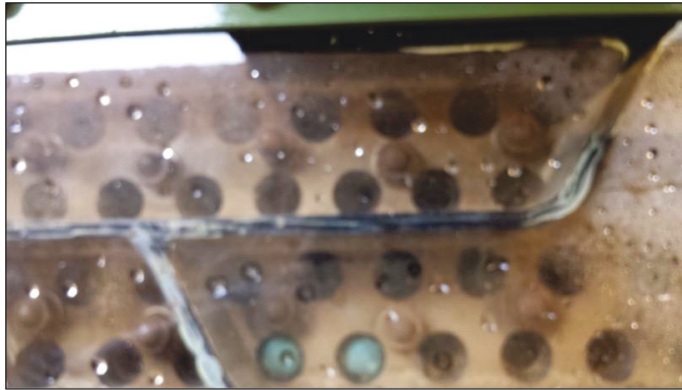


Figura 3.2: Esferas abrasivas em ação.



Figura 3.3: Evidência da eficácia do processo de limpeza.

3.1

Condições de trabalho das esferas

Para garantir uma limpeza eficiente dos tubos do trocador, faz-se necessário assegurar condições mínimas de operação. São elas:

- o diâmetro da esfera, que deve ser ligeiramente maior que o do tubo (cerca de 1%) para esferas rígidas, podendo chegar, no máximo a 10% para o

caso de esferas macias, conforme reportado por Bott [6] e confirmado por [5];

- o uso de esferas com diâmetro inferior ao do tubo não contribuem para a remoção do *fouling*, ao contrário, "martelam" o *fouling* nas paredes, contribuindo para sua fixação;
- esferas cujos diâmetros sejam muito maiores que ao do tubo, podem resultar na obstrução do tubo, por não conseguirem navegar ao longo de seu comprimento, o que agrava o problema ao invés de mitigá-lo.

O material do tubo (cobre, aço galvanizado, aço inoxidável etc.) e a natureza da aplicação do trocador, são determinantes para definir a especificação técnica do tipo de esfera a ser utilizada. Dentre as alternativas disponíveis, as esferas podem ser rígidas ou macias, abrasivas ou não. A frequência de uso dessas esferas depende diretamente das condições (severas ou não) de formação do *fouling*, fenômeno altamente complexo que vem sendo estudado pelos pesquisadores da PUC-Rio [7]. A Figura 3.4 ilustra um caso de tubos especiais, construídos de ligas de titânio e manganês para aumentar a vida útil dos tubos, alternativa essa, entretanto, que encarece o projeto.

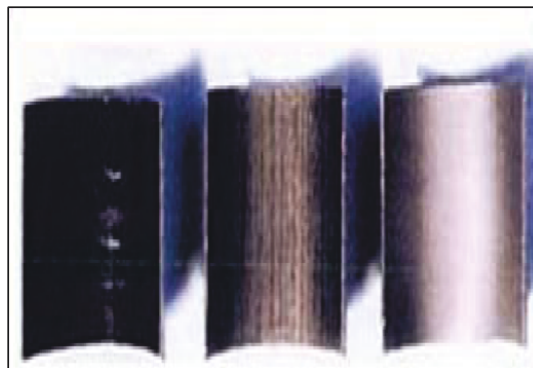


Figura 3.4: Tubos de titânio com manganês após limpeza.

Fonte: Hans, ed. Heat Exchanger Fouling: Mitigation and Cleaning Techniques
(Müller-Steinhagen, 2000)

É fundamental observar que o tipo de esfera a ser selecionado possui papel fundamental no resultado do processo de limpeza, conforme demonstrado por Jalalirad [8], que mostra que se a abrasividade for muito elevada para o tubo, a passagem da esfera causará micro arranhões que favorecem a fixação do *fouling* e a proliferação de eventuais colônias de micro-organismos presentes no escoamento.

A velocidade de circulação das esferas no interior dos tubos do trocador de calor é outro fator importante para se assegurar uma limpeza eficaz. Segundo

Bott [6], para se garantir um processo eficaz de limpeza, as esferas devem circular a uma velocidade da ordem de 2,0 m/s, mais rápidas não conseguem remover a incrustação e menos velozes correm o risco de não circular para vencer o atrito cinético.

Um tradicional fabricante de esferas (Trappoge) recomenda que o total de esferas a ser introduzido por ciclo de limpeza não exceda a 10% do total de tubos existentes no trocador do calor, assim evitando a probabilidade de sua obstrução, regra empírica essa que carece de evidências experimentais. Contudo, cada situação de trabalho requer uma avaliação específica para definir a operação de limpeza.

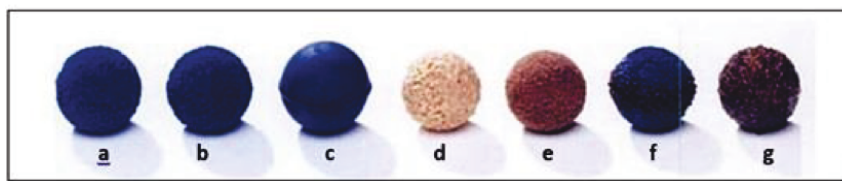


Figura 3.5: Exemplo de esferas abrasivas .

Fonte: Hans, ed. Heat Exchanger Fouling: Mitigation and Cleaning Techniques (Müller-Steinhagen, 2000)

3.2

Vida útil das esferas abrasivas

Como é desejado que as esferas atuem para promover a remoção do *fouling*, sua vida útil é limitada por essa condição de mitigação. Quando as esferas não são capazes de remover de maneira satisfatória a incrustação, esta é considerada ter atingido o fim de sua vida útil, daí precisar ser substituída. Não há como determinar de maneira empírica este tempo de vida da esfera, ou o número de ciclos máximo de uso de uma esfera, pois há uma série de fatores que influem nesse tempo (qualidade da água, natureza química, mecânica e bioquímica do *fouling*, dentre outros). Dentre essa gama extensa de fatores que alteram a vida útil da esfera utilizada, impactam, outros fatores (e.g.: temperatura e pressão de operação, condição de estocagem). Caso haja a presença de sulfato ferroso ($FeSO_4$) em contato com as esferas, esse tempo de vida é sensivelmente reduzido.

Logo, a vida útil apenas pode ser determinada avaliando-se a eficiência do processo de limpeza por esferas, após cada ciclo de uso. Essa avaliação pode ser feita de diversas maneiras. Uma delas é avaliando a perda de carga do trocador de calor, pois, como descrito, a pressão (perda de carga) aumenta com a presença do *fouling*. Outra forma é avaliar a vazão no trocador, que

diminui conforme a incrustação evolui. Quando os valores medidos no final de um determinado ciclo de limpeza não forem mais condizentes com os resultados do final do primeiro ciclo realizado, pode-se considerar o final da vida útil das esferas.

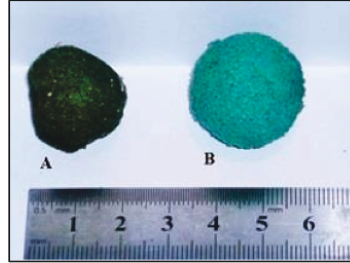


Figura 3.6: Esfera que excedeu sua vida útil (A); em condição de uso (B).

Fonte: Trabalho experimental

3.3

Tempo de incubação do *fouling* e situação de uso das esferas

Conforme demonstrado por diversas análises químicas realizadas nas águas e incrustação coletadas no interior de tubos de trocadores de calor [7], parte expressiva do *fouling* detectado é de natureza bio; i.e.: *biofouling*, formado a partir de colônias de micro-organismo. O seu desenvolvimento acontece a partir do momento em que se fixa na parede interna do tubo do trocador de calor, ali dando início a um complexo fenômeno de crescimento de colônias de micro-organismos que crescem de forma acelerada na presença de oxigênio. Nesse estágio, o *fouling* tem um crescimento muito maior que o apresentado na fase de incubação. Dentre os raros trabalhos encontrados na literatura especializada que trata do tema, um artigo [7] mostra com clareza o processo não-linear de crescimento do *fouling*, que inicia-se com um estágio de incubação, em que a "tubulação resiste" à fixação do *fouling*, seguindo um crescimento exponencial a partir desse estágio. A Figura 3.7 ilustra esse complexo processo, por meio da resistência térmica do *fouling* [9], definida pela equação 3-1, a seguir:

$$R_f = \frac{1}{U} - \frac{1}{U_l} \quad (3-1)$$

Nesta expressão:

- U - Coeficiente global de transferência de calor do sistema e
- U_l - Coeficiente global de transferência de calor, com trocador limpo.

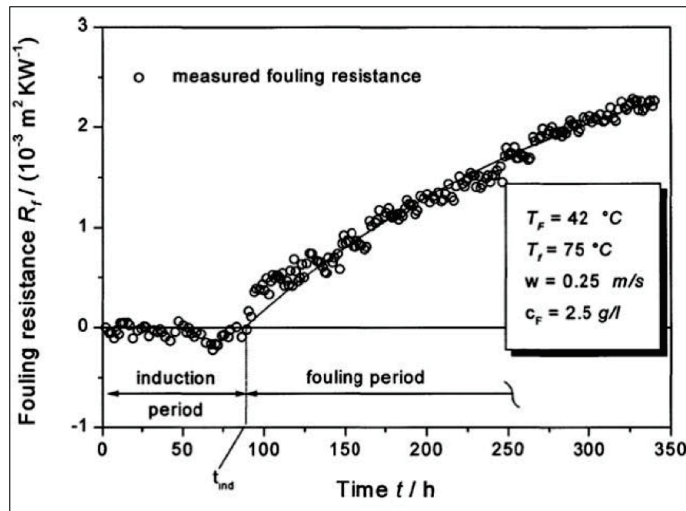


Figura 3.7: Etapas de incrustação do *fouling*

Fonte: Influence of adhesion force Crystal heat exchanger surface on fouling mitigation
(Förster, Augustin e Bohnet, 1999)

Esta Figura 3.7 explicita o que se denomina ‘período de incubação’, que é o tempo inicial do processo de formação do *fouling*, segundo o qual a incrustação ainda não aderiu de forma decisiva às paredes internas da tubulação. No caso particular de *biofouling*, é um período em que os micro-organismos ainda não se consolidaram de forma definitiva nas paredes do tubo, ou seja, a incrustação ainda é inicial. É justamente esse o período ideal para injetar as esferas no escoamento, já que a resistência ao *fouling* nesse período incipiente de formação do *fouling* ainda não impõe grandes resistências ao escoamento.

4

Critério para avaliação da eficácia do sistema de limpeza

A eficácia do sistema de limpeza será avaliada pela efetividade do trocador de calor submetido ao processo de limpeza. Para ilustrar este procedimento utilizaram-se dados reais do monitoramento de um trocador de calor em operação em um dos grupos geradores da usina Fontes Nova, de propriedade da Light, no município de Barra do Piraí, RJ.

A Tabela 4.1, a seguir, resume dados reais de medição, coletados, após vários dias de uso, em um dos trocadores de calor do tipo água - ar utilizados para arrefecimento do hidrogenador instalado na usina. Isto é, dados referentes ao primeiro dia de operação do TC após este ter sido submetido ao processo manual de limpeza por varetagem. No caso em pauta, os dados de medição realizados neste trocador foram utilizados para ilustrar o procedimento de cálculo da efetividade do trocador, efetividade esta tomada como critério de avaliação da eficácia do sistema de limpeza proposto. Para o fluido de trabalho, água, foram medidos: vazão de saída (igual à de entrada) e (ii) pressão e temperatura de entrada e de saída; já para o lado do ar, apenas pressão e temperatura de entrada e de saída (já que a vazão pode ser calculada pelo balanço térmico).

O trocador de calor em questão, ilustrado na Figura 4.1, é do tipo casco e tubo, de 6 passes. Possui 75 tubos aletados cada um com comprimento de 2000 mm, cujas dimensões e passo (7 aletas por polegada) são mostrados na Figura 4.2.



Figura 4.1: Tubo aletado

Tabela 4.1: Dados de medição: operação do TC no dia 26/out/17

		TC#1: Trocador de Calor para acoplamento com SIREA						
		Fluido Água				Fluido: Ar		
Data	Hora	P _{IN}	T _{IN}	P _{OUT}	T _{OUT}	Q	T _{IN}	T _{OUT}
(dd/mm/aa)	hh:mm:ss	(bar)	(°C)	(bar)	(°C)	(m³/h)	(°C)	(°C)
26/10/2017	00:55:00	1,51	24,95	0,66	26,78	41,44	49,48	30,80
26/10/2017	01:55:00	1,49	25,02	0,66	26,87	41,35	49,60	30,82
26/10/2017	02:55:00	1,52	24,78	0,66	26,67	41,54	49,60	30,80
26/10/2017	03:55:00	1,51	24,75	0,66	26,52	41,49	49,60	30,80
26/10/2017	04:55:00	1,46	24,67	0,64	26,60	40,90	49,52	30,80
26/10/2017	05:55:00	1,45	24,65	0,63	26,57	40,64	49,53	30,80
26/10/2017	06:55:00	1,49	24,60	0,66	26,43	40,95	49,43	30,78
26/10/2017	07:55:00	1,53	24,82	0,67	26,42	41,59	49,30	30,73
26/10/2017	08:55:00	1,49	25,08	0,65	26,50	41,29	49,28	30,72
26/10/2017	09:55:00	1,50	25,33	0,66	26,50	41,32	49,27	30,70
26/10/2017	10:55:00	1,54	25,28	0,68	26,57	41,72	49,30	30,68
26/10/2017	11:55:00	1,54	24,38	0,68	26,38	41,72	49,27	30,65
26/10/2017	12:55:00	1,51	24,30	0,66	26,35	41,65	49,45	30,70
26/10/2017	13:55:00	1,57	25,02	0,69	26,32	42,24	49,80	30,80
26/10/2017	14:55:00	1,57	25,47	0,69	26,93	42,26	50,10	30,92
26/10/2017	15:55:00	1,53	25,77	0,65	27,28	41,90	50,60	31,08
26/10/2017	16:55:00	1,56	25,98	0,67	27,43	42,19	50,58	31,07
26/10/2017	17:55:00	1,58	25,80	0,68	27,35	42,22	50,18	31,00
26/10/2017	18:55:00	1,54	25,78	0,67	27,17	41,87	49,77	30,85
26/10/2017	19:55:00	1,51	25,70	0,66	27,02	41,65	49,67	30,80
26/10/2017	20:55:00	1,56	25,45	0,68	26,97	42,08	49,60	30,80
26/10/2017	21:55:00	1,54	25,50	0,68	26,88	41,87	49,62	30,80
26/10/2017	22:55:00	1,52	25,50	0,66	26,82	41,62	49,80	30,82
26/10/2017	23:55:00	1,52	25,47	0,67	26,80	41,61	49,68	30,82
Média		1,52	25,17	0,67	26,76	41,63	49,67	30,81
Desvio Padrão		0,0333	0,4827	0,0147	0,3255	0,4258	0,3691	0,1090
Coef. Variação		2,2%	1,9%	2,2%	1,2%	1,0%	0,7%	0,4%
Valor Mínimo		1,45	24,30	0,63	26,32	40,64	49,27	30,65
Valor Máximo		1,58	25,98	0,69	27,43	42,26	50,60	31,08
Amplitude		0,13	1,68	0,06	1,11	1,62	1,33	0,43



Figura 4.2: Dimensões da aleta circular

- t : espessura da aleta (0,175 mm);
- L : altura da aleta (10,060 mm);
- d : distância (gap) entre aletas (3,480 mm).

Tendo em vista que existem medições sistemáticas disponíveis que viabilizam, diariamente, a vazão métrica por hora da água de resfriamento, temperatura e pressão de entrada e de saída dos fluidos, torna-se possível calcular a taxa da troca de calor real envolvida e também a taxa da troca de calor máxima que seria obtida caso não houvesse incrustação. Disponíveis esses dois valores de \dot{Q}_{real} e $\dot{Q}_{máx}$, pode-se fazer uso da equação 2-8 para se determinar a efetividade do trocador, certamente um parâmetro crítico para definir a eficácia térmica de operação do equipamento.

A transferência de calor (no caso no trocador de calor casco e tubo, com escoamento cruzado), é calculado pela Primeira Lei da Termodinâmica, que, para o presente caso, se escreve na forma:

$$\dot{Q}_{\acute{a}gua} = \dot{m}_{\acute{a}gua} c_{p\acute{a}gua} (T_{\acute{a}gua,sai} - T_{\acute{a}gua,ent}) \quad (4-1)$$

$$\dot{m}_{\acute{a}gua} = Q \frac{\rho}{3600} = 41,63 \frac{1000}{3600} = 11,56 \frac{kg}{s} \quad (4-2)$$

$$c_{p,\acute{a}gua} = 4,184 \frac{kJ}{kg} K \quad (4-3)$$

$$\dot{Q}_{real} = 11,564,184(26,76 - 25,17) \quad (4-4)$$

$$\dot{Q}_{ar} = \dot{m}_{ar} c_{p,ar} (T_{ar,ent} - T_{ar,sai}) \quad (4-5)$$

$$c_{p,ar} = 1,008 \frac{kJ}{kg} K \quad (4-6)$$

$$\dot{Q}_{\acute{a}gua} = \dot{Q}_{ar} = \dot{Q}_{real} \quad (4-7)$$

$$\dot{m}_{ar} = \frac{\dot{Q}_{\acute{a}gua}}{[c_{p,ar}(T_{ar,ent} - T_{ar,sai})]} \quad (4-8)$$

Utilizando a média dos dados do dia 26 de outubro de 2017 de funcionamento do TC (ver Tabela 1) e considerando $c_{p\acute{a}gua}$ e $c_{p,ar}$ obtidos na literatura [9], tem-se que $\dot{Q}_{\acute{a}gua} = 76,77 kW$ e $\dot{m}_{ar} = 4,04 kg/s$.

$$C_{\acute{a}gua} = \dot{m}_{\acute{a}gua} c_{p\acute{a}gua} = 48,38 \frac{kJ}{K} \quad (4-9)$$

$$C_{ar} = \dot{m}_{ar} c_{p,ar} = 4,07 \frac{kJ}{K} \quad (4-10)$$

$$C_{\min} = C_{ar} \quad (4-11)$$

$$\dot{Q}_{\acute{a}gua} = C_{\min} (T_{ar,ent} - T_{\acute{a}gua,ent}) = 99,75 kW \quad (4-12)$$

Resultados esses que permitem calcular a efetividade do trocador de calor em seu primeiro dia de uso, logo após ter sido varetado manualmente para remover o excesso de incrustação.

$$\epsilon = \frac{\dot{Q}_{\acute{a}gua}}{\dot{Q}_{\acute{a}gua}} = 0,770 \quad (4-13)$$

Com o objetivo de avaliar o valor da Efetividade do Trocador após um processo de limpeza, ainda que parcial, no dia 1/dez/2017, o trocador monitorado foi submetido a um processo parcial de limpeza por inversão de fluxo com água bombeada por uma bomba auxiliar de 20 HP, que se constitui

numa alternativa de limpeza mais rápida do que a varetagem manual, já que não requer a parada das turbinas e a desmontagem do trocador de calor.

Conforme documentado num dos Relatórios do Projeto de P&D que motivou este trabalho de TCC [2], a Figura 4.3 ilustra pedras de tamanho considerável retiradas do interior do trocador de calor (possivelmente alojadas na chicana) durante este processo de reversão de fluxo, pedras essas indesejavelmente alojadas no interior do trocador, bloqueando o escoamento do fluxo de água de resfriamento do trocador.

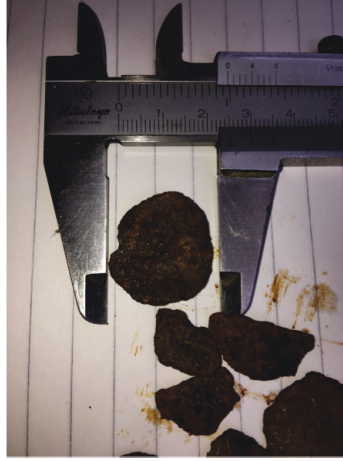


Figura 4.3: Pedras removidas do interior do trocador

A Tabela 4.2, a seguir, apresenta resultados de medição realizadas no mesmo trocador de calor, porém em data mais recente (6 de dez/2017; i.e.: 41 dias após os dados que resultaram num valor de Efetividade de 77,0%).

Utilizando a média dos dados do dia e tomando os mesmos valores de cp_{gua} e cp_{ar} usados na mesma tabela, tem-se que $\dot{m}_{\acute{a}gua} = 11,34kg/s$, $\dot{Q}_{\acute{a}gua} = 105,91kW$ e $\dot{m} = 5,97kg/s$.

$$C_{\acute{a}gua} = \dot{m}_{\acute{a}gua}cp_{\acute{a}gua} = 41,44 \frac{kW}{K} \quad (4-14)$$

$$C_{ar} = \dot{m}_{ar}cp_{ar} = 6,01kW/K \quad (4-15)$$

$$\epsilon = \frac{\dot{Q}_{\acute{a}gua}}{\dot{Q}_{real}} = 0,796 \quad (4-16)$$

Como era de se esperar, embora a efetividade deveria decrescer já que a incrustação aumenta com o tempo de uso, neste caso em particular, observa-se que a efetividade sofreu um aumento de 3,3% (passou de 0,770 para 0,796), tendo em vista que no dia 01 de dezembro, o trocador foi submetido a um novo processo de limpeza (reversão de fluxo), que retirou pedras que estavam

Tabela 4.2: Dados de medição: operação do TC no dia 06/dez/17

		TC#1: Trocador de Calor para acoplamento com SIREA						
		Fluido Água				Fluido: Ar		
Data	Hora	P _{IN}	T _{IN}	P _{OUT}	T _{OUT}	Q	T _{IN}	T _{OUT}
(dd/mm/aa)	hh:min:s	(bar)	(°C)	(bar)	(°C)	(m³/h)	(°C)	(°C)
06/12/2017	00:55:00	1,74	27,83	0,73	30,10	40,24	49,83	32,37
06/12/2017	01:55:00	1,83	27,83	0,79	30,10	41,15	49,82	32,35
06/12/2017	02:55:00	1,84	27,80	0,80	30,10	41,30	49,80	32,32
06/12/2017	03:55:00	1,74	27,82	0,74	30,10	40,31	49,75	32,32
06/12/2017	04:55:00	1,83	27,82	0,80	30,10	41,18	49,73	32,30
06/12/2017	05:55:00	1,83	27,83	0,78	30,10	41,21	49,95	32,35
06/12/2017	06:55:00	1,74	27,83	0,74	30,07	40,33	50,00	32,35
06/12/2017	07:55:00	1,84	27,85	0,79	30,03	41,15	50,02	32,40
06/12/2017	08:55:00	1,85	27,85	0,81	30,10	41,25	50,10	32,47
06/12/2017	09:55:00	1,75	27,80	0,74	30,07	40,25	50,10	32,47
06/12/2017	10:55:00	1,85	27,85	0,79	30,10	41,11	50,03	32,50
06/12/2017	11:55:00	1,85	28,00	0,80	30,10	41,23	50,07	32,50
06/12/2017	12:55:00	1,71	27,95	0,73	30,10	40,03	50,00	32,47
06/12/2017	13:55:00	1,84	28,07	0,80	30,22	40,89	50,20	32,57
06/12/2017	14:55:00	1,82	28,13	0,78	30,32	40,58	50,42	32,62
06/12/2017	15:55:00	1,80	28,17	0,76	30,40	40,87	50,53	32,62
06/12/2017	16:55:00	1,86	28,22	0,79	30,48	41,26	50,43	32,63
06/12/2017	17:55:00	1,71	28,22	0,74	30,52	40,08	50,23	32,60
06/12/2017	18:55:00	1,86	28,28	0,81	30,50	41,29	50,12	32,62
06/12/2017	19:55:00	1,82	28,30	0,78	30,50	40,98	50,18	32,72
06/12/2017	20:55:00	1,79	28,17	0,76	30,40	40,58	50,30	32,60
06/12/2017	21:55:00	1,85	28,12	0,80	30,33	41,19	50,28	32,60
06/12/2017	22:55:00	1,75	28,05	0,75	30,30	40,29	50,38	32,60
06/12/2017	23:55:00	1,86	28,08	0,79	30,30	41,04	50,35	32,60
Média		1,81	27,99	0,78	30,23	40,82	50,11	32,50
Desvio Padrão		0,0511	0,1742	0,0270	0,1666	0,4437	0,2281	0,1260
Coef. Variação		2,8%	0,6%	3,5%	0,6%	1,1%	0,5%	0,4%
Valor Mínimo		1,71	27,80	0,73	30,03	40,03	49,73	32,30
Valor Máximo		1,86	28,30	0,81	30,52	41,30	50,53	32,72
Amplitude		0,15	0,50	0,08	0,49	1,27	0,80	0,42

alojadas no seu interior pela desativação do filtro de entrada do anel central de água de refrigeração da usina que foi danificado após vários anos de uso e falta de manutenção preventiva.

Os cálculos apresentados confirmam que, de fato, a efetividade do trocador é afetada pela presença de incrustações que obstruem as passagens internas do trocador.

O que o projeto de P&D em curso [2] deseja é mostrar que é possível manter o valor da efetividade do TC em níveis adequados, desde que este seja submetido a processos de limpeza sistemáticos, por meio de esferas abrasivas que, espera-se, possam circular com periodicidade controlada pelo interior dos tubos do trocador.

5

Protótipo do sistema de limpeza

Um sistema servo-hidráulico foi concebido para injetar esferas abrasivas no interior dos tubos do trocador de calor com o propósito de remover indesejáveis incrustações (*fouling*) que se acumulam e aderem às paredes do tubo, drasticamente comprometendo a eficácia térmica de operação do trocador. O caráter inovador da proposta reside na habilidade do sistema de recuperar as esferas após cada ciclo de limpeza, sem a necessidade de interromper a geração. Uma bomba hidráulica, responsável pelo escoamento do fluido de trabalho do trocador (água) que transporta as esferas, foi dimensionada para assegurar que as esferas sejam capazes de circular com velocidade em torno de 2 m/s, que é a velocidade referenciada na literatura especializada para garantir eficácia do processo de limpeza. Velocidades mais altas comprometem o processo de limpeza e mais baixas, aumentam a probabilidade de as esferas ficarem retidas nos tubos do trocador.

O sistema concebido não só garante as condições de funcionamento requeridas pela alternativa tecnológica de limpeza de trocadores, como, também, atribui mobilidade ao conjunto, permitindo intercambialidade com outros equipamentos.

A figura 5.1 ilustra o equipamento concebido, desenhado em escala proporcional por meio do software *SolidWorks*.

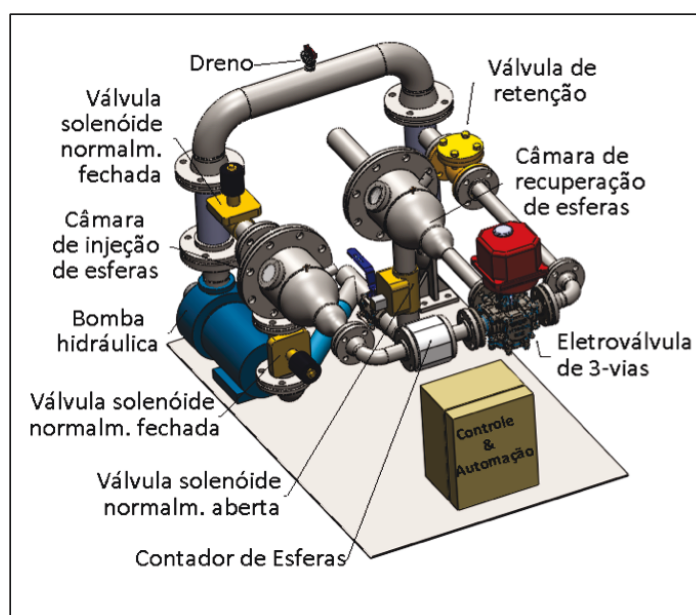


Figura 5.1: Concepção do SIREA

O anexo deste trabalho de conclusão de curso documenta os desenhos construtivos dos elementos que compõem o sistema.

Conforme ilustrado na figura, o equipamento está equipado com o dispositivo (CONDE) – resultado do TCC de outro aluno do Departamento de Engenharia Mecânica [11] – que possui duas funções: (i) contar a quantidade de esferas injetadas e recuperadas após cada ciclo de limpeza e (ii) gerar sinais lógicos para controle das eletroválvulas do sistema de automação embarcado, trabalho de outro TCC de Engenharia Mecânica [12]. O CONDE opera com sensores opto eletrônicos (um par emissor- receptor), que trabalham na faixa do infravermelho, que responde pela interrupção do feixe sempre que uma esfera em circulação o interrompe. Para evitar falsos positivos pela passagem de bolhas ou detritos que se desprendem do trocador, o sistema opera com redundância pelo funcionamento de um segundo par emissor-receptor, instalado a jusante, montagem que então permite a determinação da velocidade de circulação das esferas.

O Sistema de limpeza possui duas câmaras, a Câmara de injeção de esferas (onde as esferas são inseridas) e a Câmara de Recuperação, onde as esferas são alojadas após cada ciclo de limpeza. O sistema permite a transferência das esferas entre essas câmaras, quantas vezes forem necessárias, assim realizando um processo de limpeza das esferas sempre que o operador julgar necessário, com base em inspeção das esferas após sua recuperação ao término de cada ciclo de limpeza. As câmaras possuem peneiras que fazem a separação das esferas, evitando que estas sejam descartadas na descarga do sistema.

6

Conclusões

Conforme documentado no Anexo, o projeto de um sistema alternativo de limpeza de trocadores de calor, com aplicação no resfriamento de hidrogenadores, foi concluído e detalhado, documentando cada etapa do projeto construtivo. O projeto desenvolveu-se com o auxílio de uma ferramenta computacional (*SolidWorks*) de grande interesse em engenharia mecânica, já que não apenas instrumenta as operações de desenho, como, também, permite análise de tensões mecânicas nos componentes.

Este foi o tema deste trabalho de conclusão de curso de Engenharia Mecânica, desenvolvido no âmbito do projeto de P&D Light/Aneel 5161-010/2016, em desenvolvimento por uma equipe de pesquisadores do Programa de Metrologia da PUC-Rio, processo de trabalho de conclusão de curso este que já prevê continuidade como tema de Mestrado do Programa.

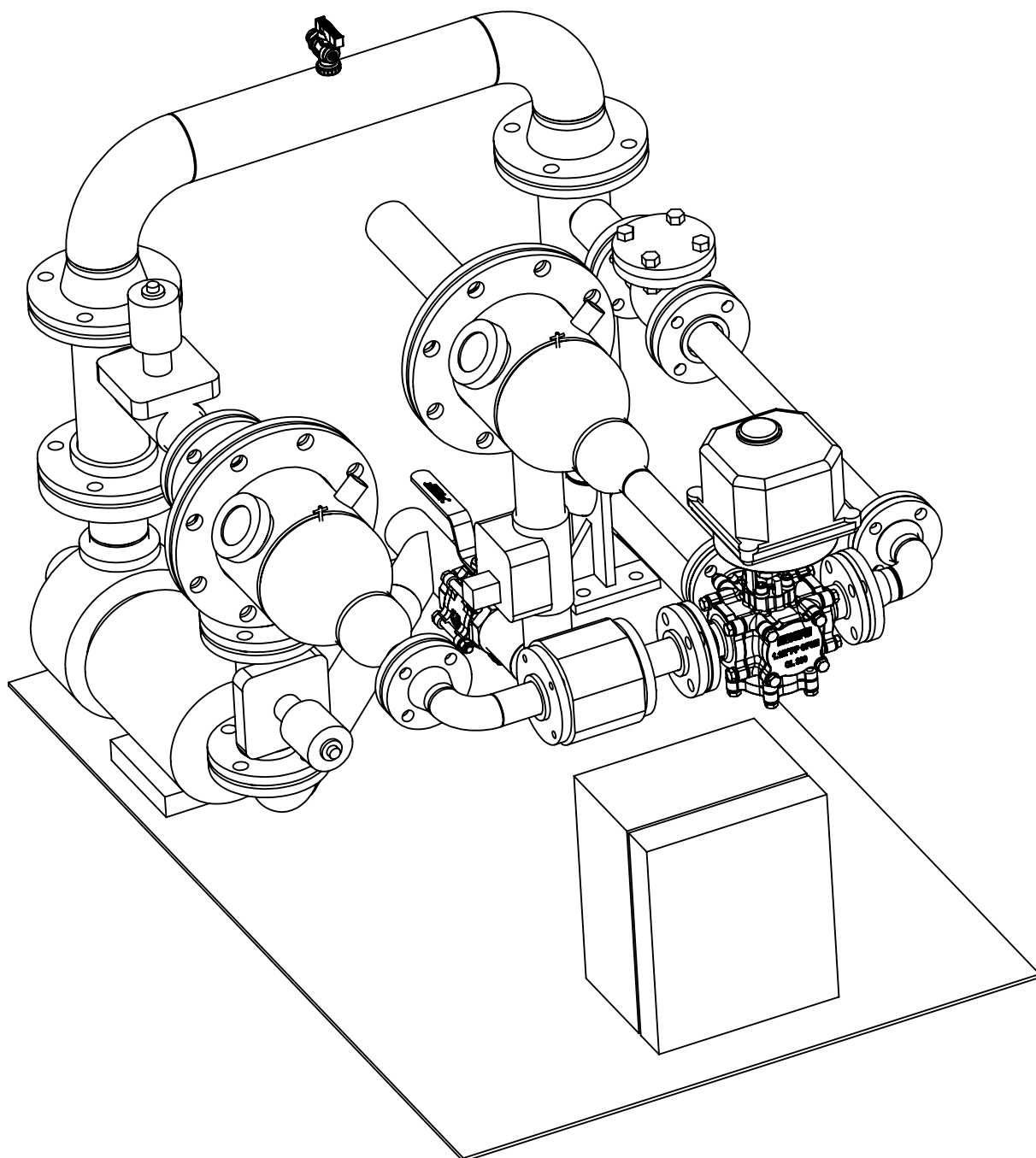
Referências Bibliográficas

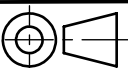

- [1] Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>.
- [2] Frota M.N et all. Relatório Técnico Light/Aneel #11, Ref. 5161-0010/2016-E2, Final Etapa 2, Ano 1 do Projeto de P&D. Adequação e validação de um Sistema alternativo de limpeza de trocadores de calor de hidrogeradores, por esferas abrasivas, sem a interrupção da geração. 57 pp; set. 2017.
- [3] BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S.; INCROPERA, F.P.; DEWITT, D.P.; Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa, 7a edição, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., R. J., 2016.
- [4] Fox, R.W.; McDonald, A.T.;Pritchard, P.J.; Introdução à Mecânica dos Fluidos, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., R. J., 8ª ed.,2014
- [5] Frota M.N. e Hollandino V.O.Jr., Rios J.L.R; Valente G.P. Relatório Técnico Light/Aneel #10, Ref. 5161-0010/2016-E4, Final Etapa 4, Ano 1 do Projeto de P&D. Estudo do comportamento elástico de esferas abrasivas utilizadas como artefatos de um sistema de limpeza de trocadores de calor de hidrogeradores. 30 pp. set. 2017.
- [6] BOTT, T. R. Fouling of Heat Exchangers. Elsevier, 1995. ISBN 0080531903. Disponível em: < <https://www.elsevier.com/books/fouling-of-heatexchangers/bott/978-0-444-82186-7>>
- [7] Frota M.N.; Österreicher P.; Aucélio R.Q.; Godoy J.M.; Valente G.P., Relatório Técnico Light/Aneel #13, Ref. 5161-0010/2016-E3, Final Etapa 3, Ano 1 do Projeto de P&D. Estudo sobre as águas que abastecem a usina Fontes Nova e reflexões sobre o fenômeno de formação de biofilmes. 83 pp; nov. 2017.
- [8] JALALIRAD, M. R.; ABD-ELHADY, M. S.; MALAYERI, M. R. Cleaning action of spherical projectiles in tubular heat exchangers. International Journal of Heat and Mass Transfer, v. 57, n. 2, p. 491-499, 2// 2013. ISSN 0017-9310. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001793101200837X>>.
- [9] FÖRSTER, M.; AUGUSTIN, W.; BOHNET, M. Influence of the adhesion force crystal/heat exchanger surface on fouling mitigation.

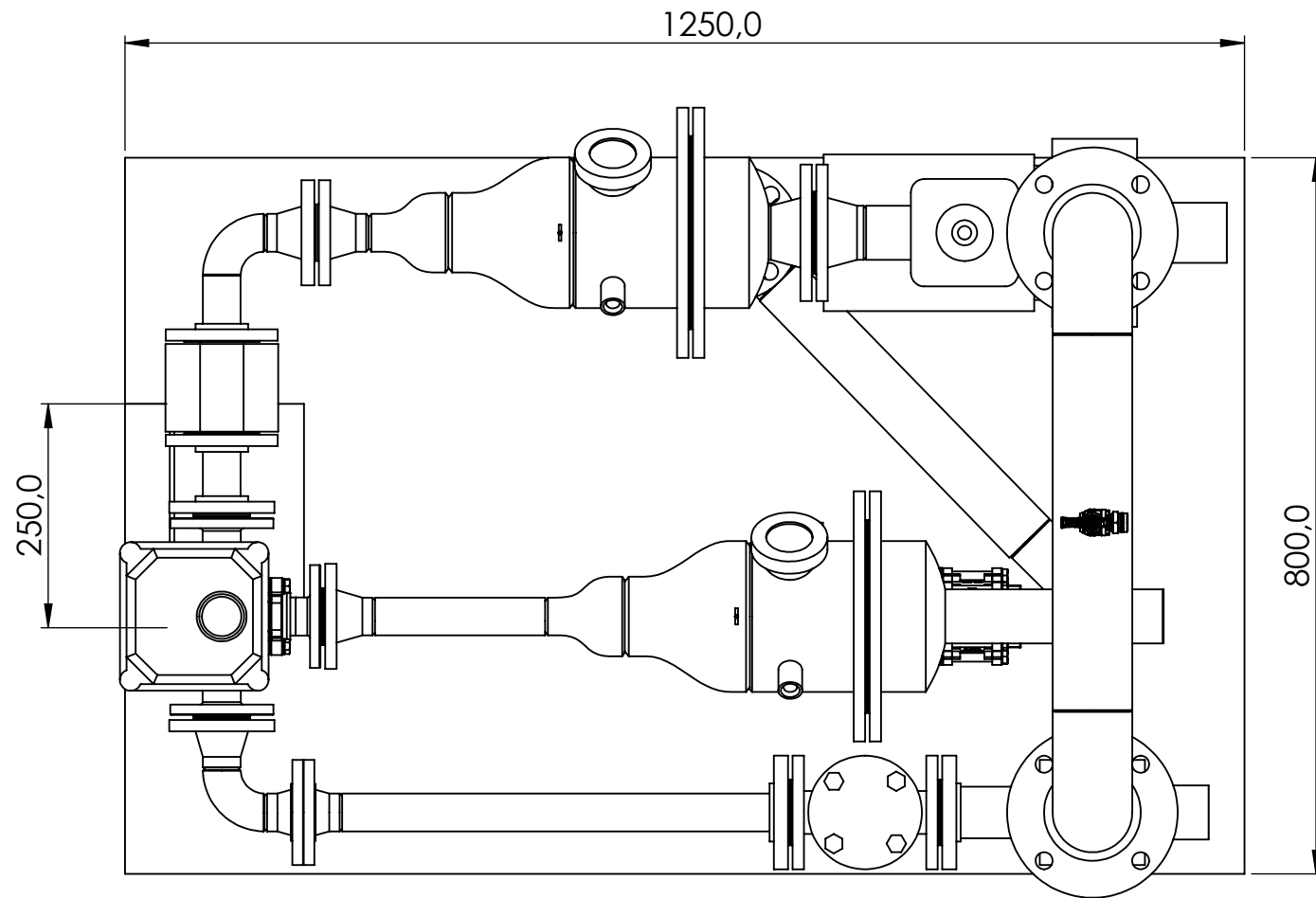
- v. 38, n. Issues 46, p.449461, September 1999. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0255-2701\(99\)00042-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0255-2701(99)00042-2)>.
- [10] BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E.; Fundamentos da Termodinâmica Série Van Wylen, Editora Edgard Blücher Ltda, S.P., 7^a ed, 2009.
- [11] DE OLIVEIRA, K. C. Projeto e desenvolvimento de um sistema opto eletrônico para contagem automática de esferas abrasivas mitigadoras de incrustações em trocadores de calor. 2016. Trabalho de Graduação (Graduação em Mecânica), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC Rio, Rio de Janeiro, 2016.
- [12] PAIXÃO, C. M. automação de uma alternativa tecnológica concebida para realizar a limpeza de trocadores de calor por esferas abrasivas. 2017. Trabalho de Graduação (Graduação em Mecânica), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC Rio, Rio de Janeiro, 2017.

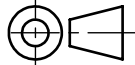

A

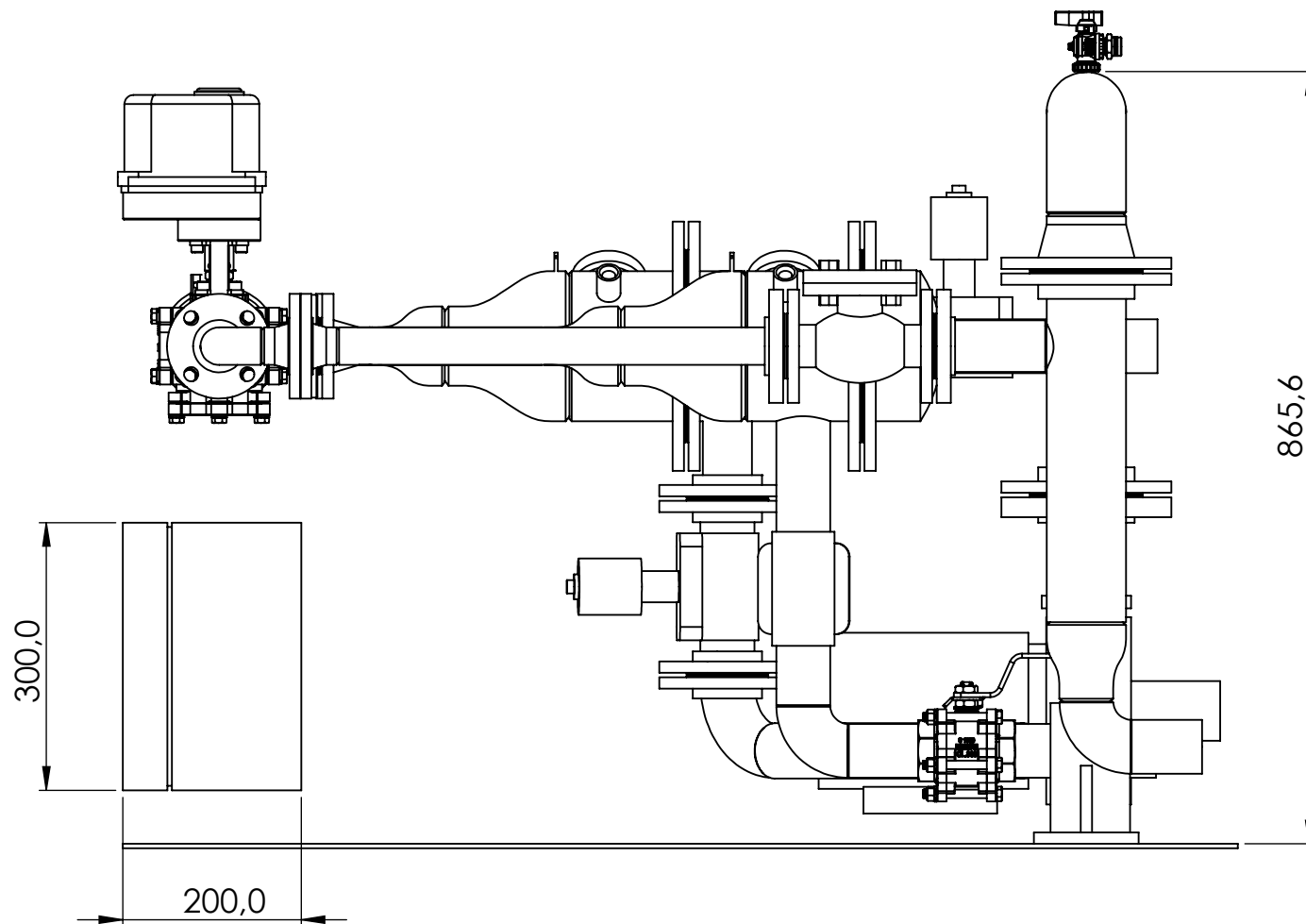
Anexo: Desenhos Construtivos

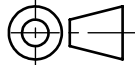



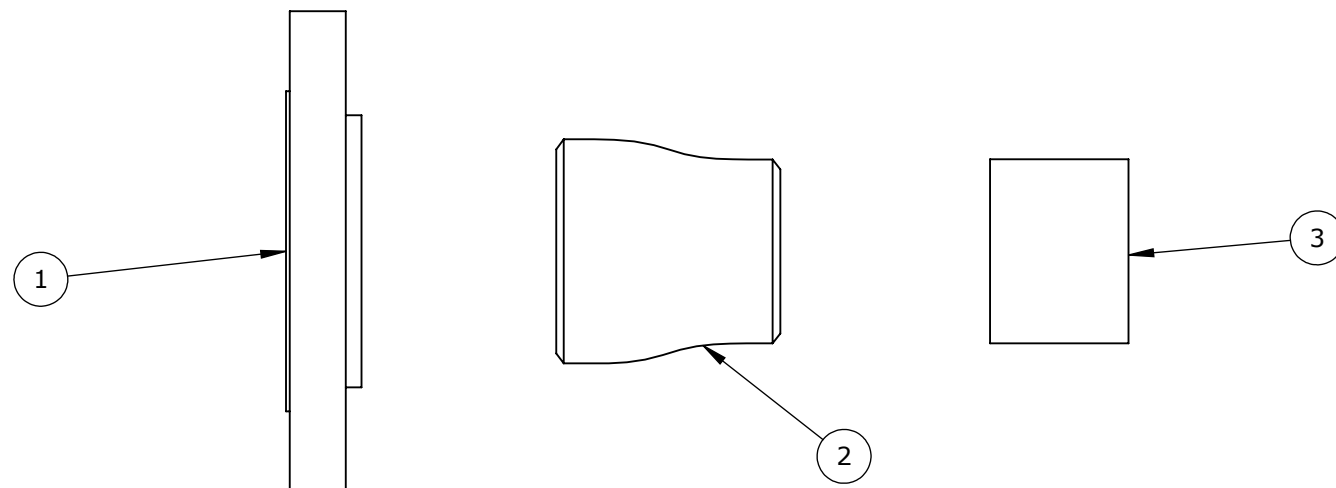
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: SIREA					
Código da montagem: SIREA					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC: 1:8	FOLHA 1 DE 7	A4



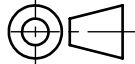

Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: SIREA					
Código da montagem: SIREA					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:8	FOLHA 2 DE 7	A4

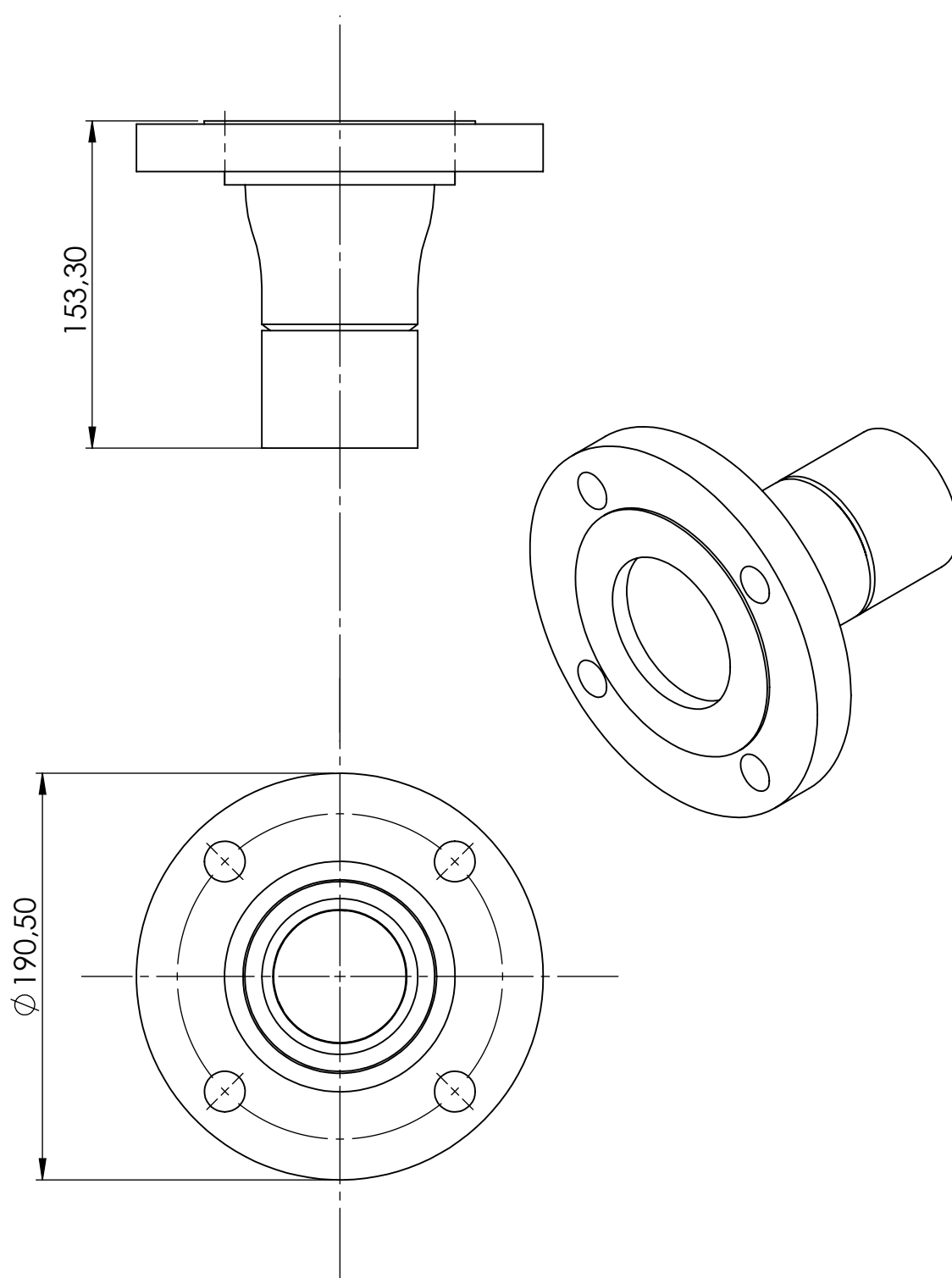


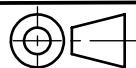

Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: SIREA					
Código da montagem: SIREA					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:8	FOLHA 3 DE 7	A4

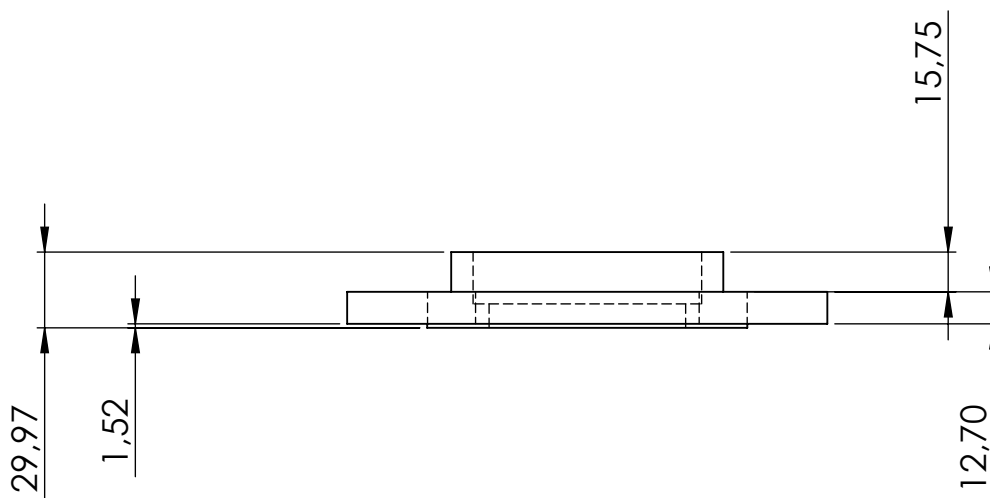
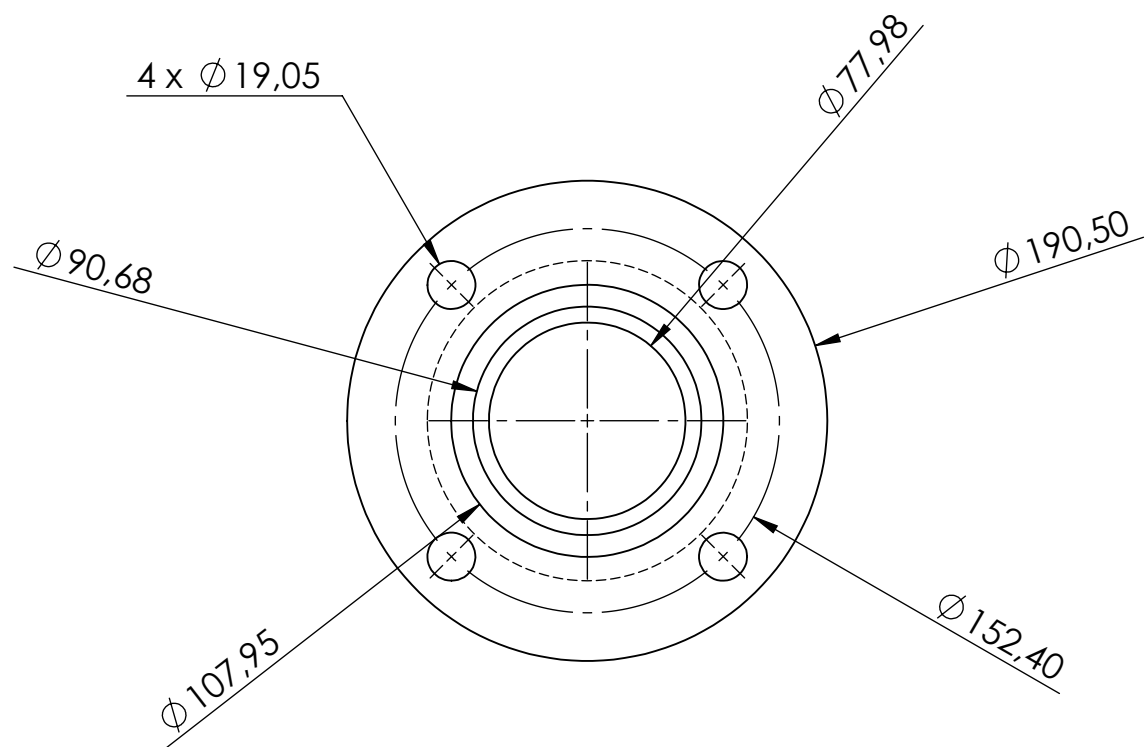


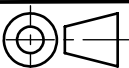
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flange de encaixe 3pol	FLG SKW 3	1
2	Redução Concêntrica 3" x 2,5"	R C 3" x 2,5"	1
3	Tubo 2.1/2" - 01	T 2,5" - 01	1

Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da montagem: Conjunto 01							
Código da montagem: C 01							
Autor:				UNIDADE: mm			
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 08/12/2017		REV.	ESC:1:3	FOLHA 1 DE 5	A4

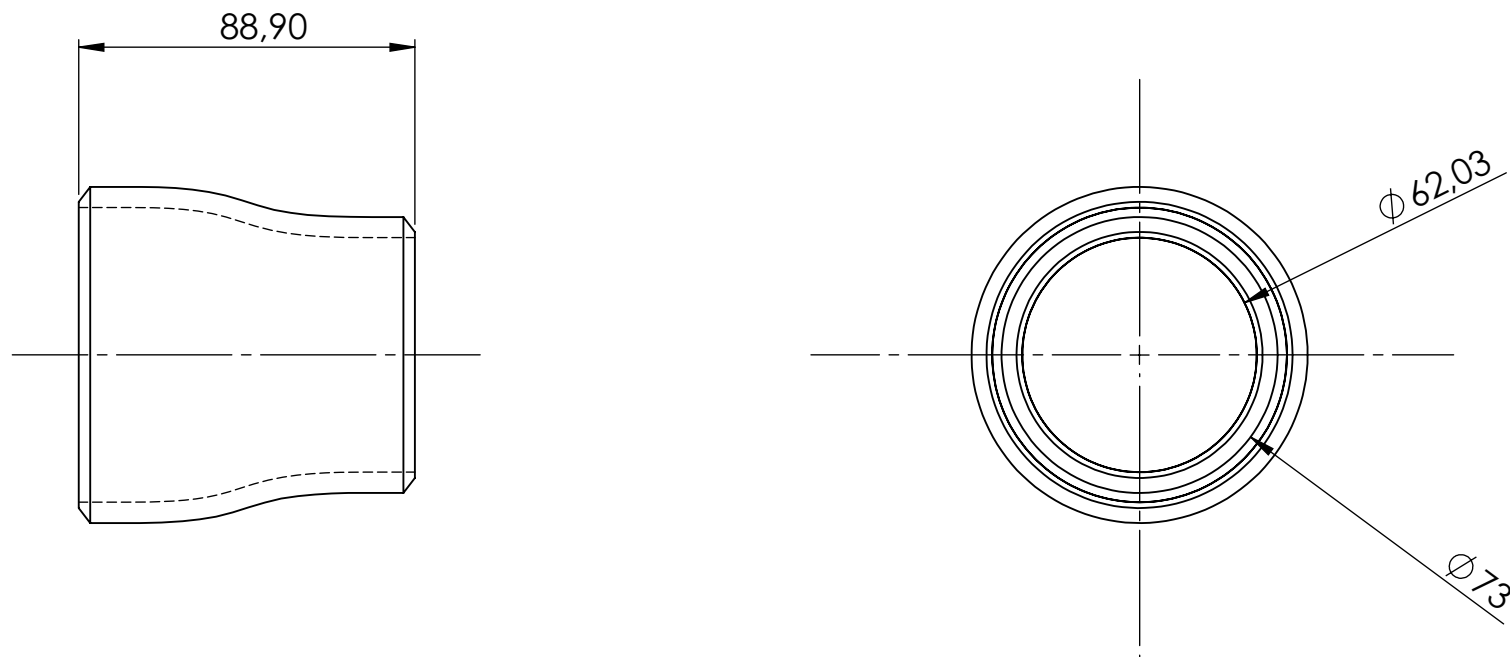



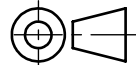
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 01					
Código da montagem: C 01					
Autor:		UNIDADE: mm			
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro	Data: 08/12/2017	REV.	ESC: 1:3	FOLHA 2 DE 5	A4

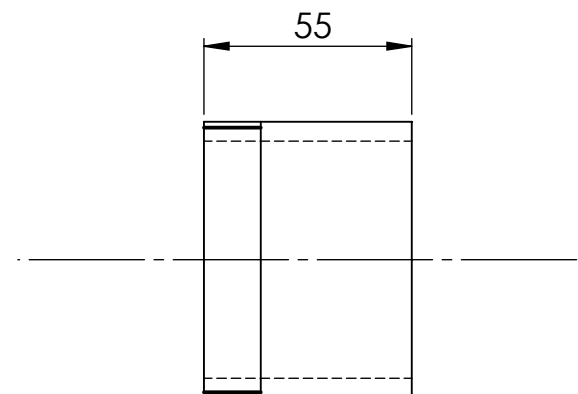
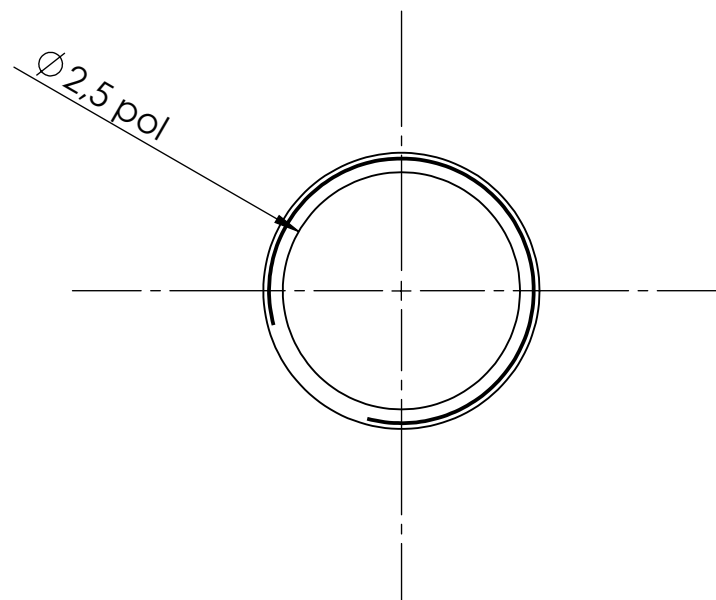


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:	
Identificação do desenho: SIREA			
Nome da peça: Flg encaixe 3pol			
Código da peça: FLG SKW 3		Nº da peça:	
Material: AISI 304			
Autor:			
Assinatura:			
Local: Rio de Janeiro		Data: 08/12/2017	
REV.		ESC:1:3	
FOLHA 3 DE 5		A4	

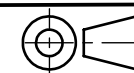


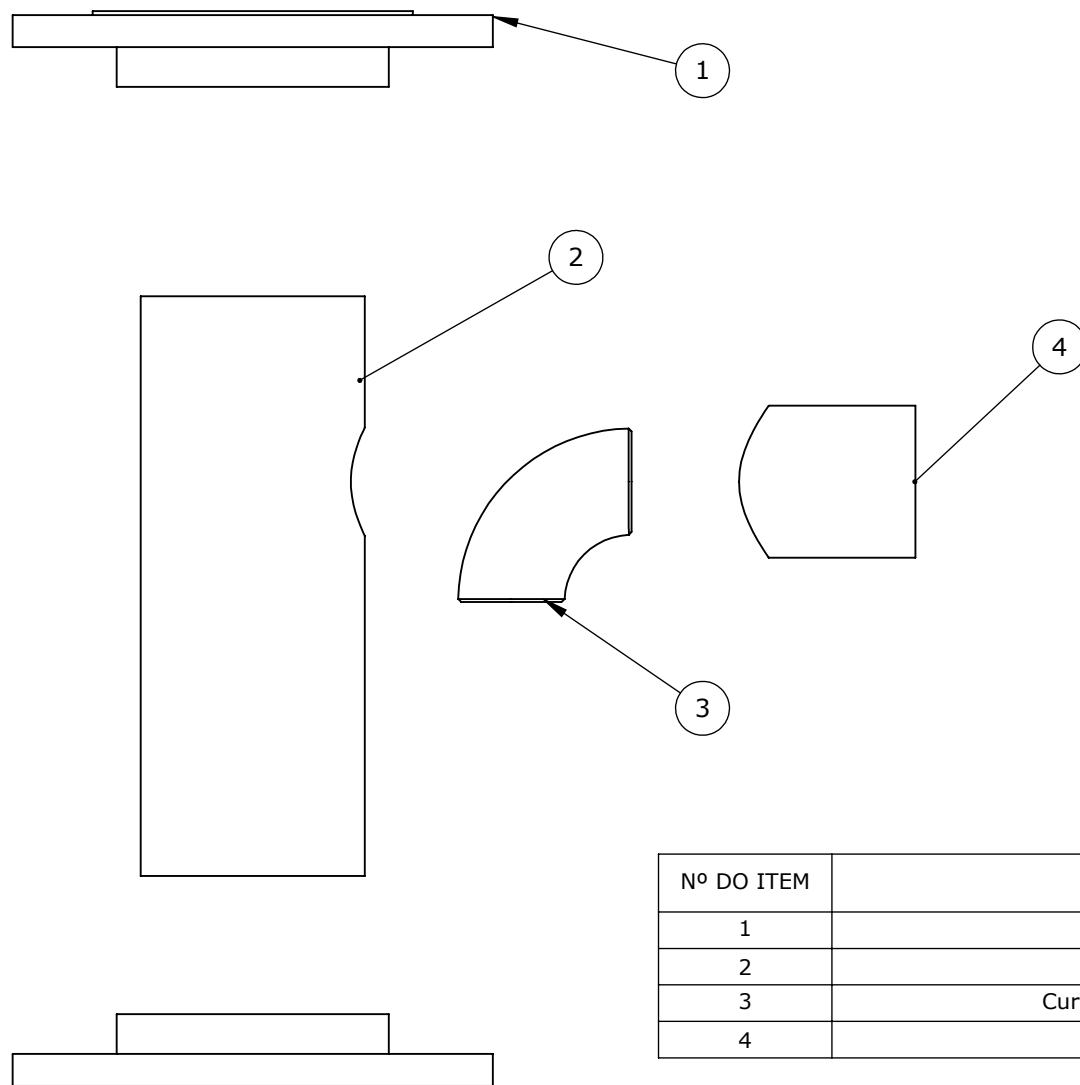


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Redução Concêntrica 3" x 2,5"							
Código da peça: R C 3" x 2,5"		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 08/12/2017		REV. 00	ESC: 1:2	FOLHA 4 DE 5	A4

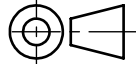



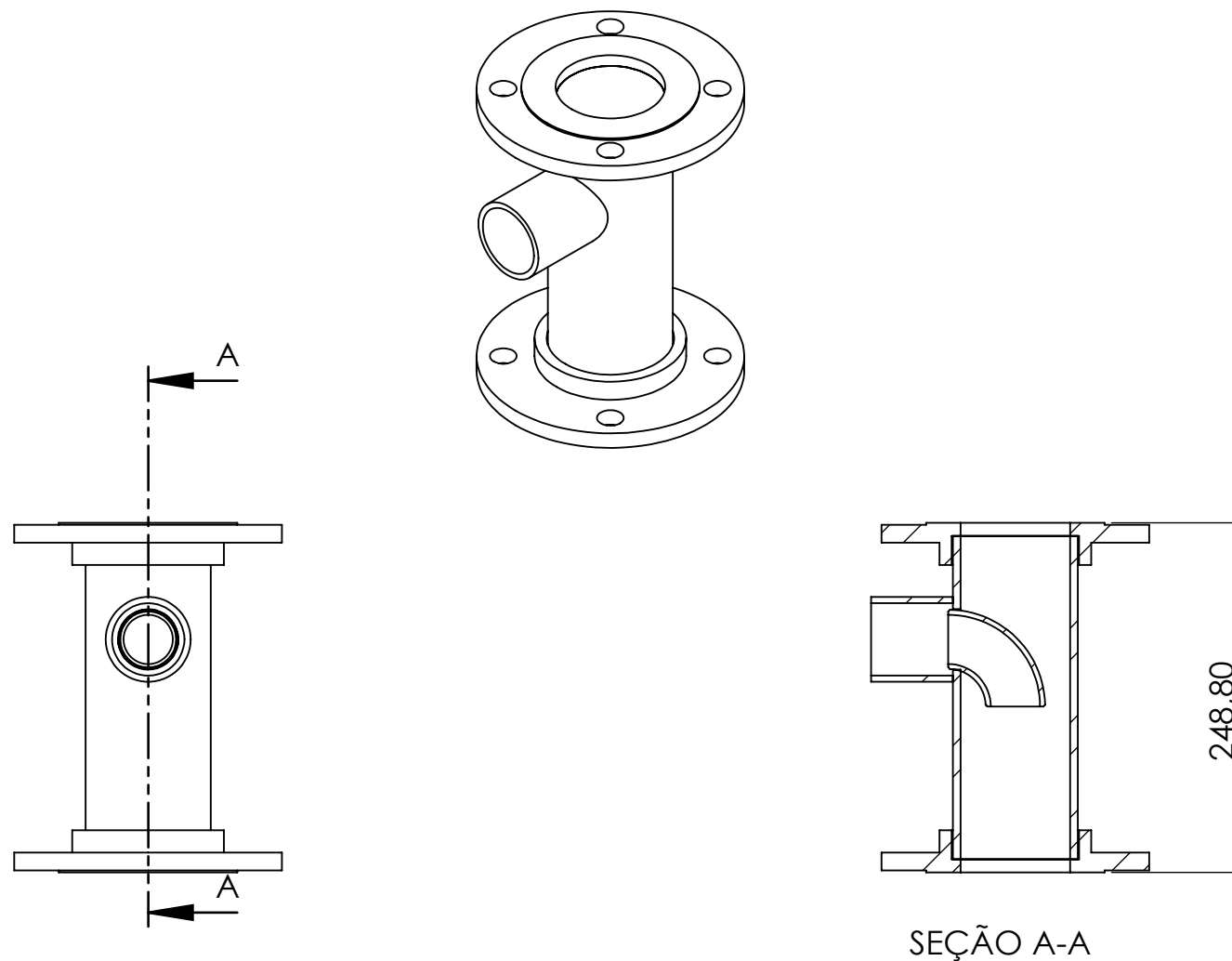
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:	
Identificação do desenho: SIREA			
Nome da peça: Tubo 2.1/2" - 01			
Código da peça: T 2,5" - 01		Número da peça:	
Material: AISI 304			
Autor:			
Assinatura:			
Local: Rio de Janeiro		Data: 08/12/2017	
REV.		ESC: 1:2	
FOLHA 5 DE 5		A4	

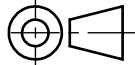



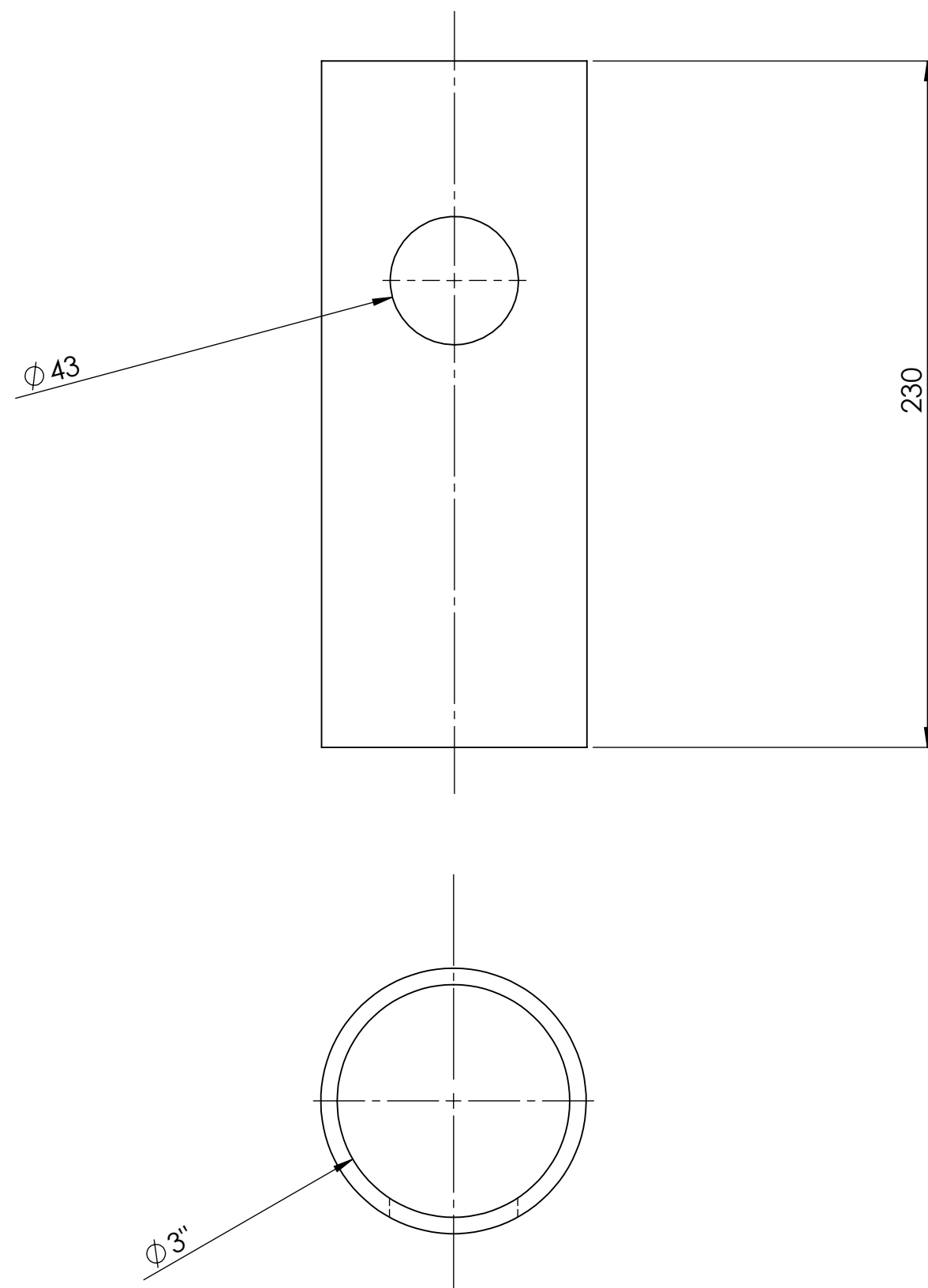


Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flg encaixe 3pol	FLG SKW 3	2
2	Tubo 3" - 02	T 3" - 02	1
3	Curva 90° raio longo 1.1/4"	C 90 RL 1,25"	1
4	Tubo 2" - 02	T 2" - 02	1

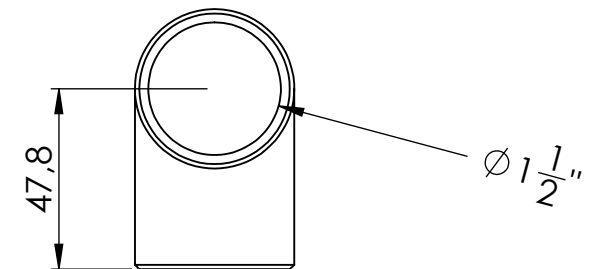
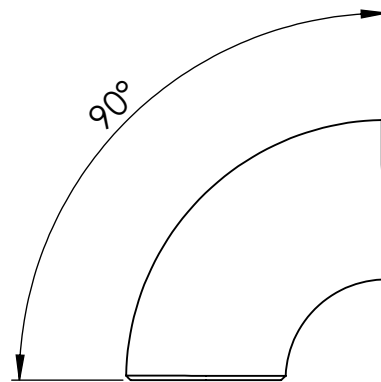
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da montagem: Conjunto 02							
Código da montagem: C 02							
Autor:							
Assinatura:		UNIDADE: mm					
Local: Rio de Janeiro		Data: 09/12/2017		REV.	ESC:1:3	FOLHA 1 DE 6	A4


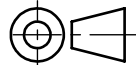


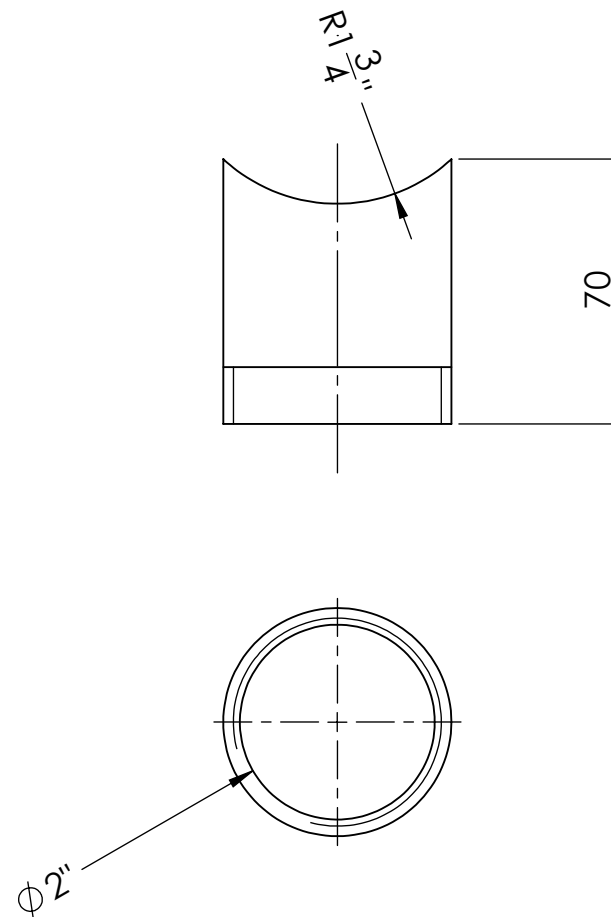
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 02					
Código da montagem: C 02					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 09/12/2017	REV.	ESC:1:5	FOLHA 2 DE 6	A4




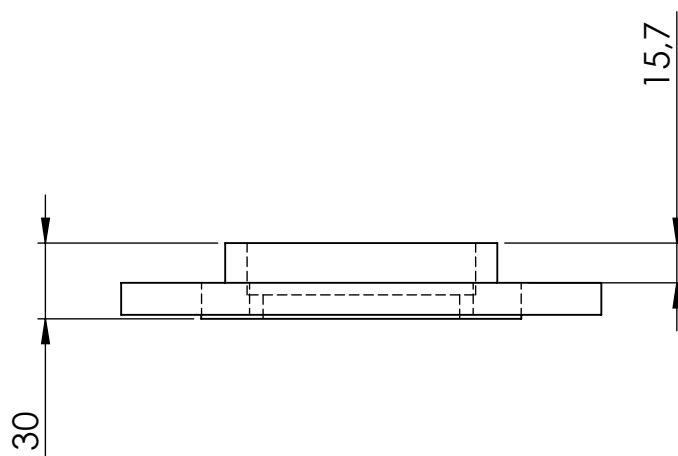
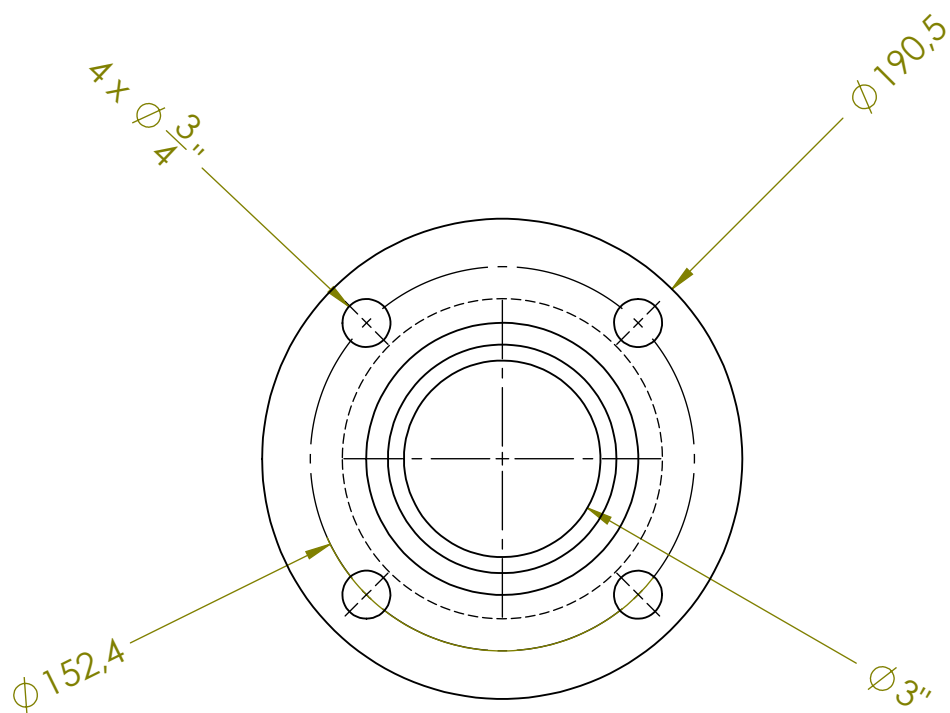
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Tubo 3" - 02							
Código da peça: T 3" - 02		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 09/12/2017		REV.	ESC:1:2	FOLHA 3 DE 6	A3

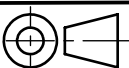


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Curva 90° raio longo 1.1/4"							
Código da peça: C 90 RL 1,25"		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:							
				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 09/12/2017		REV.	ESC:1:2	FOLHA 4 DE 6	A4

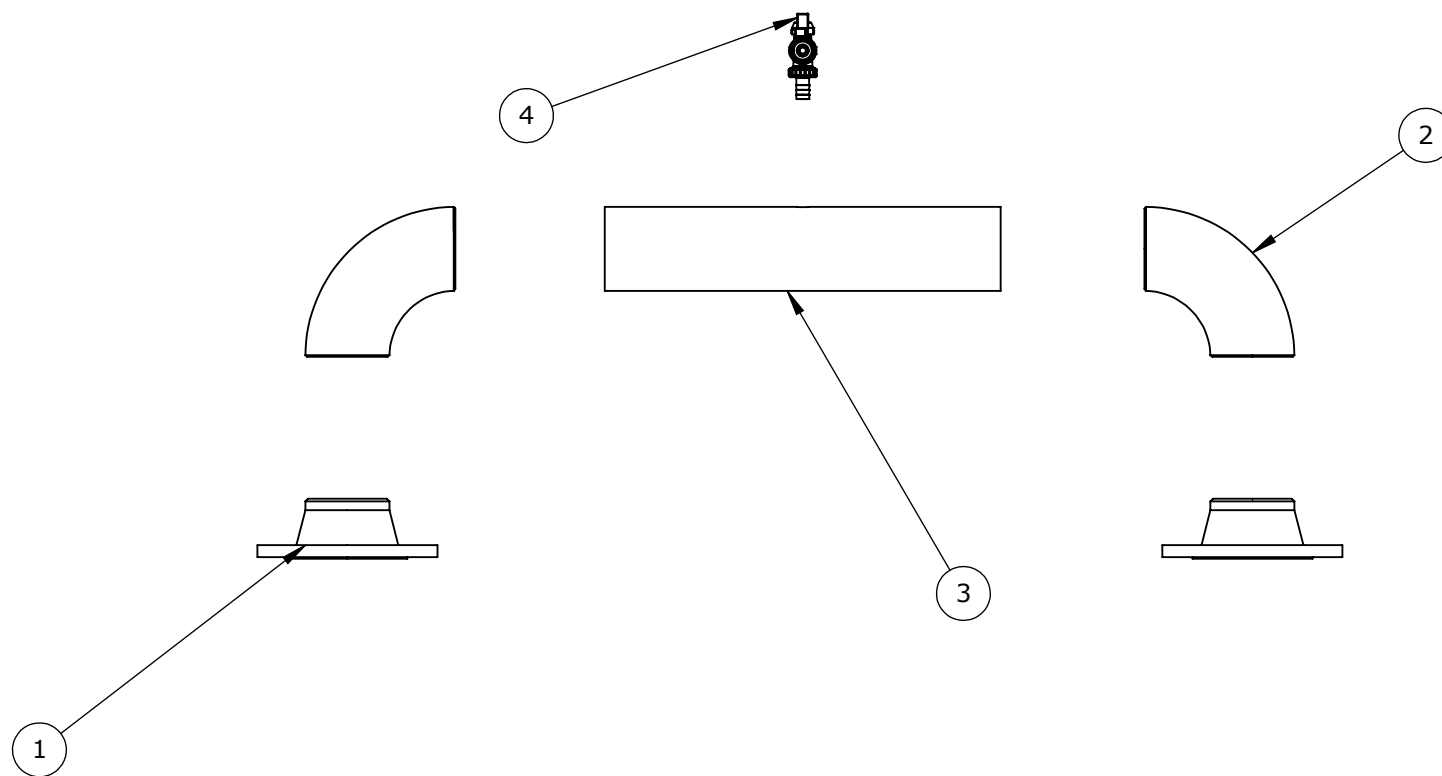


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Tubo 2" - 02					
Código da peça: T 2" - 02	Número da peça:				
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro	Data: 09/12/2017	REV.	ESC: 1:2	FOLHA 5 DE 6	A4

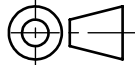



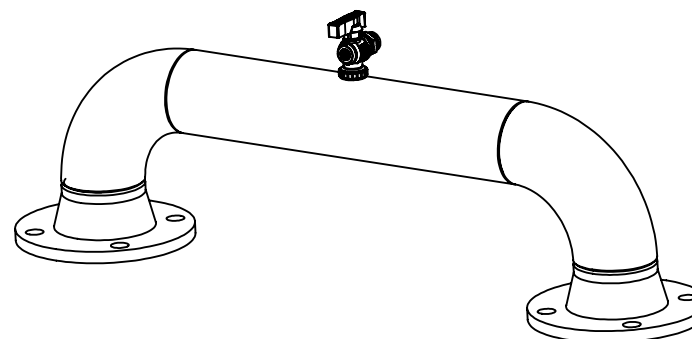
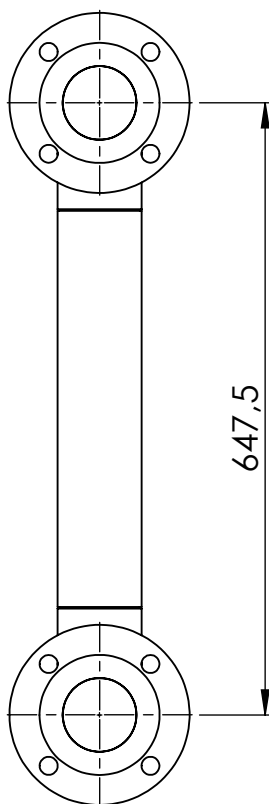
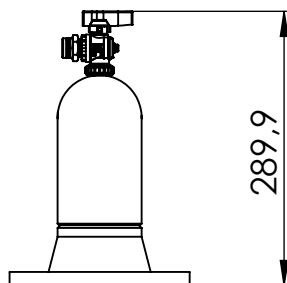
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:	
Identificação do desenho: SIREA			
Nome da peça: Flg encaixe 3pol			
Código da peça: FLG SKW 3		Nº da peça:	
Material: AISI 304			
Autor:			
Assinatura:			
Local: Rio de Janeiro		Data: 09/12/2017	
REV.		UNIDADE: mm	
ESC:1:3		FOLHA 6 DE 6	
A4			

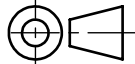



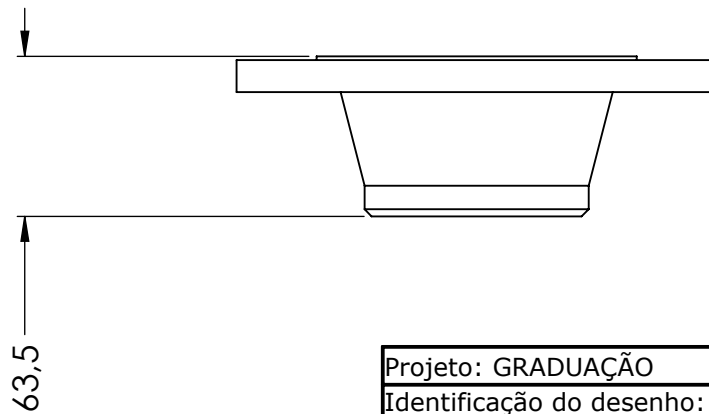
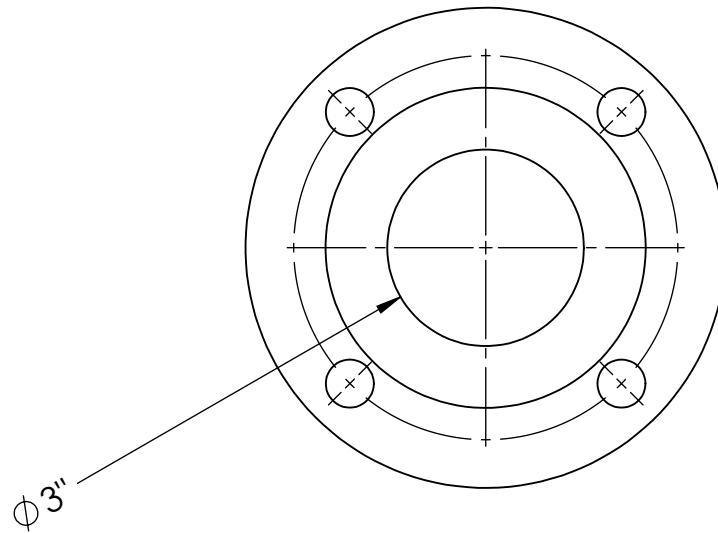


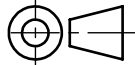
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flg com pescoço 3pol	FLG WN 3	2
2	Curva 90° raio longo 3pol	C 90 RL 3"	2
3	Tubo 3" - 03	T 3" - 03	1
4	Válvula dreno	VALV DRENO	1

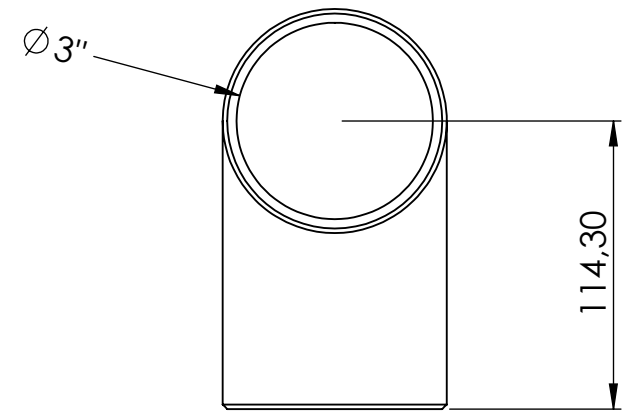
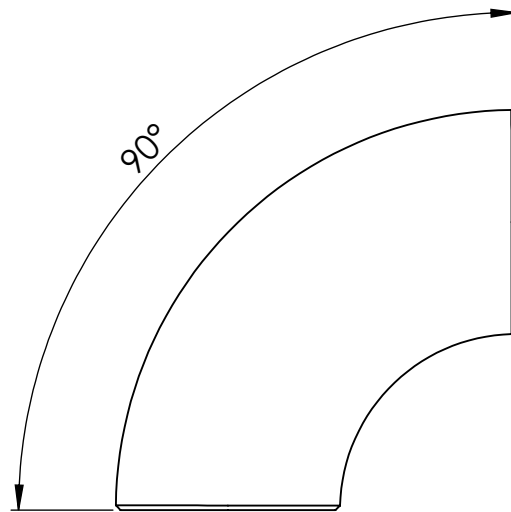
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 03					
Código da montagem: C 03					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:8	FOLHA 1 DE 5	A4

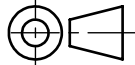


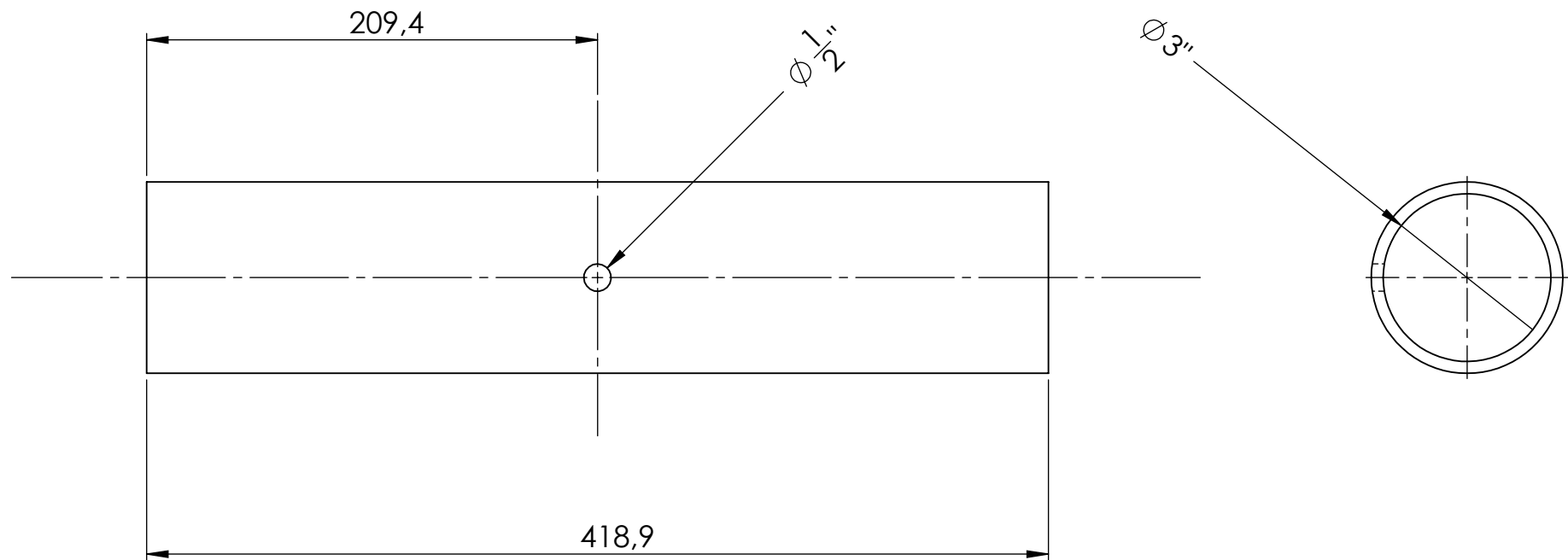
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 03					
Código da montagem: C 03					
Autor:		UNIDADE: mm			
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:8	FOLHA 2 DE 5	A4



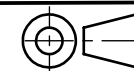
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg com pescoço 3pol				
Código da peça: FLG WN 3	Número da peça:			
Material: AISI 304		UNIDADE: mm		
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 3 DE 5
				A4

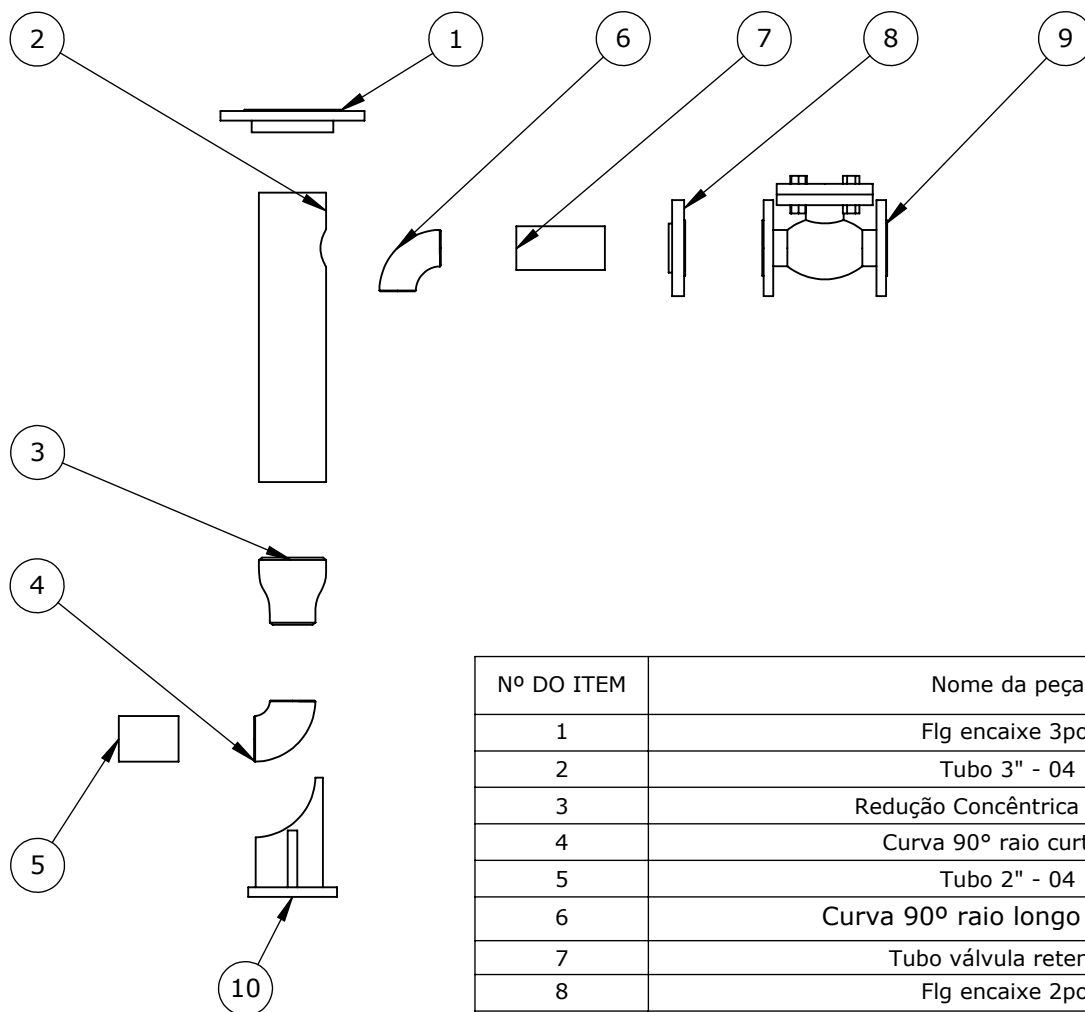


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Curva 90° raio longo 3pol				
Código da peça: C 90 RL 3"	Número da peça:			
Material: AISI 304		UNIDADE: mm		
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 4 DE 5
				A4

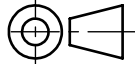



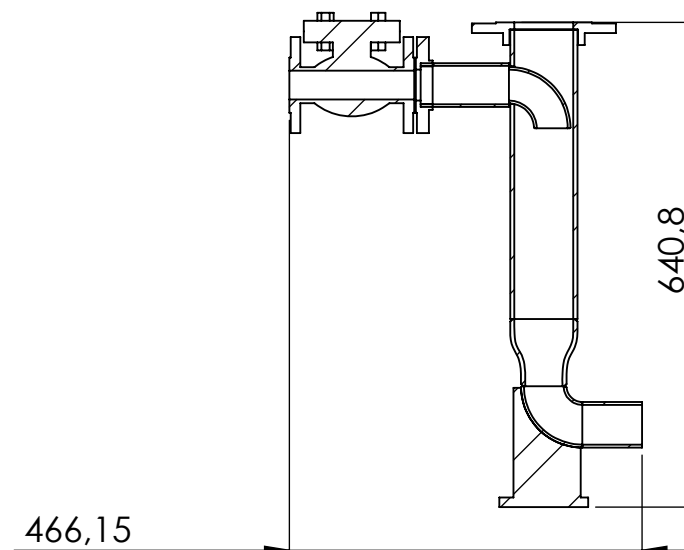
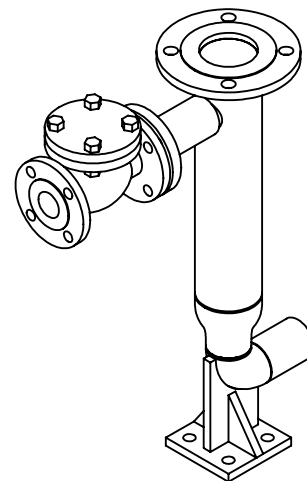
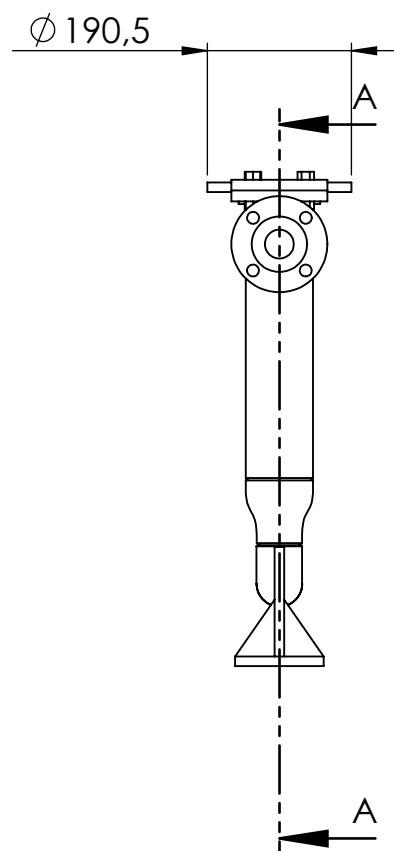
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Tubo 3" - 03					
Código da peça: T 3" - 03		Número da peça:			
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	
				ESC:1:3	
				FOLHA 5 DE 5	
				A4	



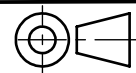



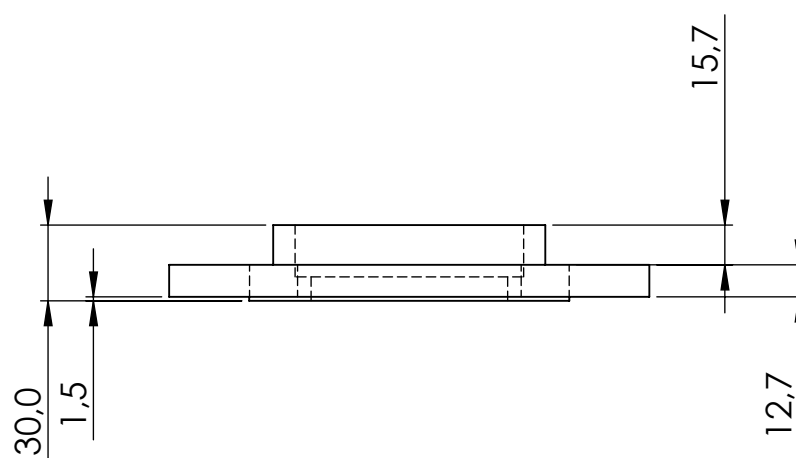
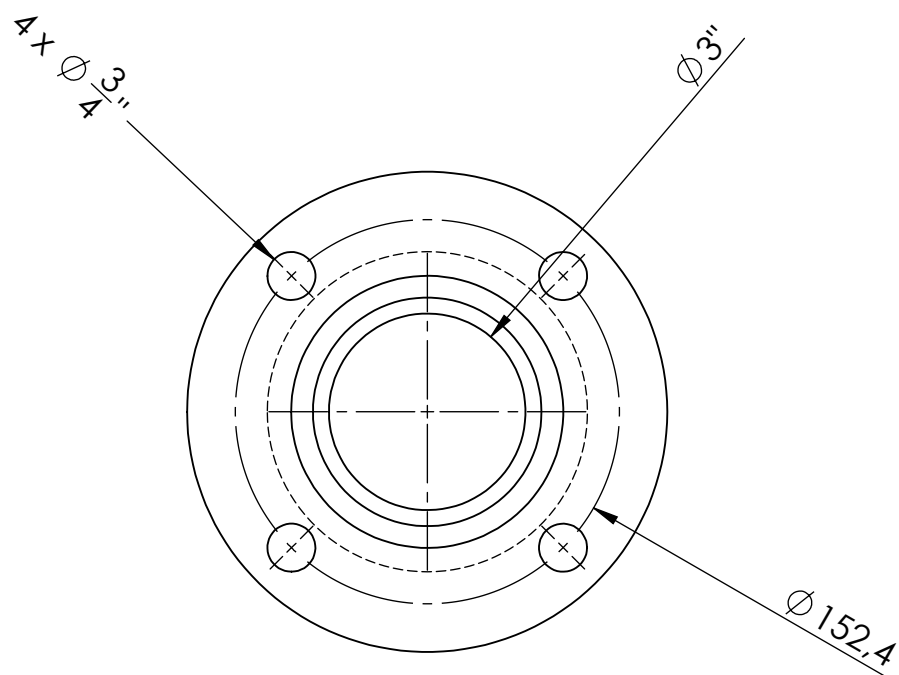
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flg encaixe 3pol	FLG SKW 3	1
2	Tubo 3" - 04	T 3" - 04	1
3	Redução Concêntrica 3" x 2"	R C 3"x2"	1
4	Curva 90° raio curto 2"	C 90 RC 2"	1
5	Tubo 2" - 04	T 2" - 04	1
6	Curva 90° raio longo 1 1/2pol	C RL90 1,5"	1
7	Tubo válvula retenção	TB VAL RET	1
8	Flg encaixe 2pol	FLG SKW 2"	1
9	Válvula de retenção 2pol ITALY	VAL RET 2"	1
10	Suporte do Conjunto 04	S 01	1

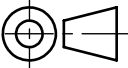
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 04					
Código da montagem: C 04					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:10	FOLHA 1 DE 12	A4



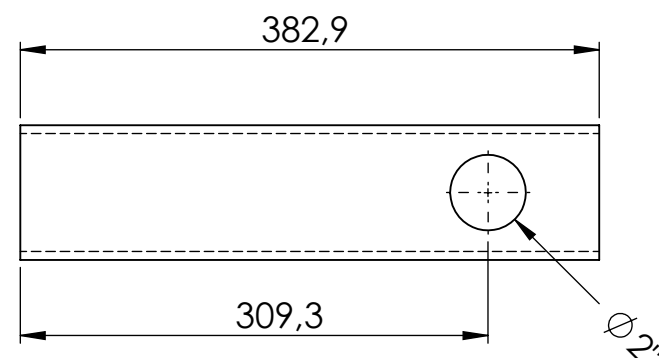
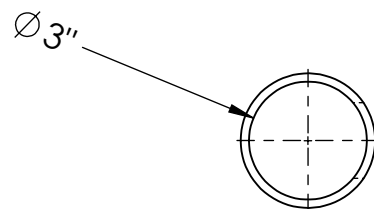
SEÇÃO A-A


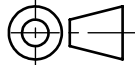
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 04					
Código da montagem: C 04					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:10	FOLHA 2 DE 12	A4

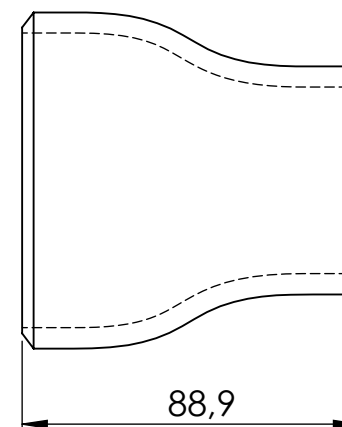
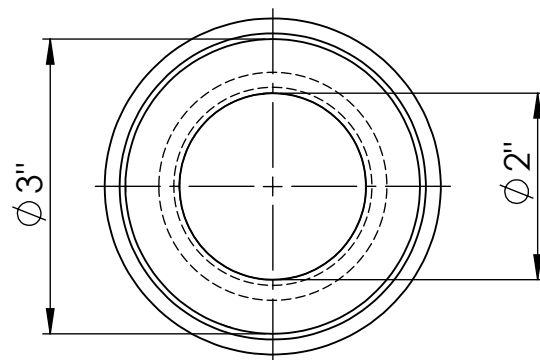



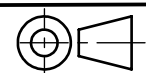
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:	
Identificação do desenho: SIREA			
Nome da peça: Flg encaixe 3pol			
Código da peça: FLG SKW 3		Nº da peça:	
Material: AISI 304			
Autor:			
Assinatura:			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017	
REV.		UNIDADE: mm	
ESC:1:3		FOLHA 3 DE 12	
A4			

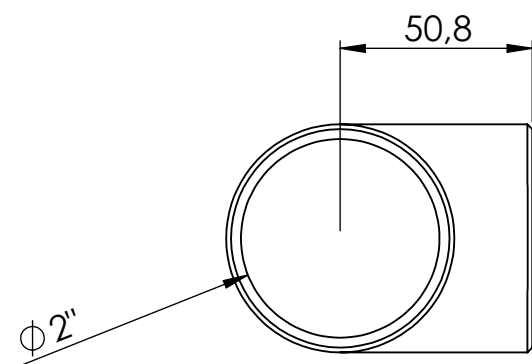
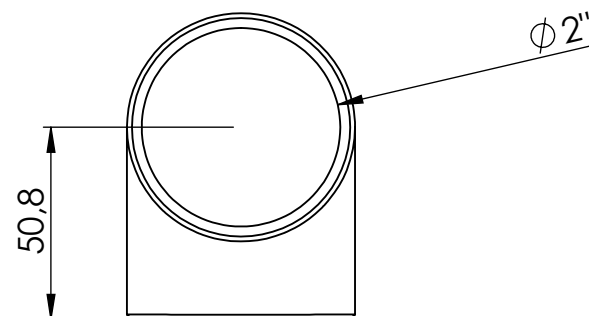
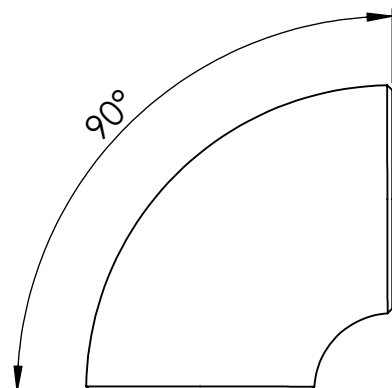






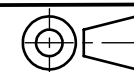
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Tubo 3" - 04				
Código da peça: T 3" - 04	Número da peça:			
Material: AISI 304			UNIDADE: mm	
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:5	FOLHA 4 DE 12
				A4

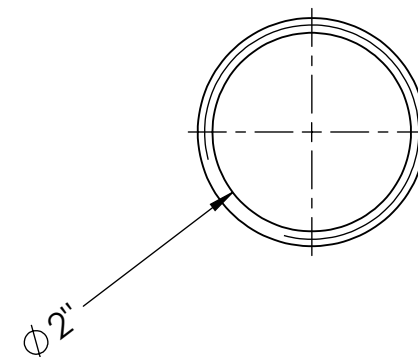
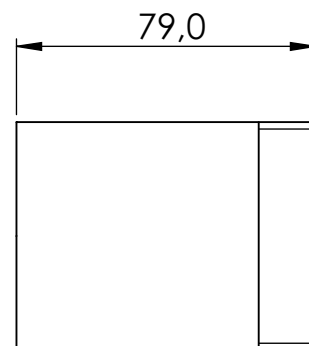




Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Redução Concêntrica 3" x 2"					
Código da peça: R C 3"x2"		Número da peça:			
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:				UNIDADE: mm	
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:2 FOLHA 5 DE 12 A4



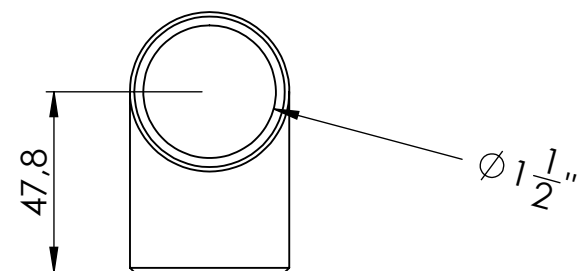
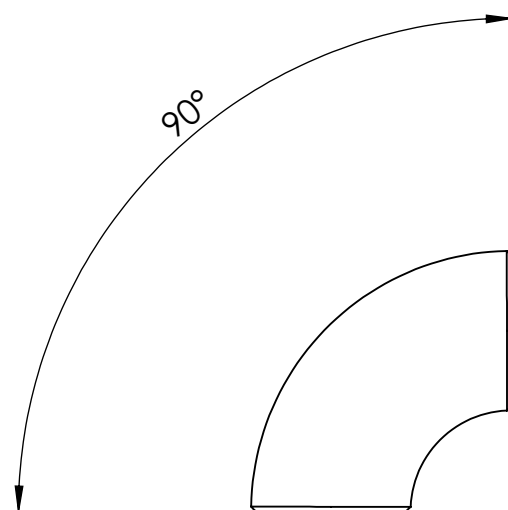
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Curva 90° raio curto 2"							
Código da peça: C 90 RC 2"		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:							
				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:2	FOLHA 6 DE 12	A4

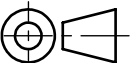



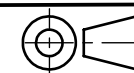


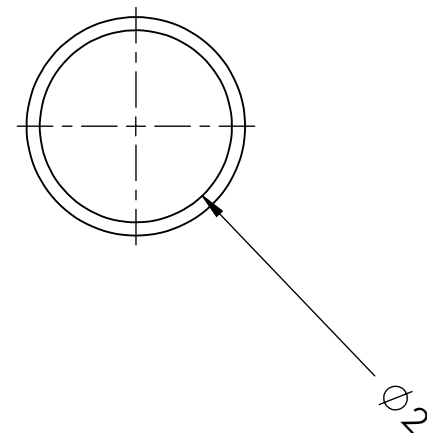
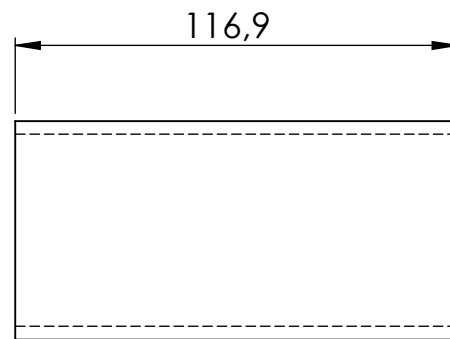
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Tubo 2" - 04							
Código da peça: T 2" - 04		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:							
				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:2	FOLHA 7 DE 12	A4


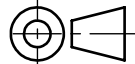


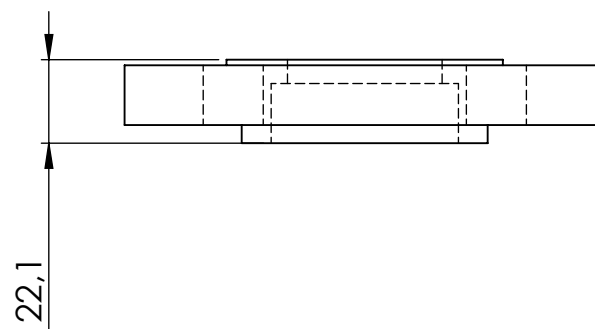
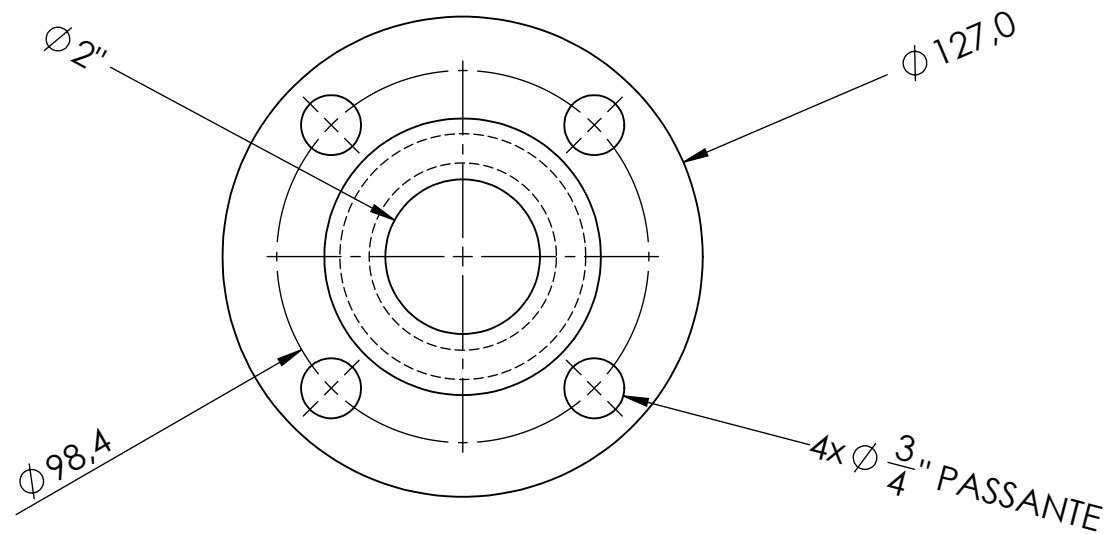




Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Curva 90º raio longo 1 1/2pol							
Código da peça: C 90 RL 1,25"		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:							
				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:2	FOLHA 8 DE 12	A4

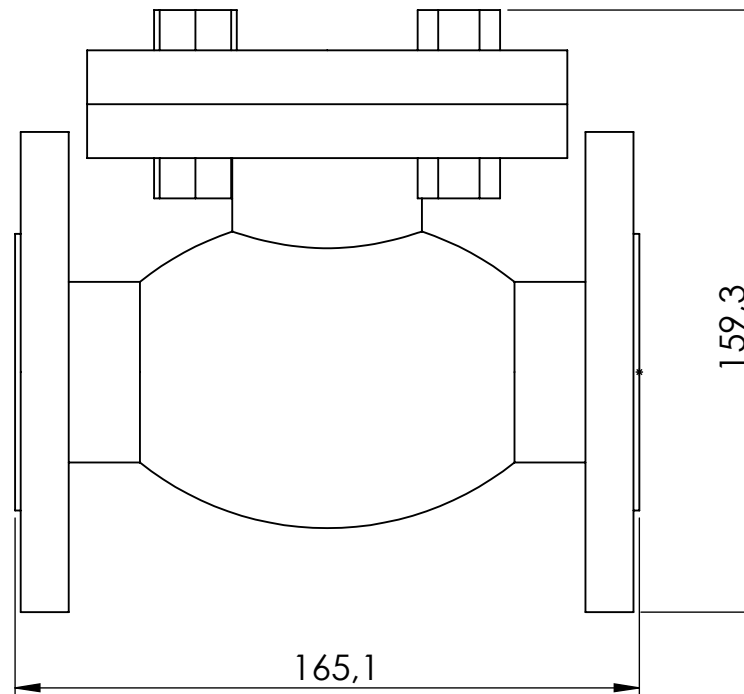




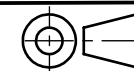
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Tubo válvula retenção							
Código da peça: TB VAL RET		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:					UNIDADE: mm		
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:2	FOLHA 9 DE 12	A4



Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Flg encaixe 2pol							
Código da peça: FLG SKW 2"		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:		UNIDADE: mm					
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:2	FOLHA 10 DE 12	A4

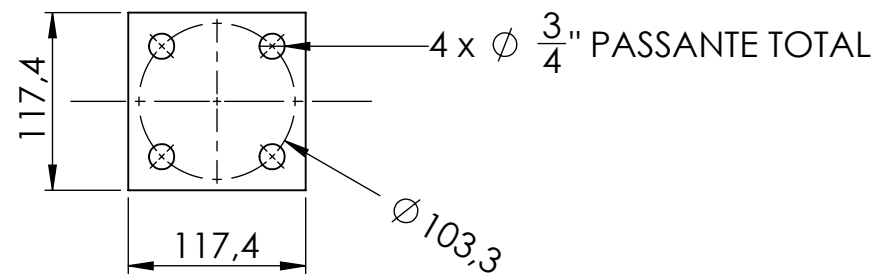
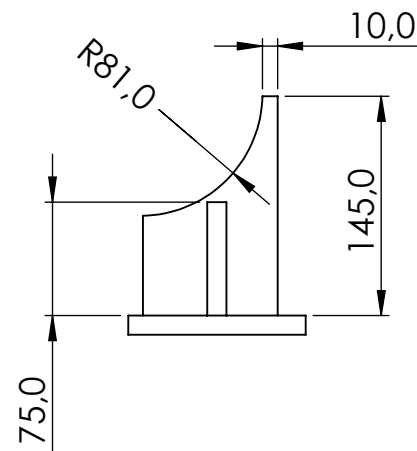
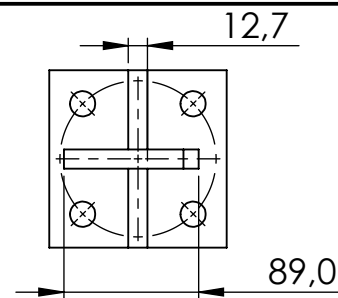
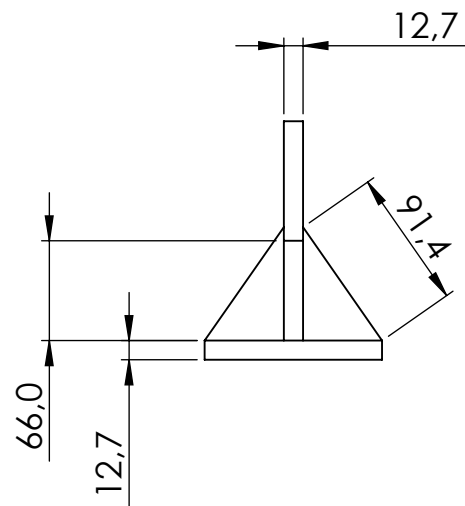


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Válvula de retenção 2pol ITALY				
Código da peça: VAL RET 2"	Número da peça:			
Material: LATÃO				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 11 DE 12
				A4

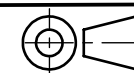


UNIDADE: mm



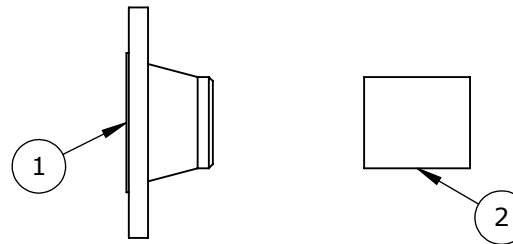


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Suporte do Conjunto 04				
Código da peça: S 01	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:5	FOLHA 12 DE 12
				A4




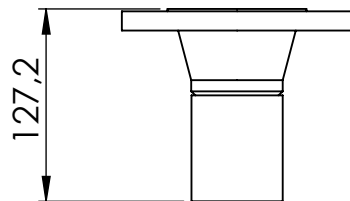
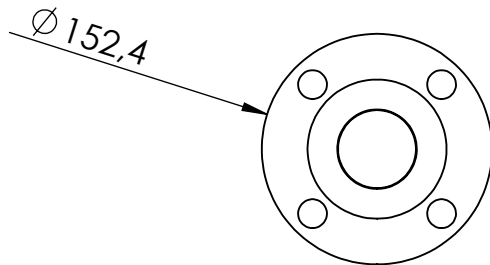
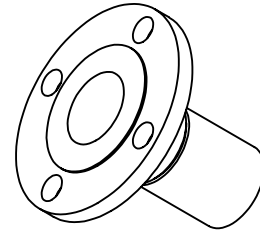
UNIDADE: mm

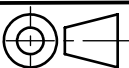



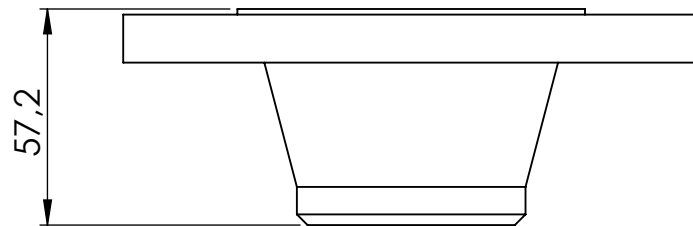
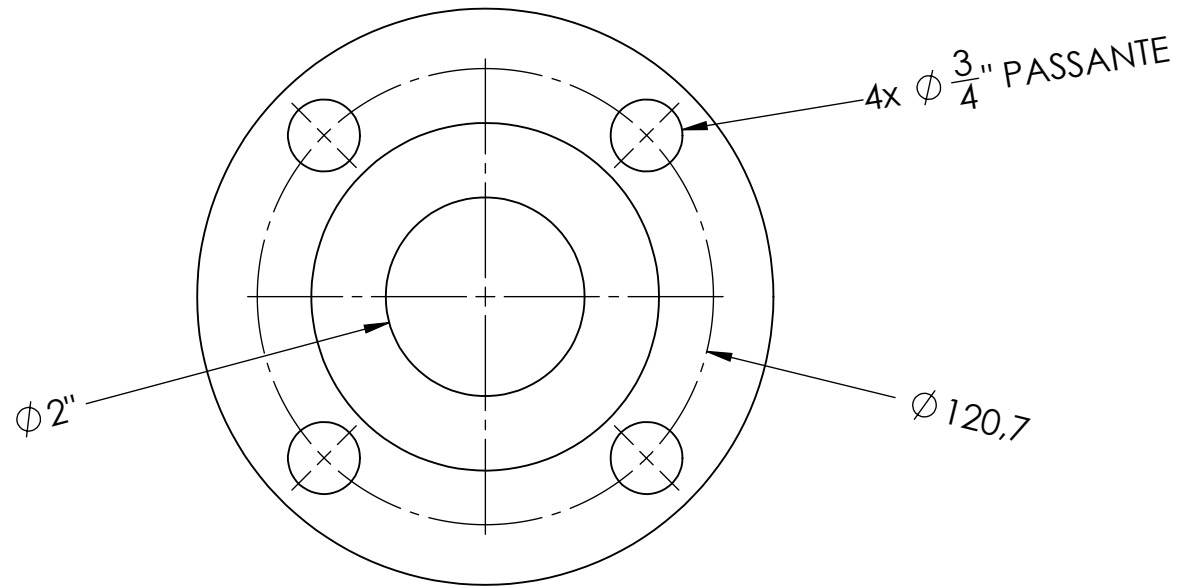


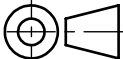

Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flg com pescoço 2pol	FLG WN 2"	1
2	Tubo 2pol - 05	T 2" - 05	1

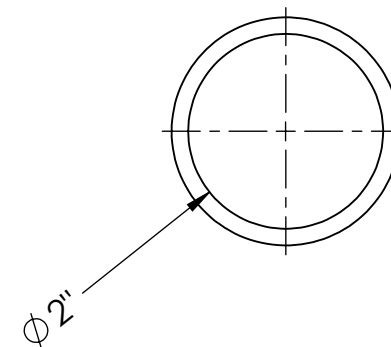
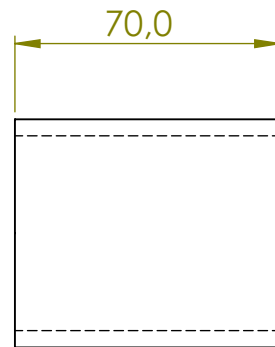
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:		 <p>PósMQI PUC-Rio Pós-Graduação em Engenharia Qualidade - Inovação - Sustentabilidade</p>
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da montagem: Conjunto 05				
Código da montagem: C 05				
Autor:				
Assinatura:		UNIDADE: mm		
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:5	
		FOLHA 1 DE 4		A4


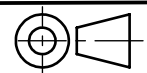


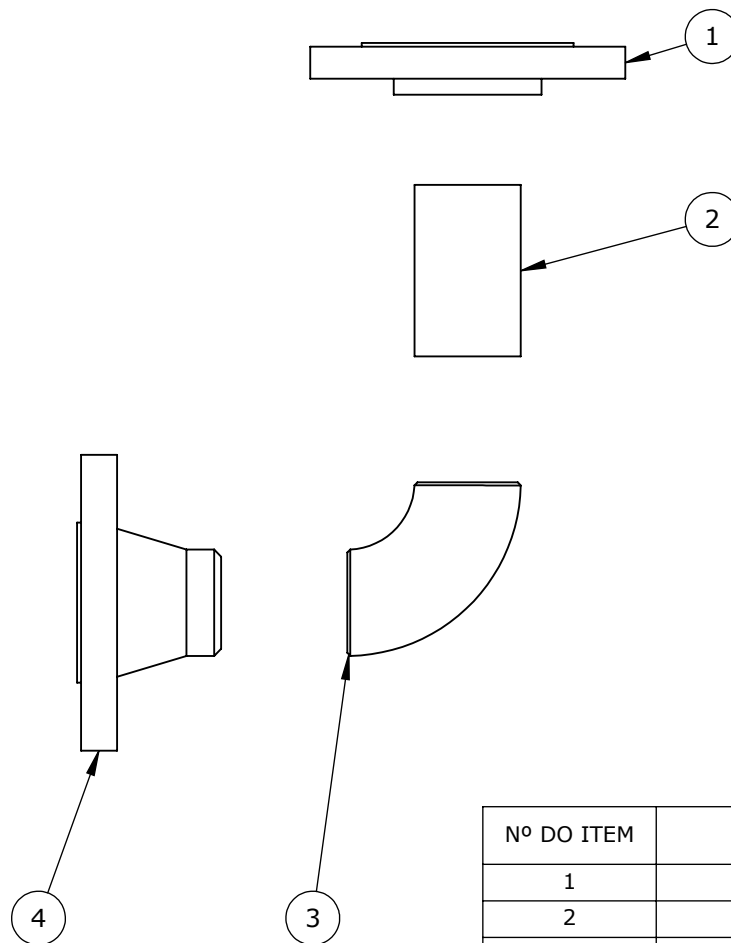
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 05					
Código da montagem: C 05					
Autor:		UNIDADE: mm			
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC: 1:5	FOLHA 2 DE 4	A4



Projeto:		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Flg com pescoço 2pol							
Código da peça: FLG WN 2"		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 10/12/2017		REV.	ESC:1:2	FOLHA 3 DE 4	A4

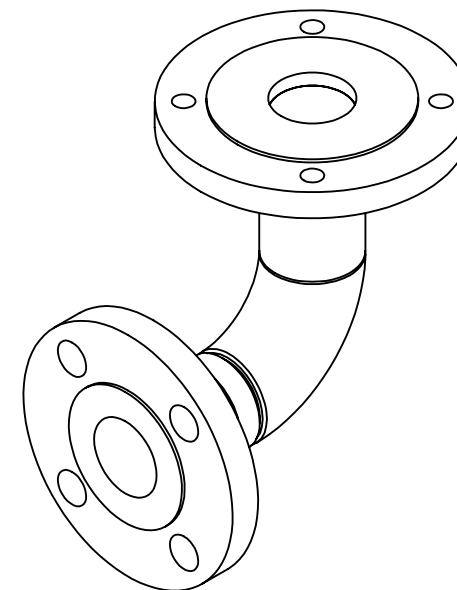
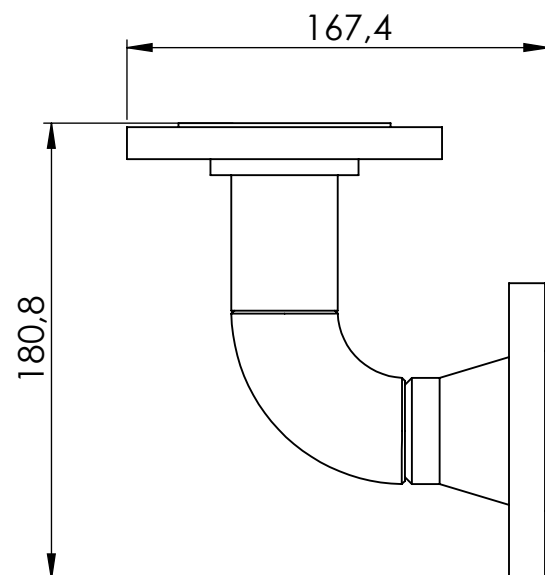
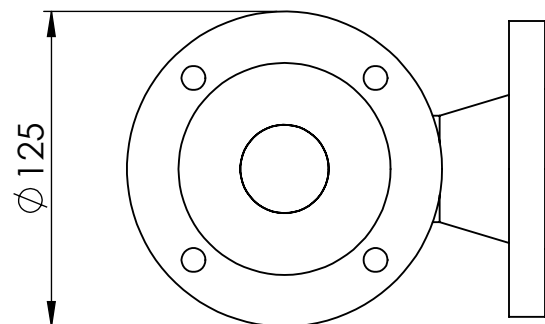


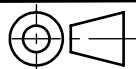

Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA				 <p>Pós MQI PUC-Rio Pós-Graduação em Metalurgia Qualidade • Inovação • Sustentabilidade</p>			
Nome da peça: Tubo 2pol - 05							
Código da peça: T 2" - 05		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 10/12/2017		REV.	ESC: 1:2	FOLHA 4 DE 4	A4

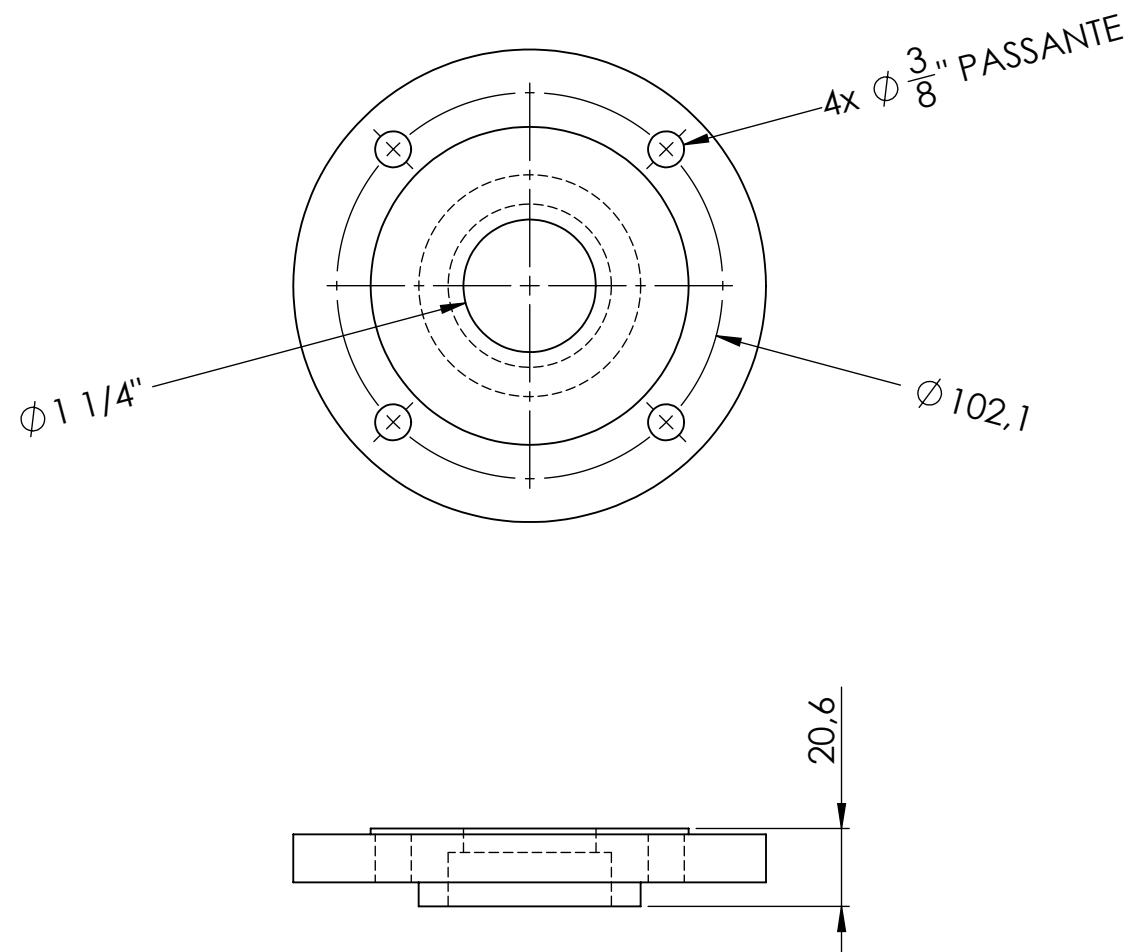



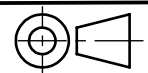
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flg encaixe 1 1/4pol	FLG SKW 1,25"	1
2	Tubo 1 1/4pol - 10	T 1,25" - 10	1
3	Curva 90° raio longo 1 1/4pol	C 90 RL 1,25"	1
4	Flange com pescoço 1.1/4pol	FLG WN 1 1/4"	1

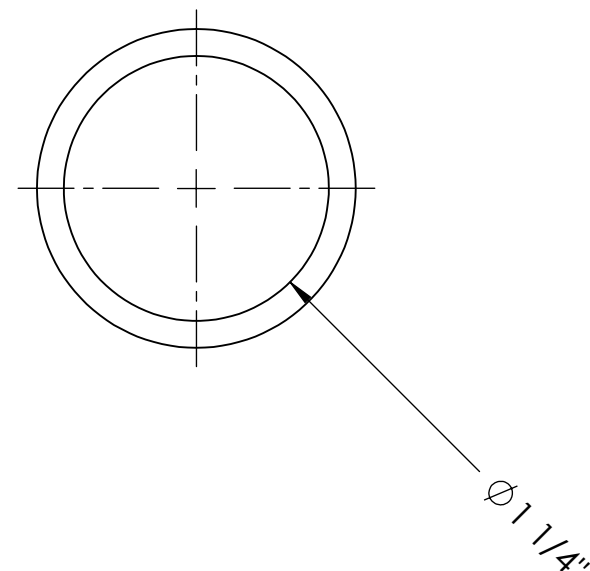
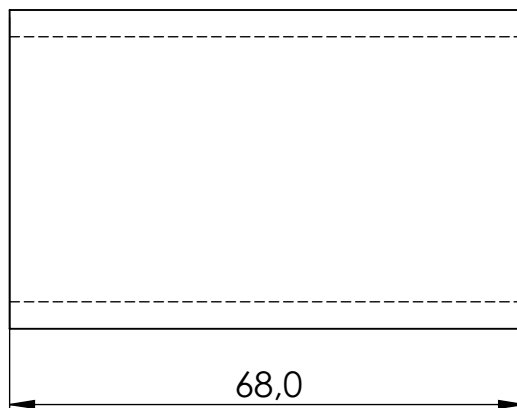
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:		<p>Pós MQI PUC-Rio Pós-Graduação em Engenharia Qualidade - Inovação - Sustentabilidade</p>	
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 06					
Código da montagem: C 06					
Autor:				UNIDADE: mm	
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 1 DE 6	A4


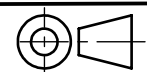


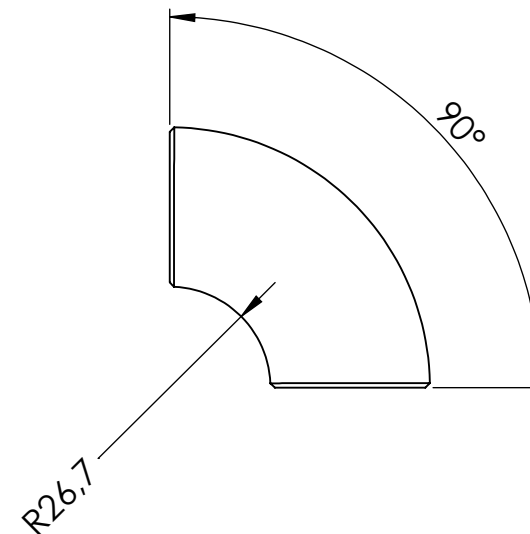
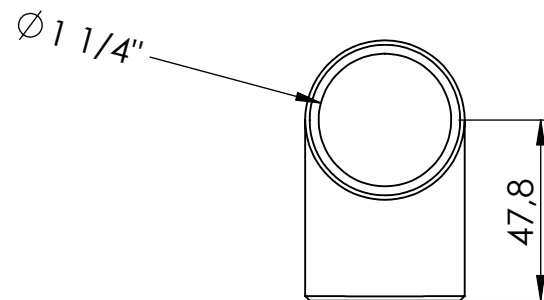
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 06					
Código da montagem: C 06					
Autor:		UNIDADE: mm			
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 2 DE 6	A4






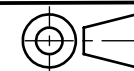
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg encaixe 1 1/4pol - CONDE				
Código da peça: FLG SKW 1,25"-C	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:			UNIDADE: mm	
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 3 DE 6
				A4

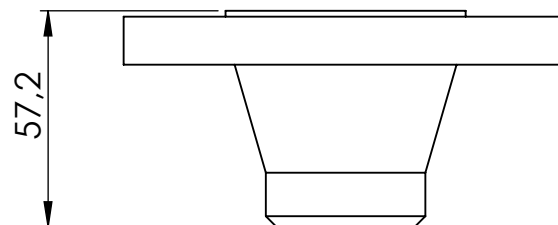
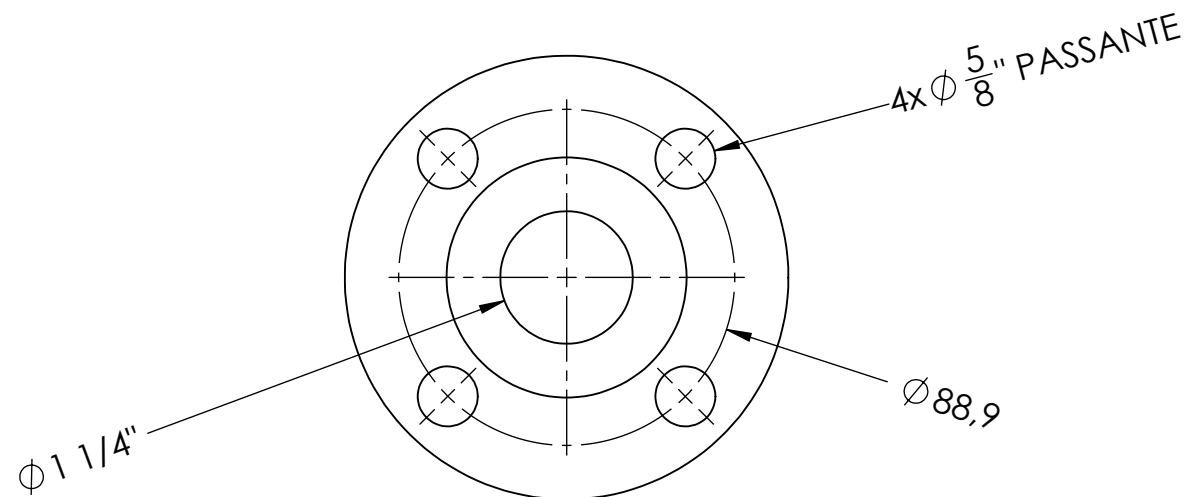


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Tubo 1 1/4pol - 10							
Código da peça: T 1,25" - 10		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:				UNIDADE: mm			
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 10/12/2017		REV.	ESC:1:1	FOLHA 4 DE 6	Ar

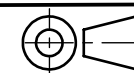


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Curva 90° raio longo 1 1/4pol					
Código da peça: C 90 RL 1,25"		Número da peça:			
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro		Data: 10/12/2017		UNIDADE: mm	
				REV.	ESC:1:2
				FOLHA 5 DE 6	
				A4	



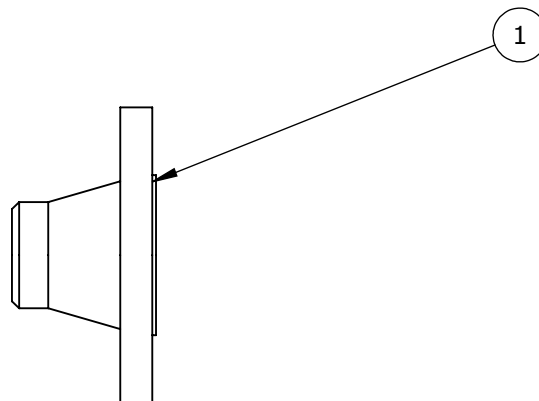
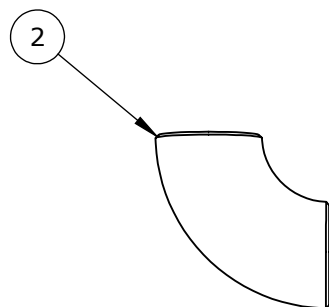
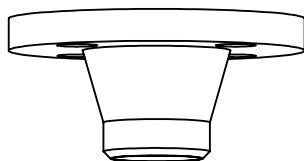


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg com pescoço 1 1/4 pol				
Código da peça: FLG WN 1,25"	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC: 1:2	FOLHA 6 DE 6
				A4

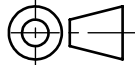



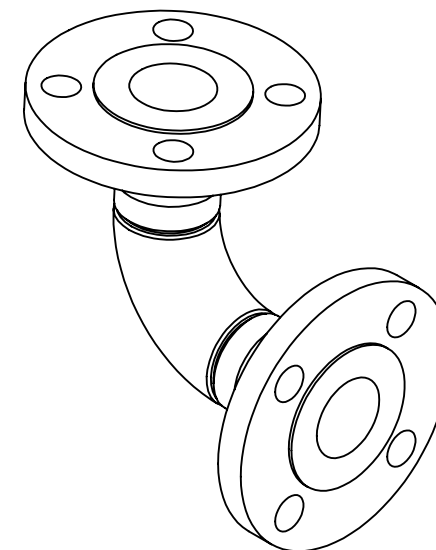
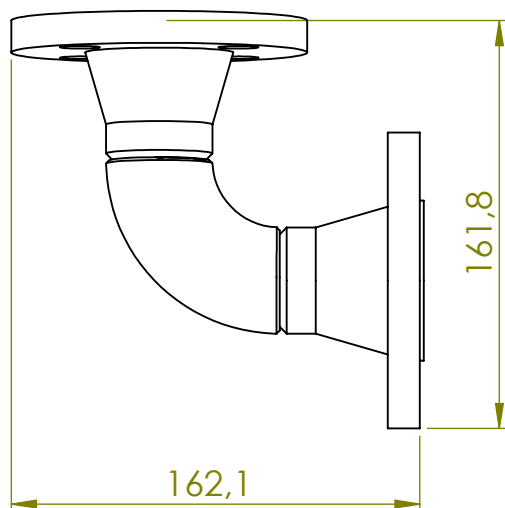
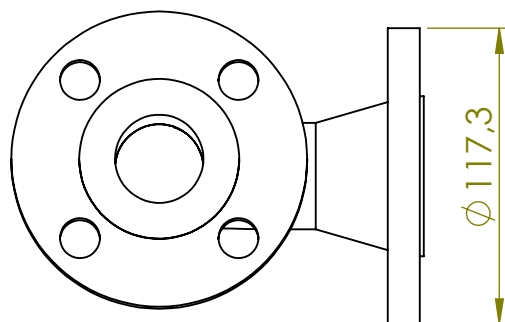
UNIDADE: mm

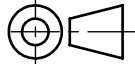



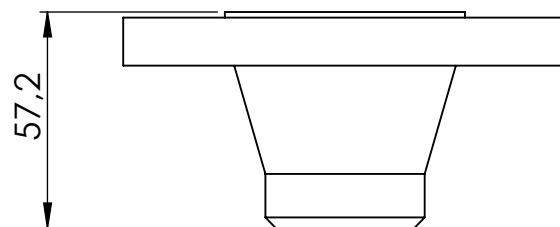
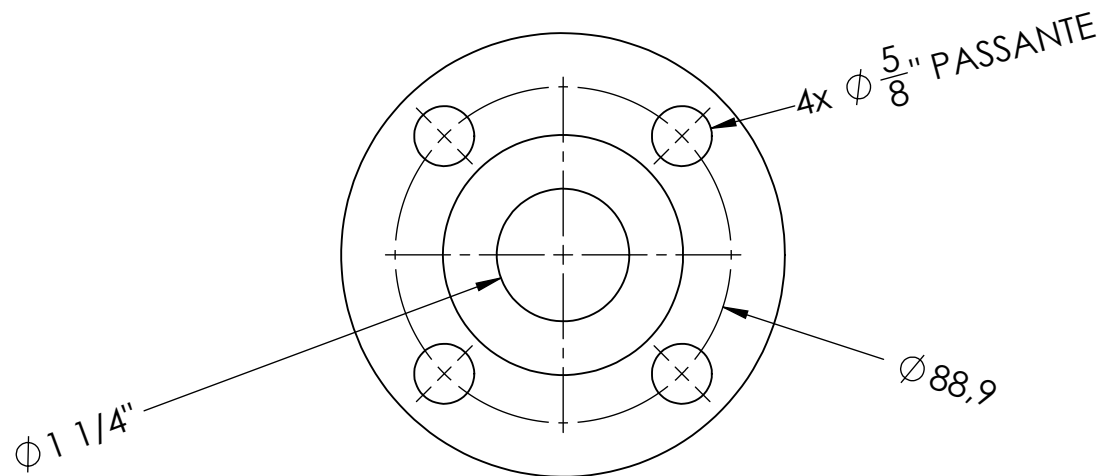



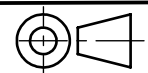
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flg com pescoço 1 1/4pol	FLG WN 1,25"	2
2	Curva 90° raio longo 1 1/4pol	C 90 RL 1,25"	1

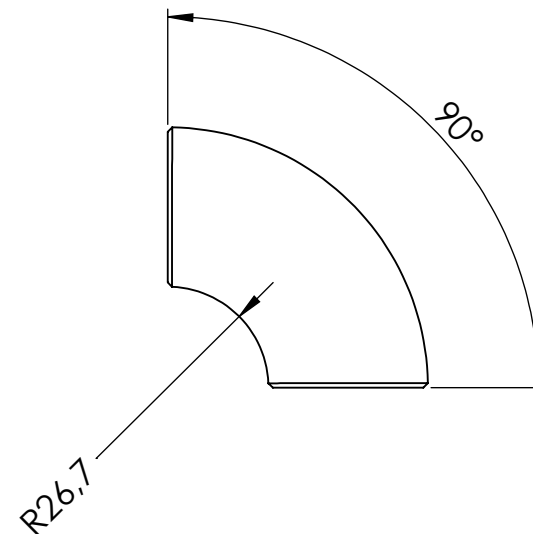
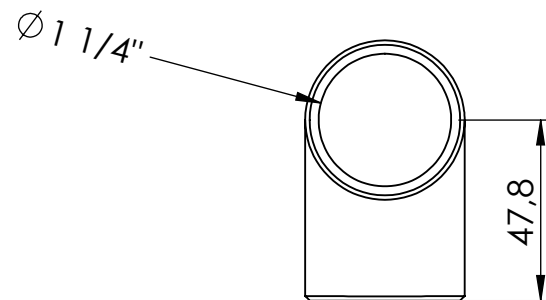
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 07					
Código da montagem: C 07					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 1 DE 4	A4





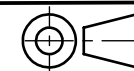
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 07					
Código da montagem: C 07					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 2 DE 4	A4

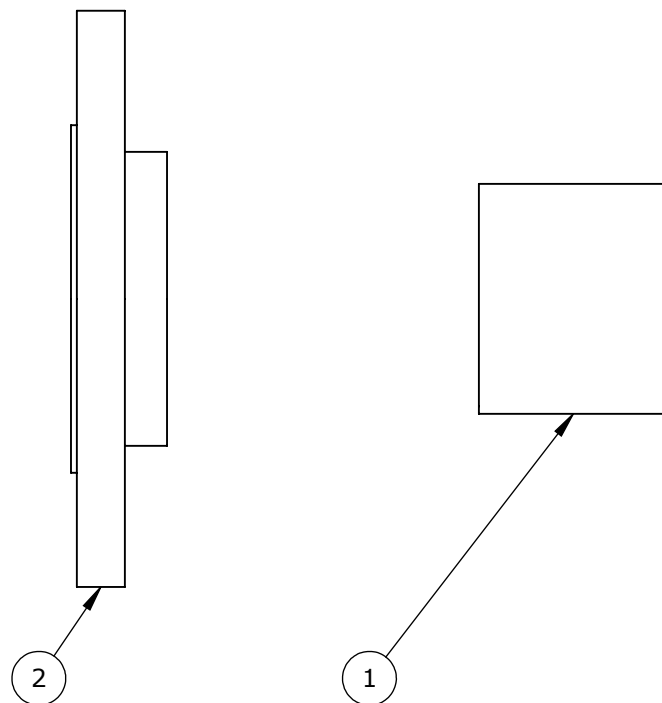


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg com pescoço 1 1/4 pol				
Código da peça: FLG WN 1,25"	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:			UNIDADE: mm	
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 3 DE 4
				A4



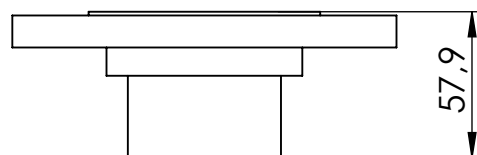
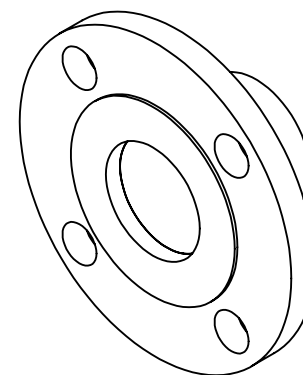
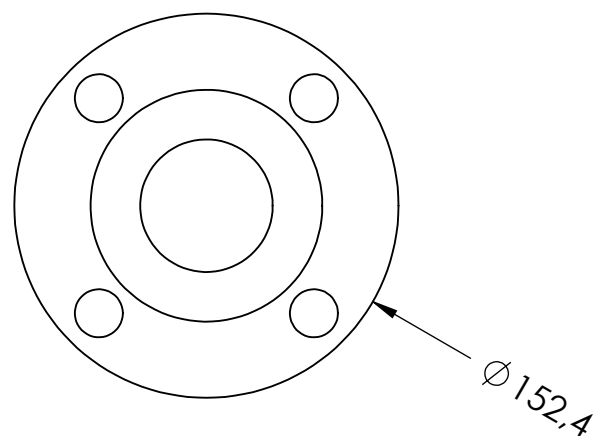
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Curva 90° raio longo 1 1/4pol							
Código da peça: C 90 RL 1,25"		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:2	FOLHA 4 DE 4	A4

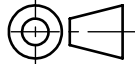



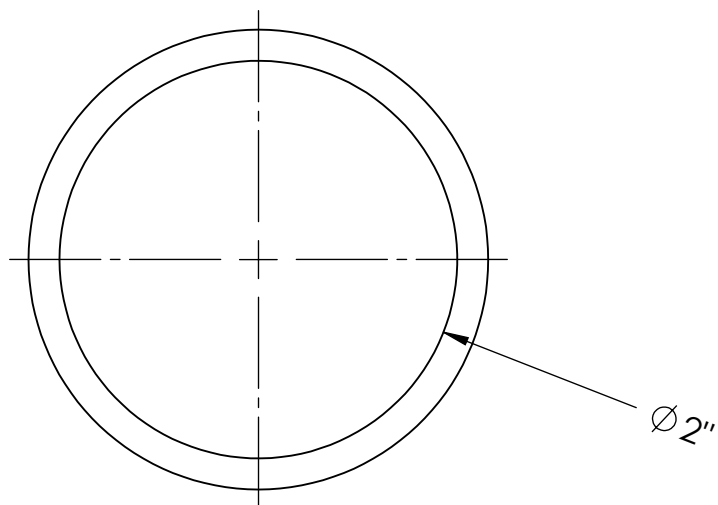
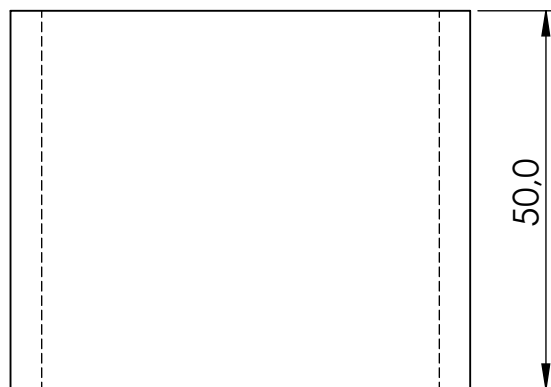



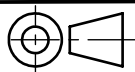
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Tubo 2pol - 08	T 2" - 08	1
2	Flg de encaixe 2pol	FLG SKW 2"	1

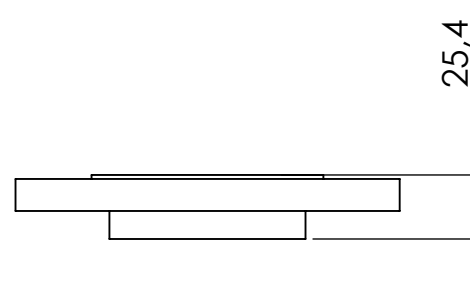
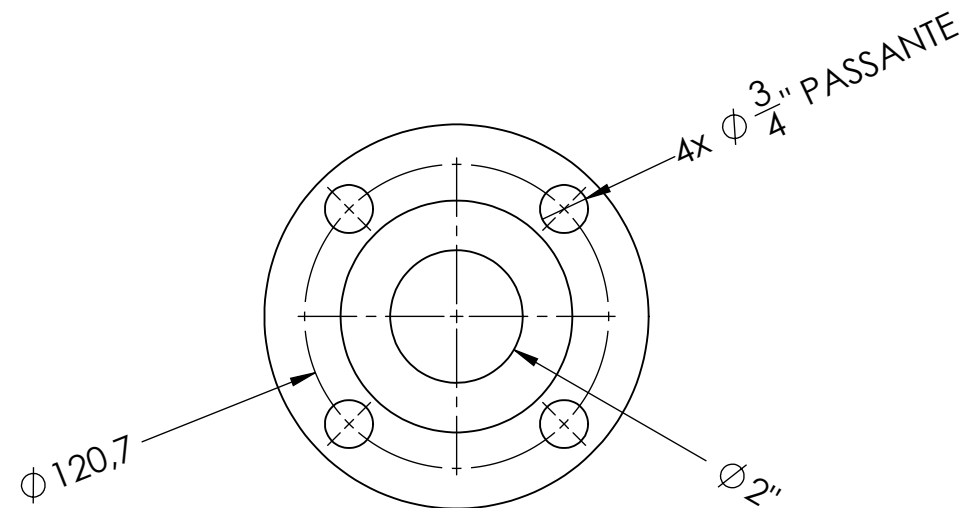
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:						
Identificação do desenho: SIREA								
Nome da montagem: Conjunto 08								
Código da montagem: C 08								
Autor:								
Assinatura:								
Local: Rio de Janeiro		Data: 10/12/2017		UNIDADE: mm	REV.	ESC:1:2	FOLHA 1 DE 4	A4



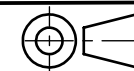
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 08					
Código da montagem: C 08					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 2 DE 4	A4

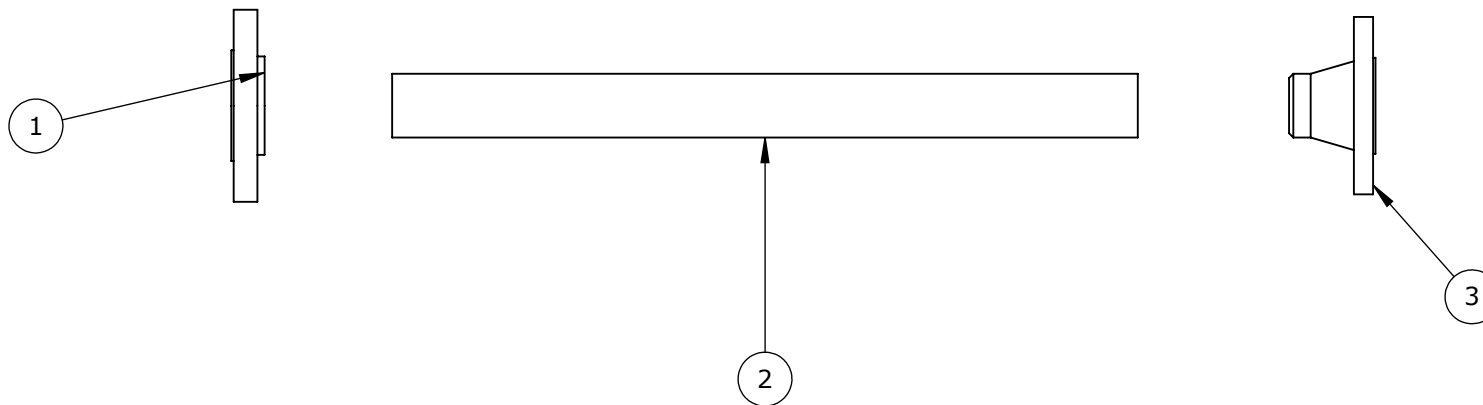


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Tubo 2pol - 08					
Código da peça: T 2" - 08		Número da peça:			
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro		Data: 10/12/2017		UNIDADE: mm	
REV.		ESC: 1:1		FOLHA 3 DE 4	
				A4	



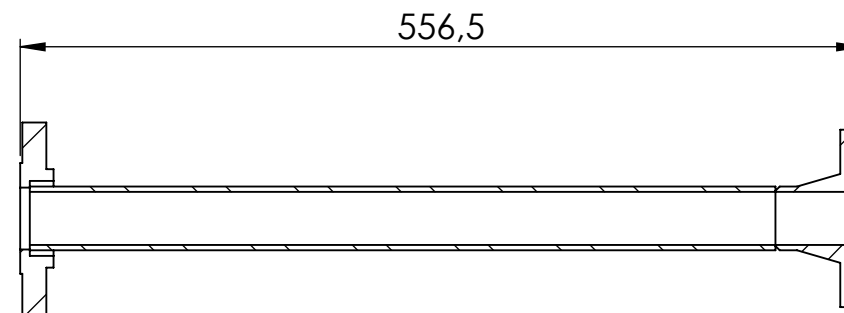
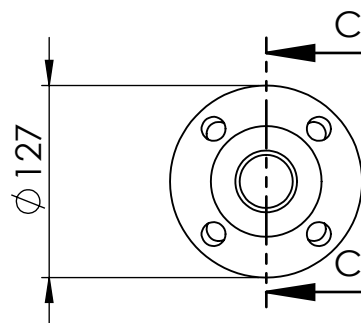
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg de encaixe 2pol				
Código da peça: FLG SKW 2"	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 4 DE 4
				A4



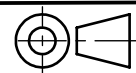



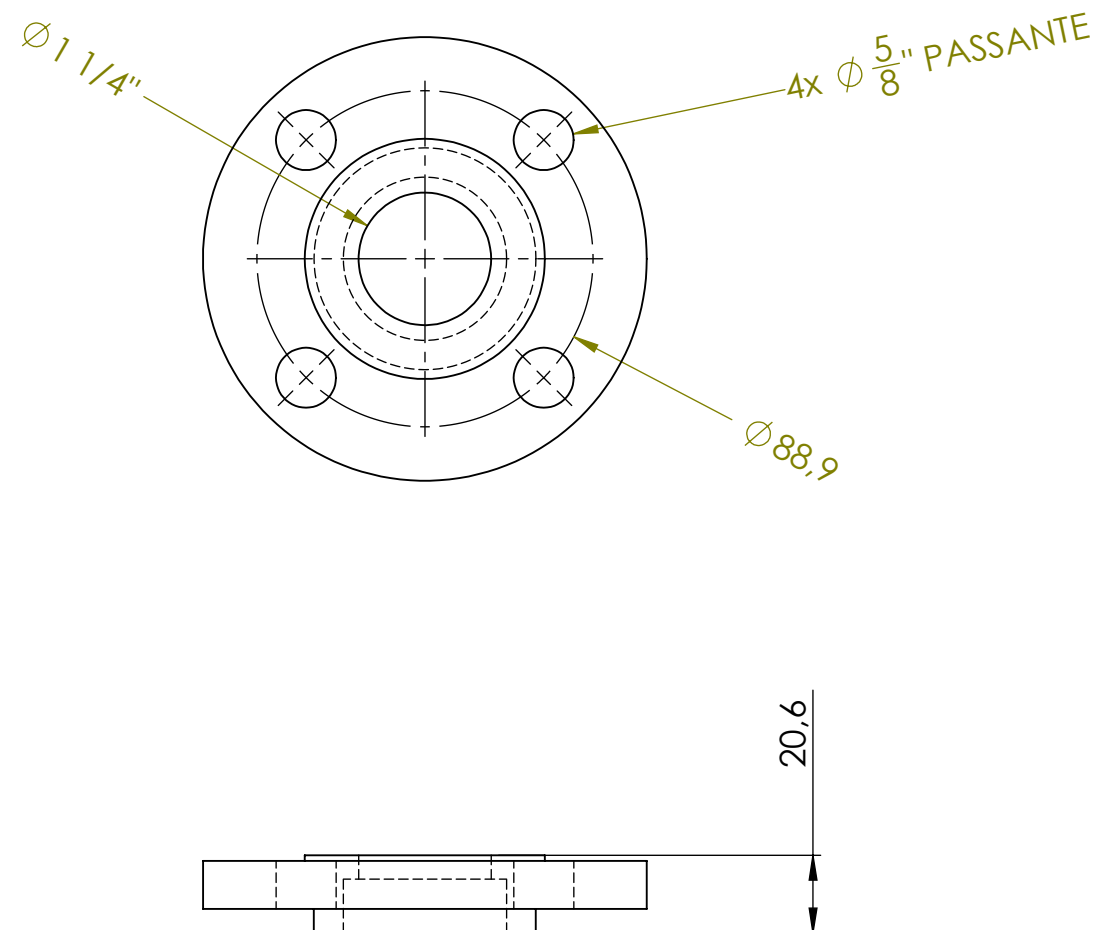
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flg encaixe 2pol	FLG SKW 2"	1
2	Tubo 1 1/4" - 09	T 1,25" - 09	1
3	Flg com pescoço 1 1/4pol	FLG WN 1,25"	1

Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:		<p>PósMQI PUC-Rio Pós-Graduação em Engenharia de Materiais Qualidade - Inovação - Sustentabilidade</p>		
Identificação do desenho: SIREA						
Nome da montagem: Conjunto 09						
Código da montagem: C 09						
Autor:						
Assinatura:		UNIDADE: mm				
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017				
REV.		ESC:1:5		FOLHA 1 DE 5		A4

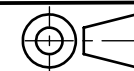


SEÇÃO C-C

Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 09					
Código da montagem: C 09					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:5	FOLHA 2 DE 5	A4

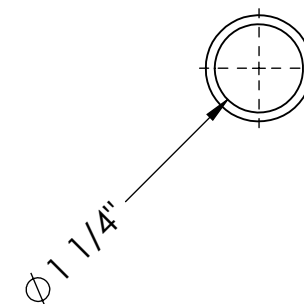
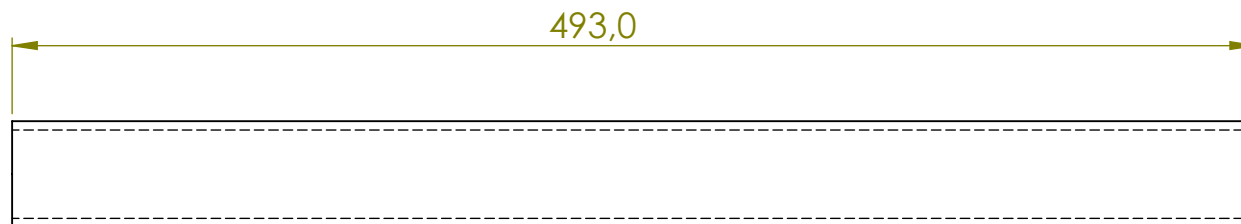



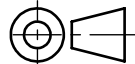
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg encaixe 1 1/4pol				
Código da peça: FLG SKW 1,25"	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 3 DE 5
				A4

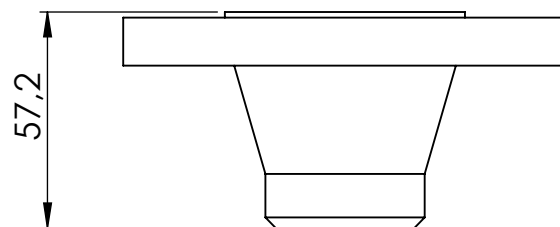
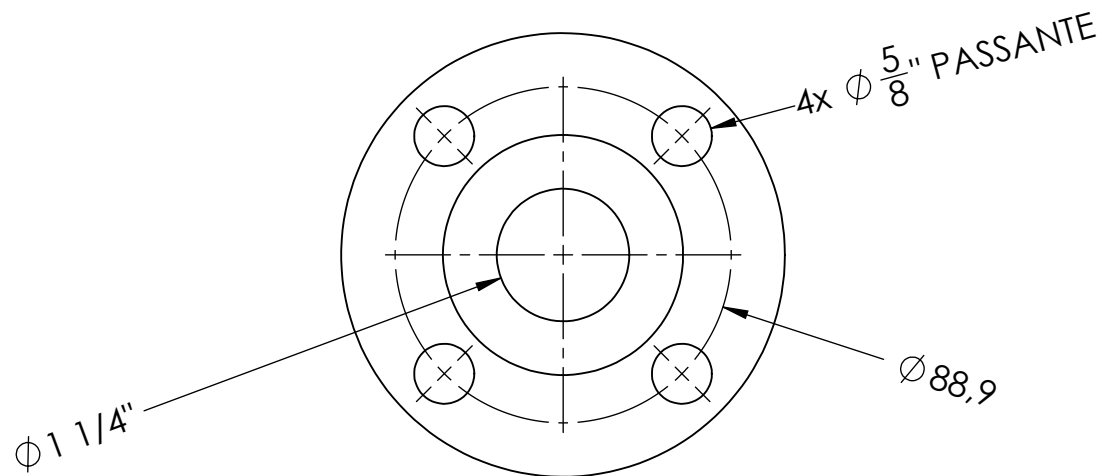



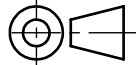
UNIDADE: mm

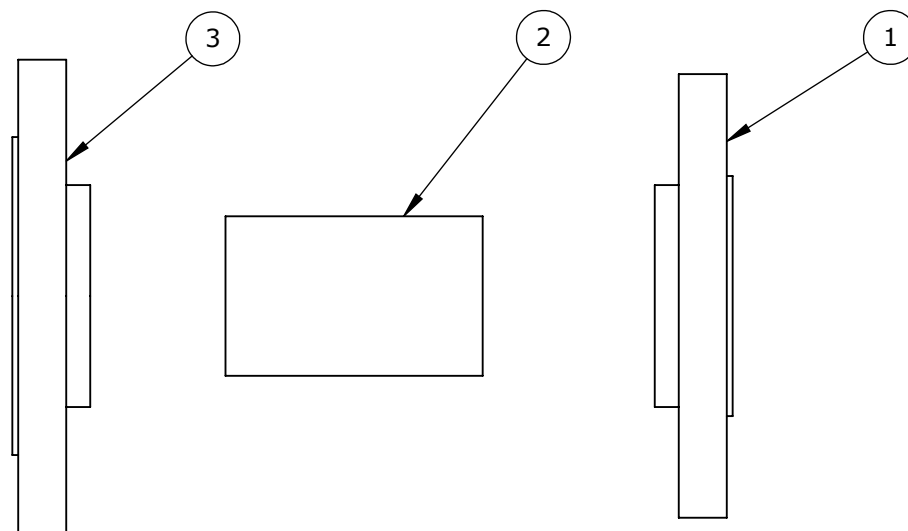




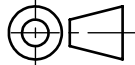

Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Tubo 1 1/4" - 09							
Código da peça: T 1,25" - 09		Número da peça:					
Material: AISI 304						UNIDADE: mm	
Autor:							
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:3	FOLHA 4 DE 5	A4

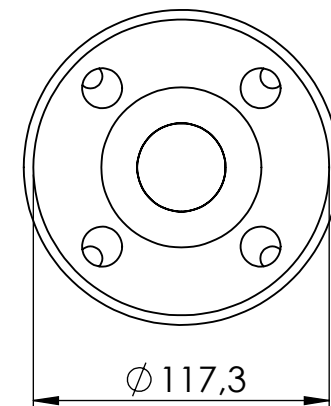
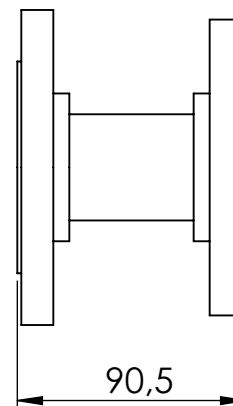
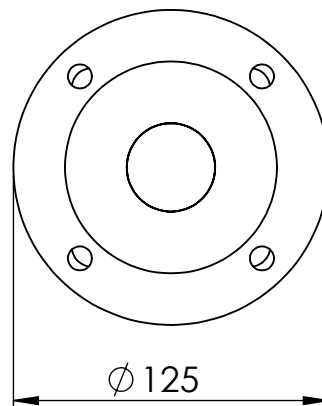
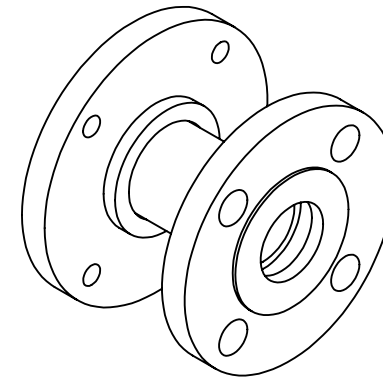


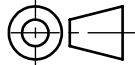

Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg com pescoço 1 1/4 pol				
Código da peça: FLG WN 1,25"	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:			UNIDADE: mm	
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 5 DE 5
				A4

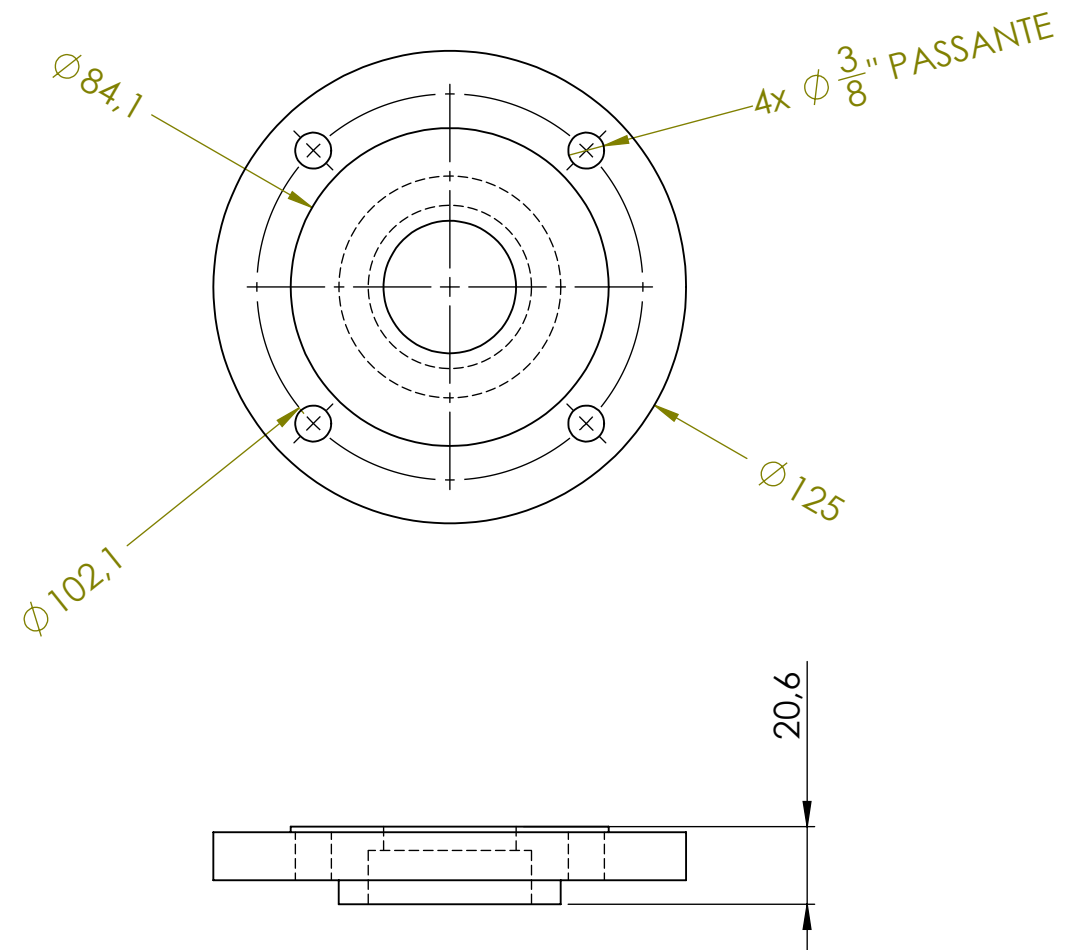



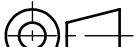
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flg encaixe 1 1/4pol	FLG SKW 1,25"	1
2	Tubo 1 1/4pol - 10	T 1,25" - 10	1
3	Flg encaixe 1 1/4pol - CONDE	FLG SKW 1,25" - C	1

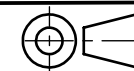
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 10					
Código da montagem: C 10					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 1 DE 5	A4



Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 10					
Código da montagem: C 10					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 2 DE 5	A4

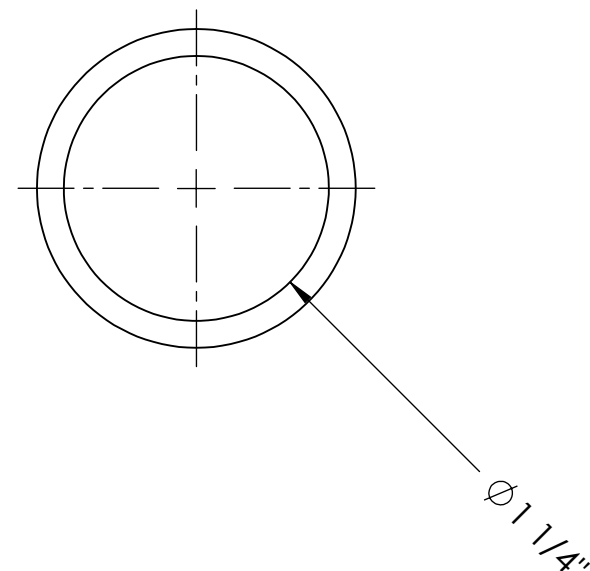
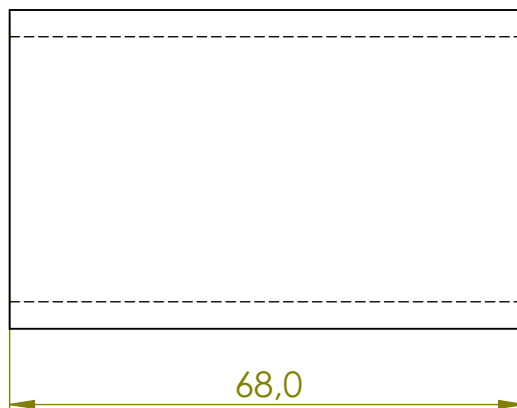



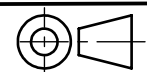
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Flg encaixe 1 1/4pol CONDE							
Código da peça: FLG SKW 1,25" C		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:							
		UNIDADE: mm					
Local: Rio de Janeiro		Data: 10/12/2017		REV.	ESC: 1:2	FOLHA 3 DE 5	A4

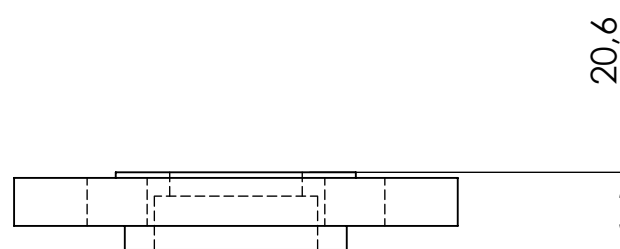
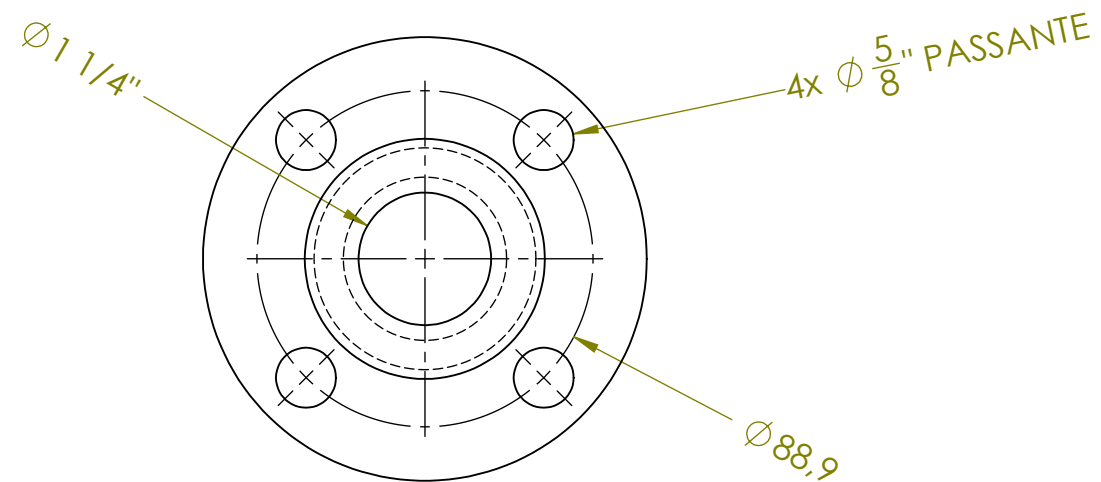



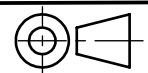
UNIDADE: mm

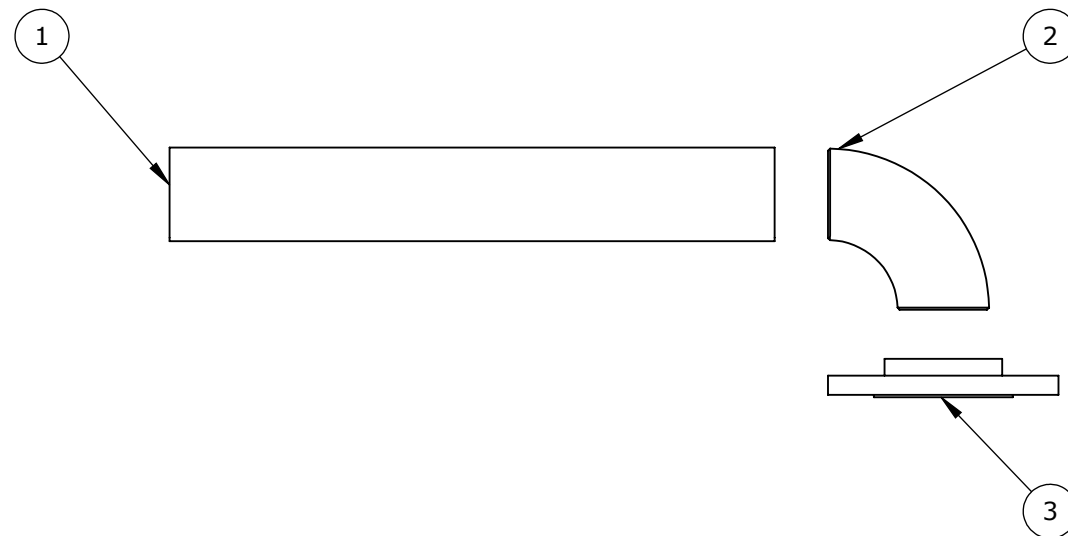




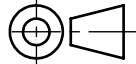

Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Tubo 1 1/4pol - 10					
Código da peça: T 1,25" - 10		Número da peça:			
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:				UNIDADE: mm	
Local: Rio de Janeiro		Data: 10/12/2017		REV.	ESC:1:1
				FOLHA 4 DE 5	
				A4	

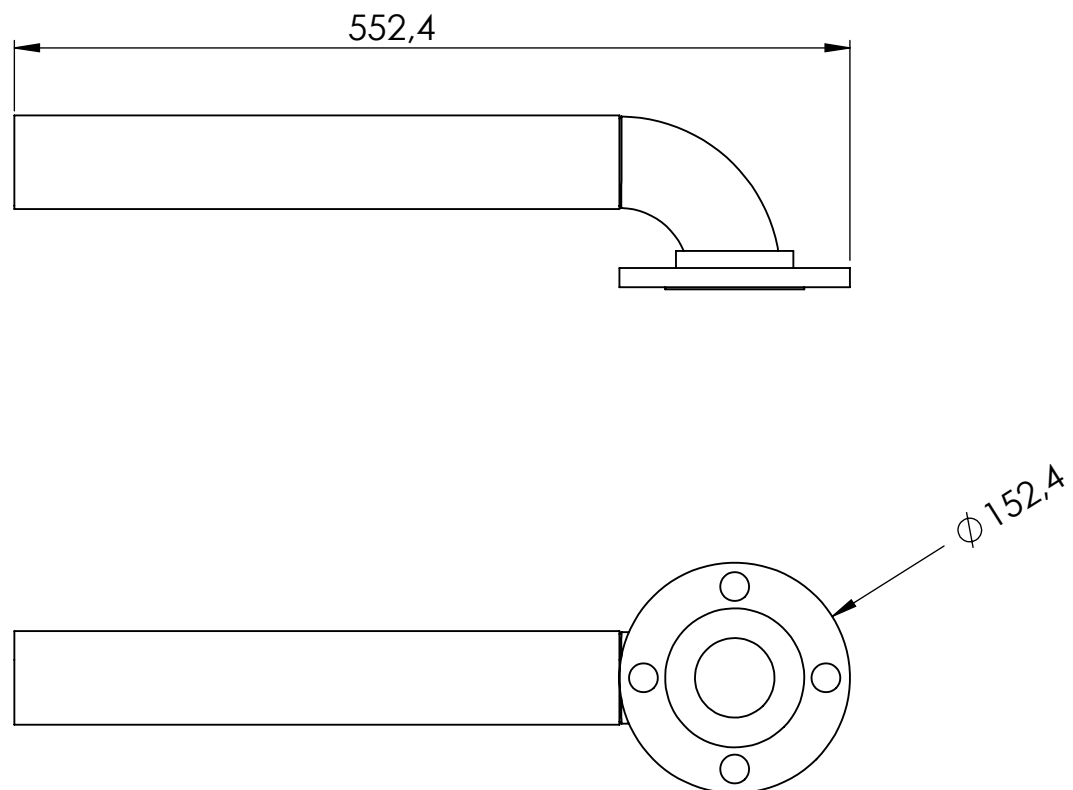


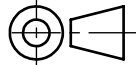

Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg encaixe 1 1/4pol - CONDE				
Código da peça: FLG SKW 1,25" -	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:			UNIDADE: mm	
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 5 DE 5
				A4

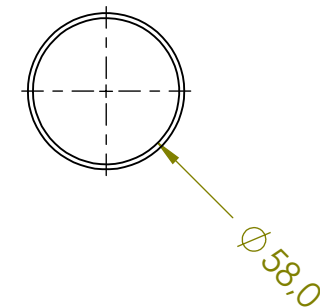
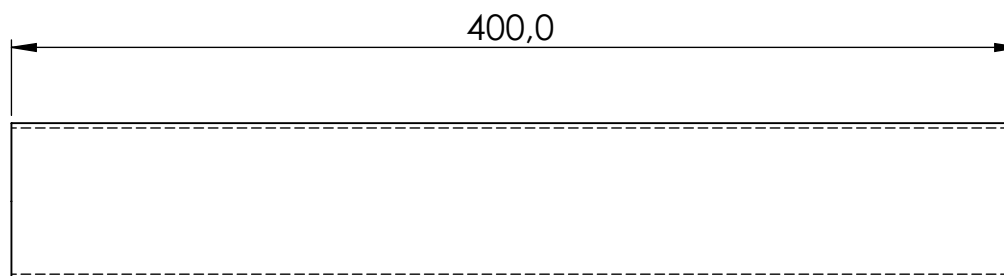



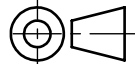
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Mangueira flexível	M FLEX	1
2	Curva 90° raio longo 2pol	C 90 RL 2"	1
3	Flg de encaixe 2pol	FLG SKW 2"	1

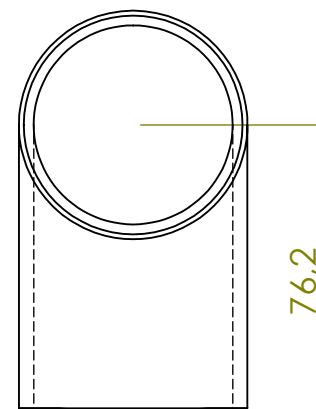
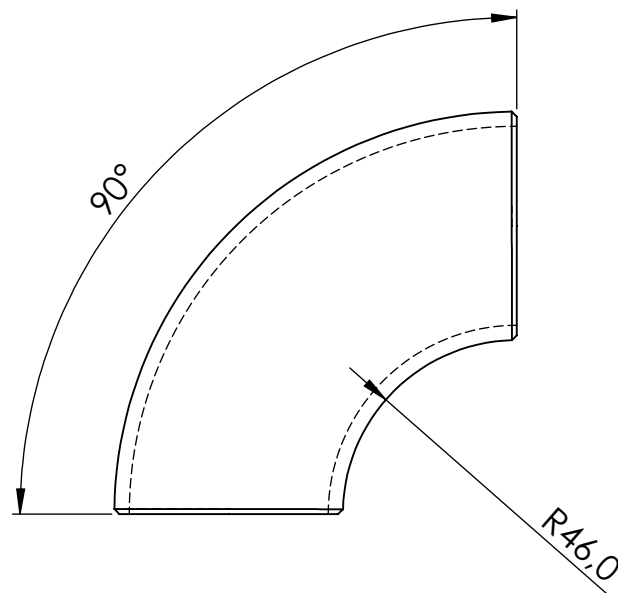
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 11					
Código da montagem: C 11					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:5	FOLHA 1 DE 5	A4



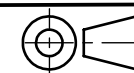
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 11					
Código da montagem: C 11					
Autor:		UNIDADE: mm			
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:5	FOLHA 2 DE 5	A4



Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Mangueira flexível							
Código da peça: M FLEX		Número da peça:					
Material: Plástico							
Autor:							
Assinatura:				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 10/12/2017		REV.	ESC:1:3	FOLHA 3 DE 5	A4

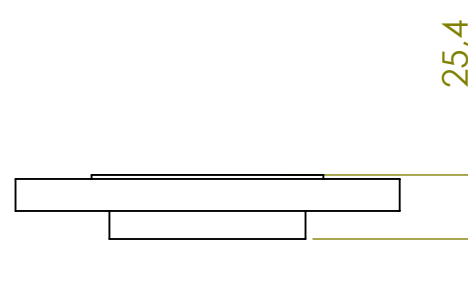
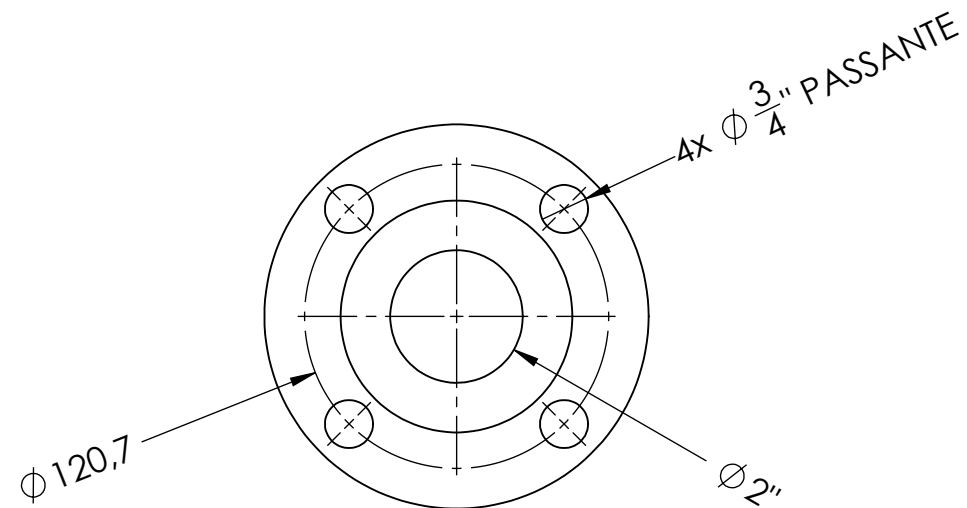


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Curva 90° raio longo 2pol				
Código da peça: C 90 RL 2"	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 4 DE 5
				A4

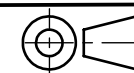


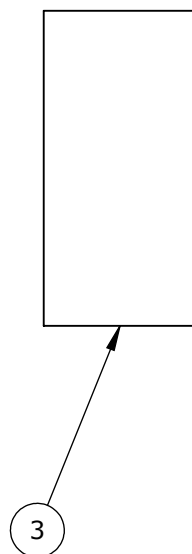
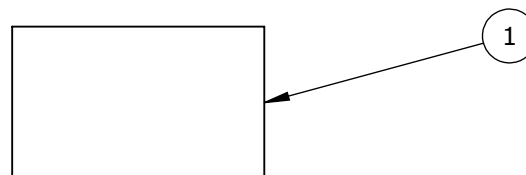
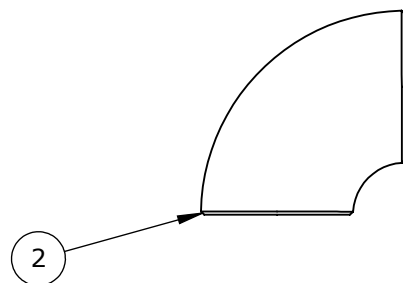
UNIDADE: mm



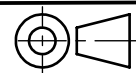



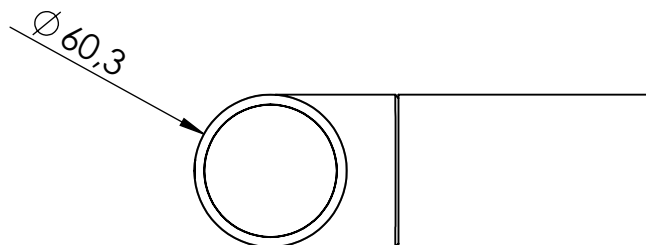
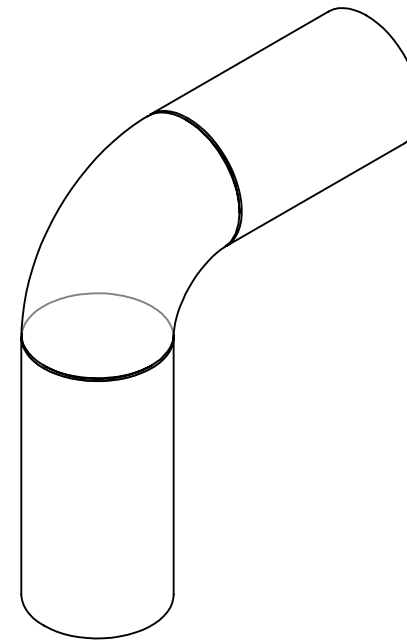
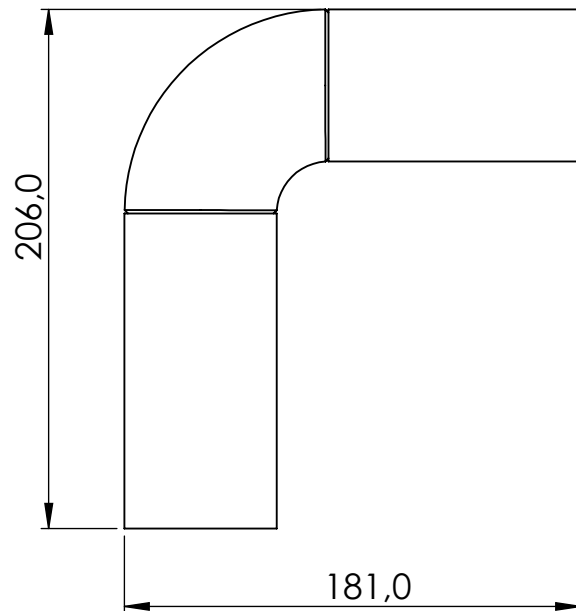
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg de encaixe 2pol				
Código da peça: FLG SKW 2"	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 10/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 5 DE 5
				A4

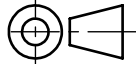



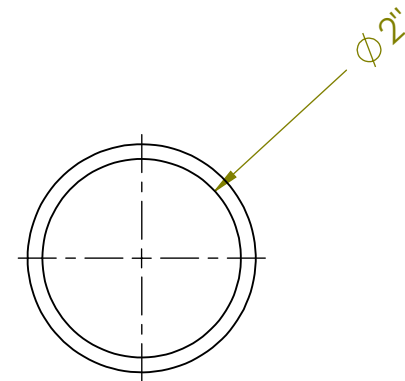
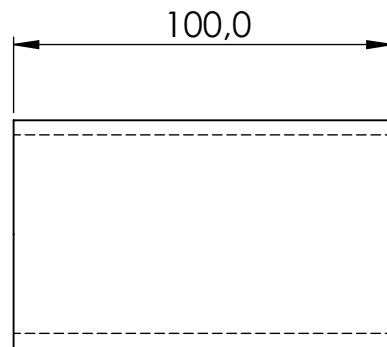


Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Tubo 01 2pol - 12	T01 2" - 12	1
2	Curva 90° raio curto 2"	C 90 RC 2"	1
3	Tubo 02 2pol - 12	T02 2" - 12	1

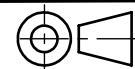
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da montagem: Conjunto 12							
Código da montagem: C 12							
Autor:				UNIDADE: mm			
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 11/12/2017		REV.	ESC:1:3	FOLHA 1 DE 5	A4

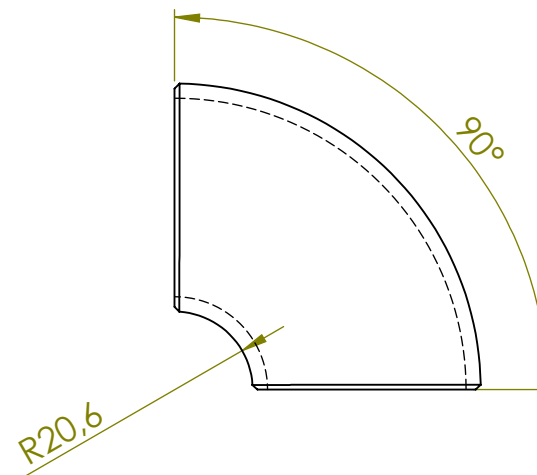
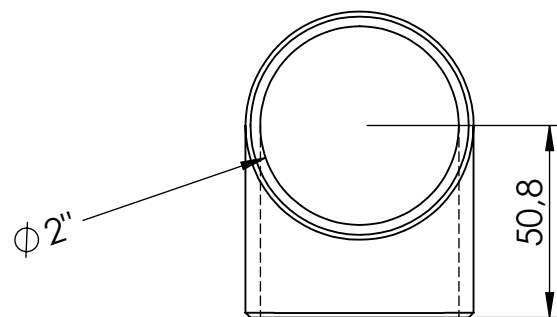


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Conjunto 12					
Código da montagem: C 12					
Autor:		UNIDADE: mm			
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro	Data: 11/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 2 DE 5	A4

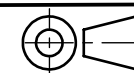


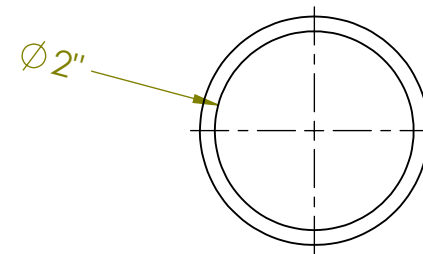
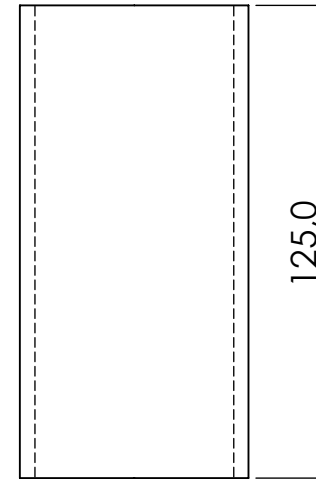
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Tubo 01 2pol - 12					
Código da peça: T01 2" - 12		Número da peça:			
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro		Data: 11/12/2017		REV.	
				ESC:1:2	
				FOLHA 3 DE 5	
				A4	





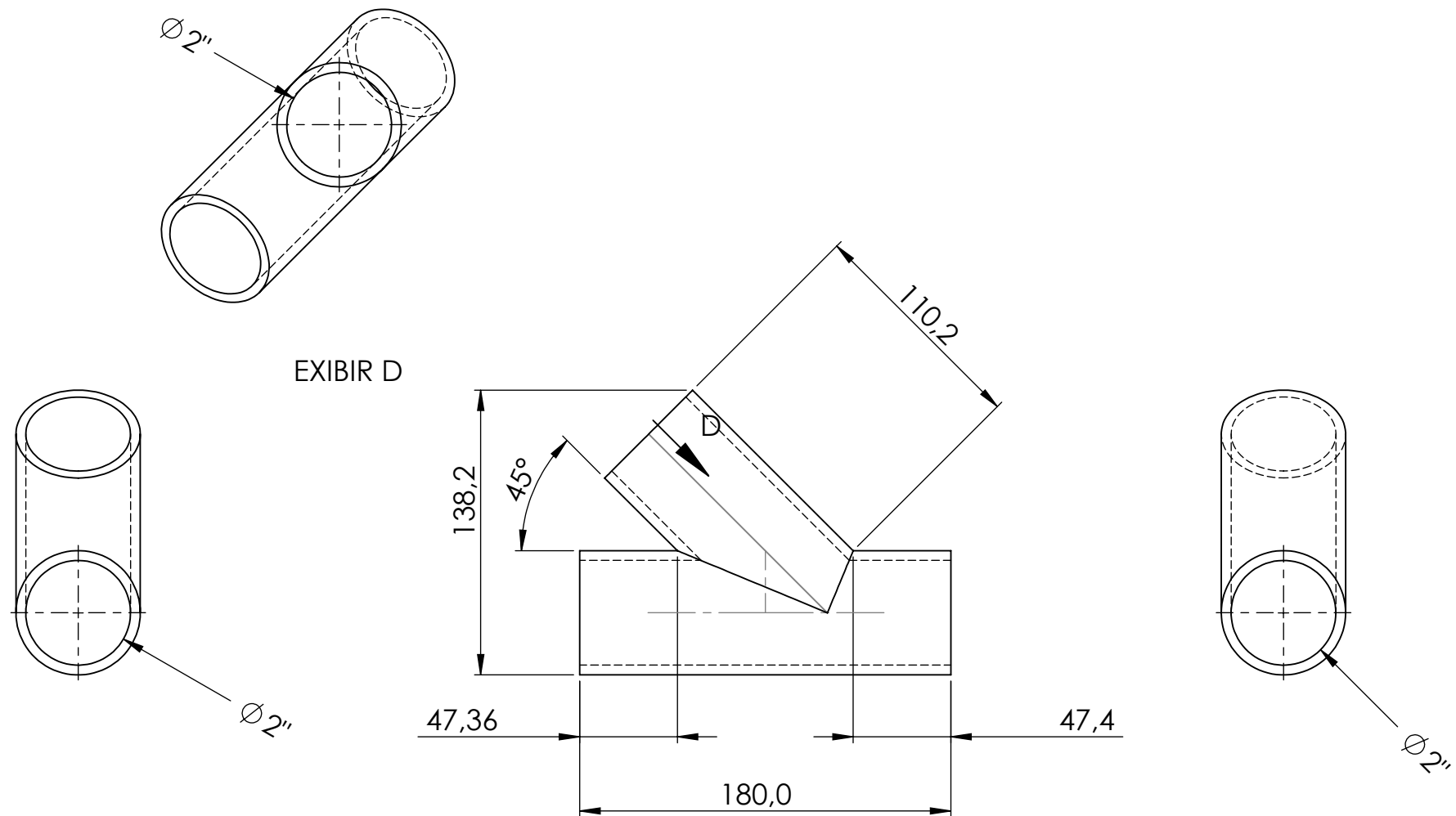
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Curva 90° raio curto 2"				
Código da peça: C 90 RC 2"	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 11/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 4 DE 5
				A4


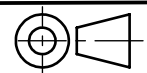




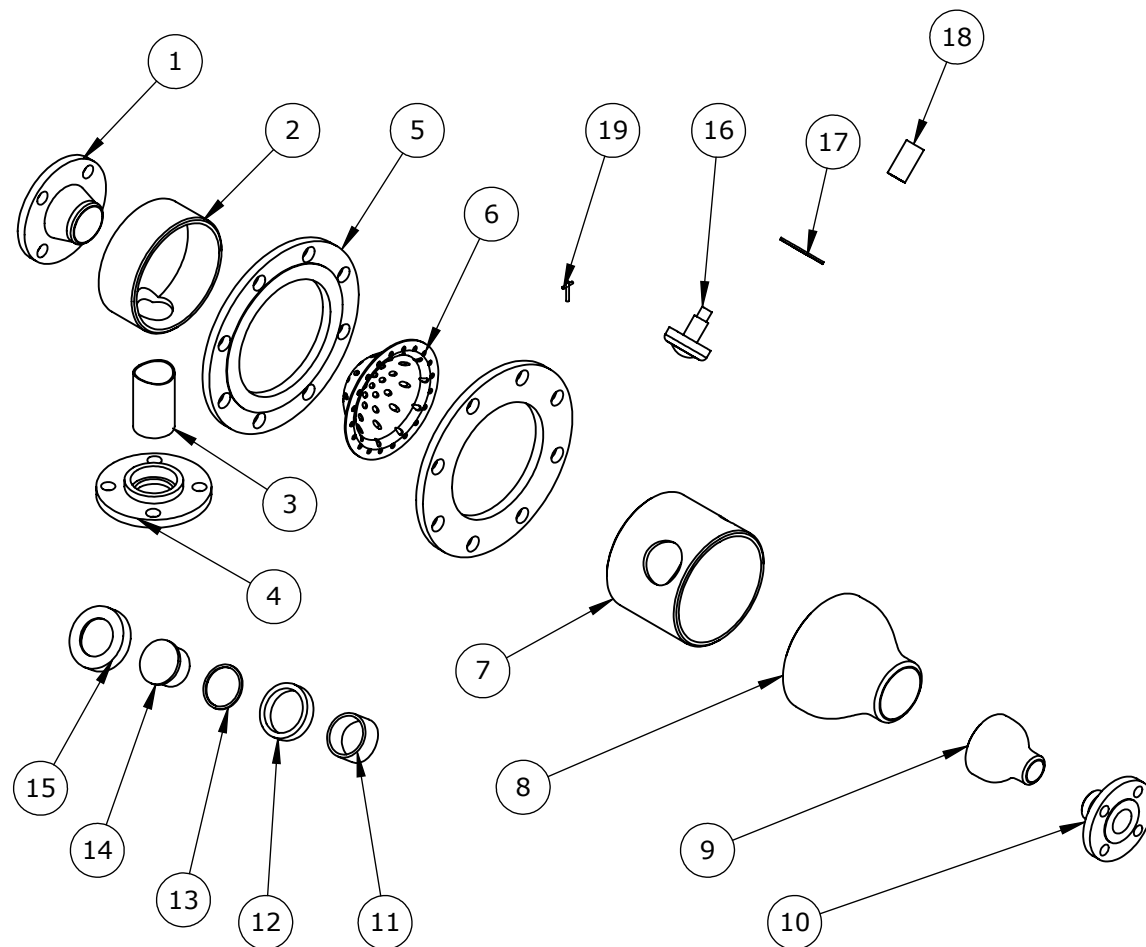
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Tubo 02 2pol - 12					
Código da peça: T02 2" - 12		Número da peça:			
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro		Data: 11/12/2017		REV.	
				ESC:1:2	
				FOLHA 5 DE 5	
				A4	

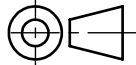




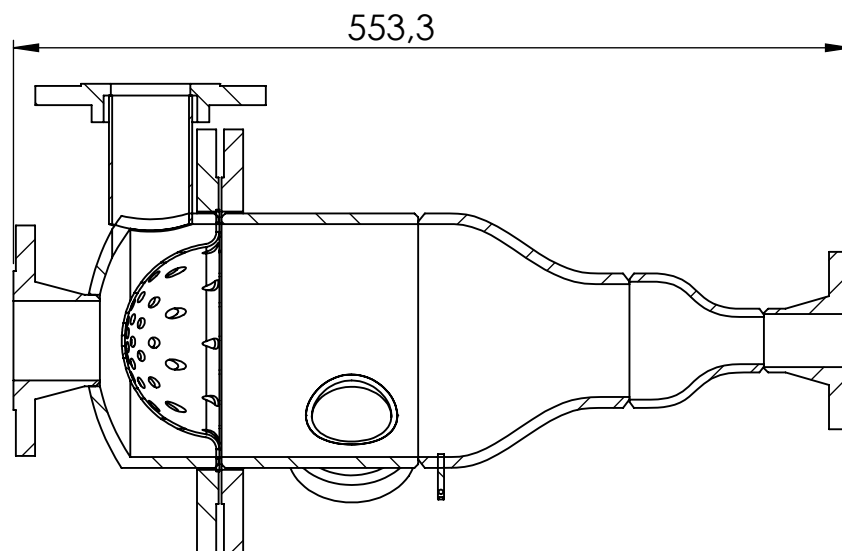
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Y 2pol				
Código da peça: Y 2"	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:			UNIDADE: mm	
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 11/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 1 DE 1
				A4

Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flg com pescoço 2pol	FLG WN 2"	1
2	Cap 6pol	CAP 6	1
3	Tubo saída camara esferas	T SAIDA CAMARA	1
4	Flg de encaixe 2pol	FLG SKW 2"	1
5	Flg com ressalto 6pol	FLG SLIP 6	2
6	Peneira da câmara	PENEIRA CAMARA	1
7	Tubo central câmara	T CNTL CAMARA	1
8	Redução Concêntrica 6pol x 3pol	R C 6" x 3"	1
9	Redução Concêntrica 3pol x 1 1/4pol	R C 3" x 1,25"	1
10	Flg com pescoço 1 1/4pol	FLG WN 1,25"	1
11	Tubo visor	T VISOR	1
12	Flg do visor	FLG VISOR	1
13	Vedação do visor	VEDACAO VISOR	1
14	Visor de acrílico	VISOR ACRILICO	1
15	Tampa roscada do visor	TP ROSCADA	1
16	Lâmpada THOLZ inox 6W	LAMPADA	1
17	Arruela da lâmpada	ARRUE LAMPADA	1
18	Suporte da lâmpada	SUPOR LAMPADA	1
19	Dreno	DRENO	1

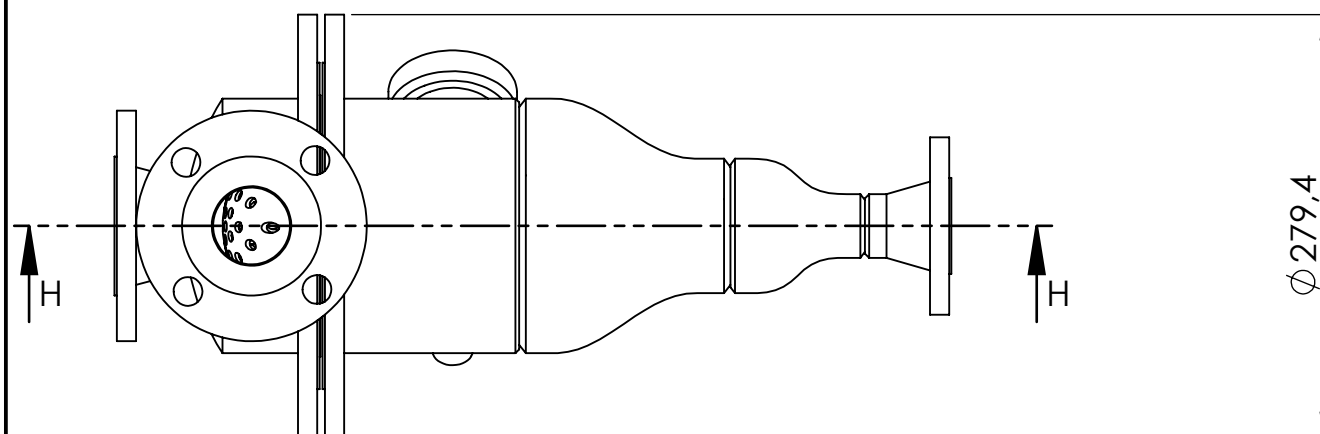
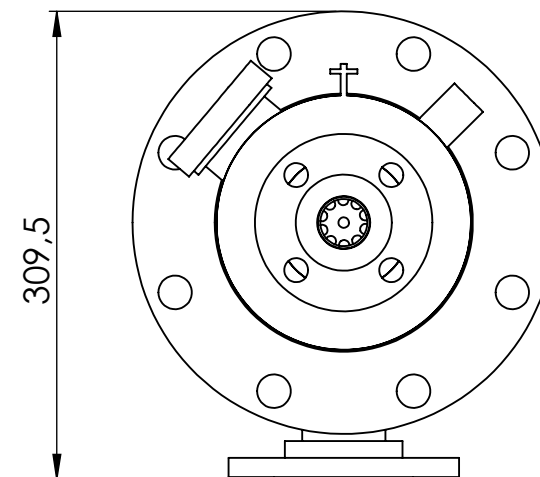


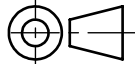

Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:	
Identificação do desenho: SIREA			
Nome da montagem: Câmara de Esferas			
Código da montagem: CAMARA			
Autor:			
Assinatura:			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017	UNIDADE: mm
REV. 00	ESC:1:10	FOLHA 1 DE 21	A4

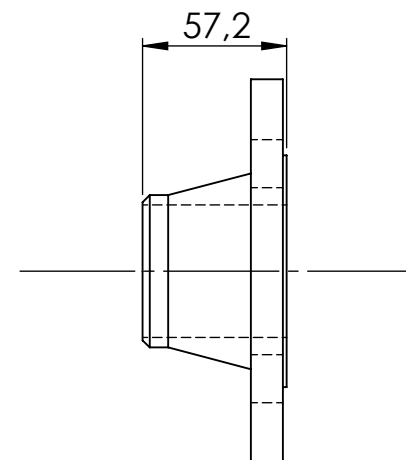
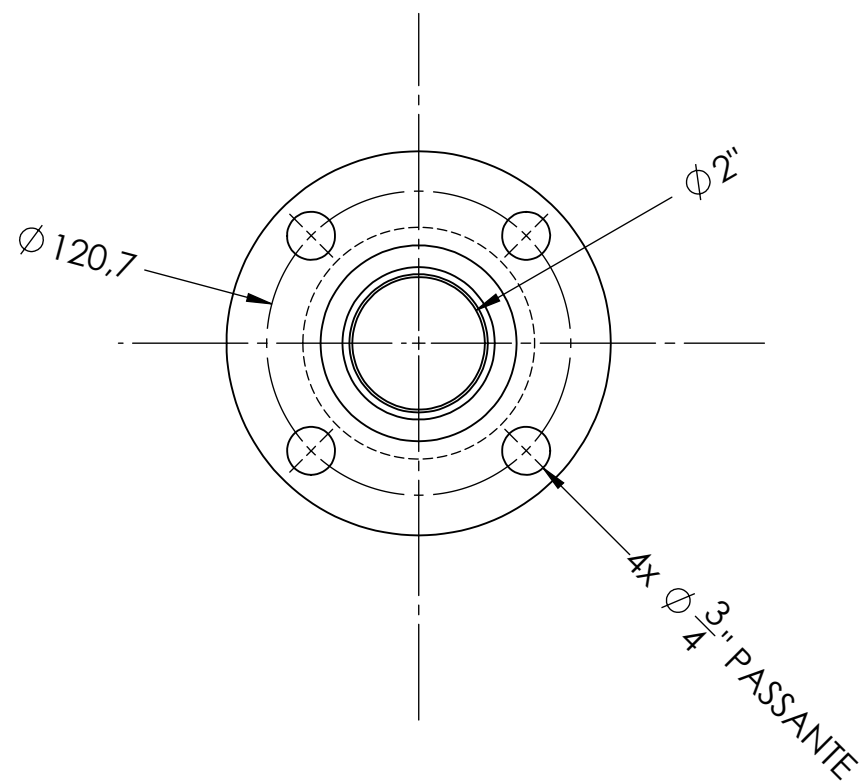



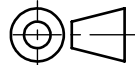


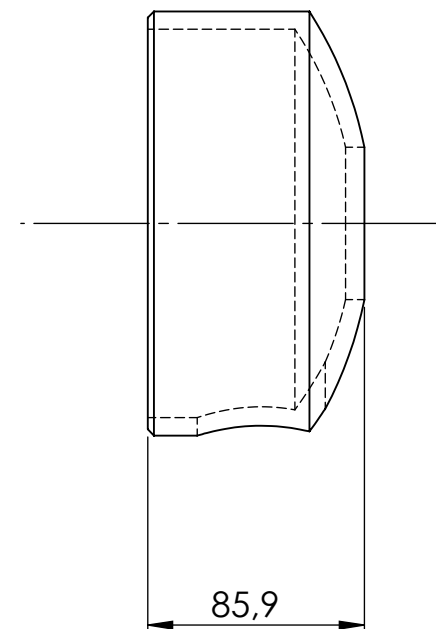
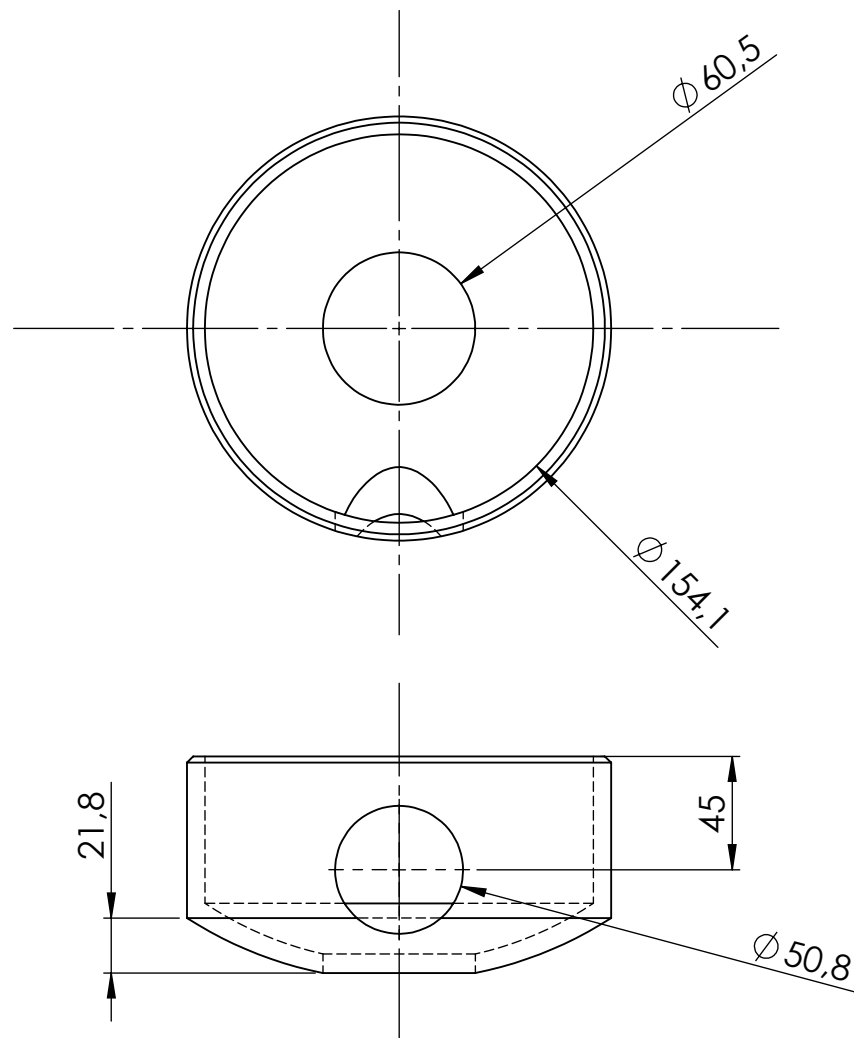
SEÇÃO H-H


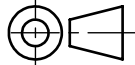


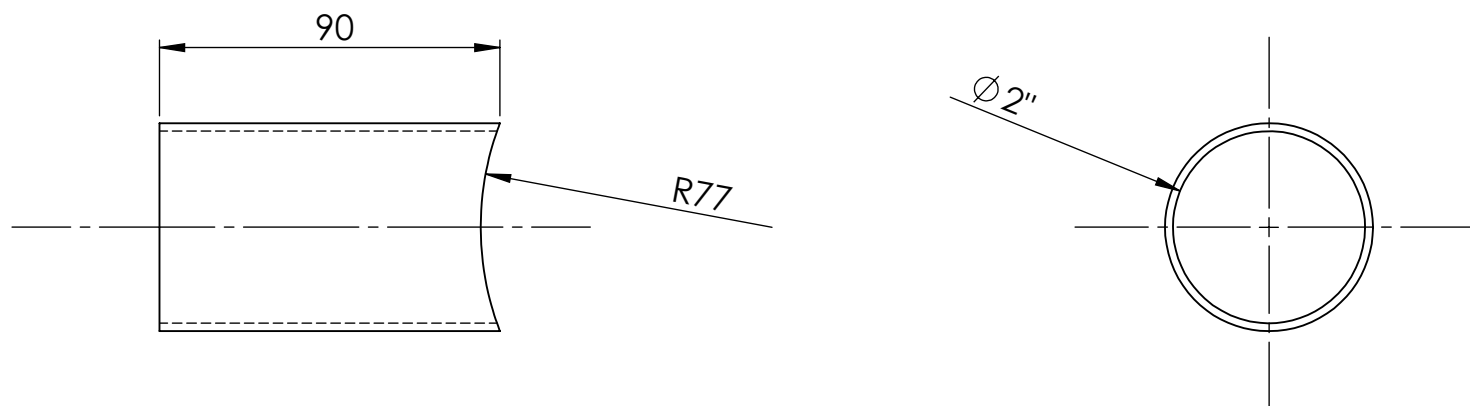
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Câmara de Esferas					
Código da montagem: CAMARA					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV. 00	ESC:1:5	FOLHA 2 DE 21	A4


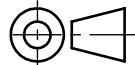


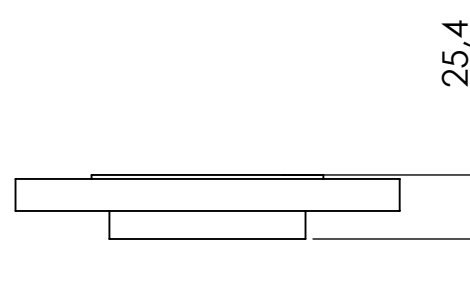
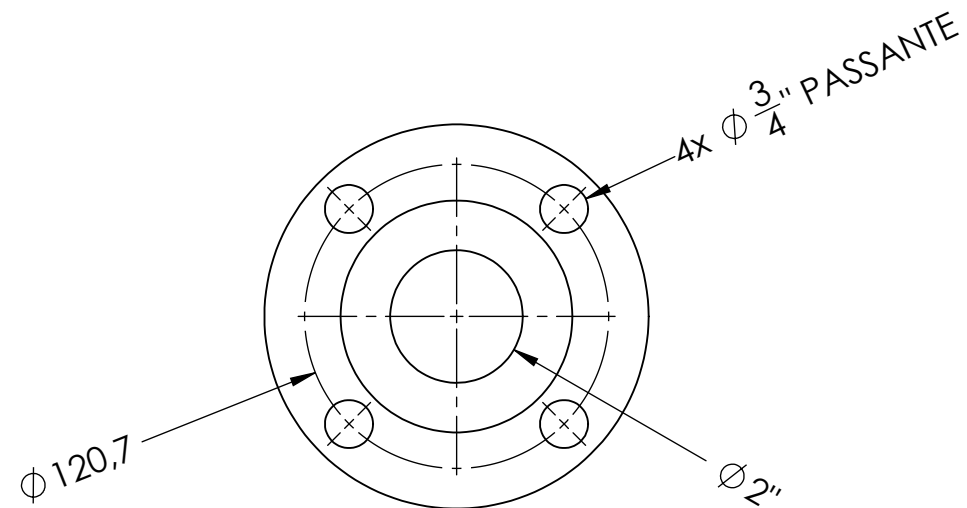
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Flg com pescoço 2pol							
Código da peça: FLG WN 2		Número da peça:					
Material: AISI 304Aço INOX				UNIDADE: mm			
Autor:							
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV. 00	ESC:1:3	FOLHA 3 DE 21	A4



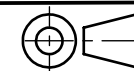
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Cap 6pol				
Código da peça: CAP 6	Número da peça:			
Material: AISI 304			UNIDADE: mm	
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV. 00	ESC:1:3	FOLHA 4 DE 21
				A4

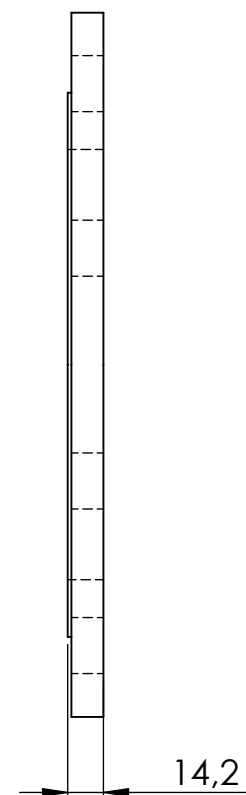
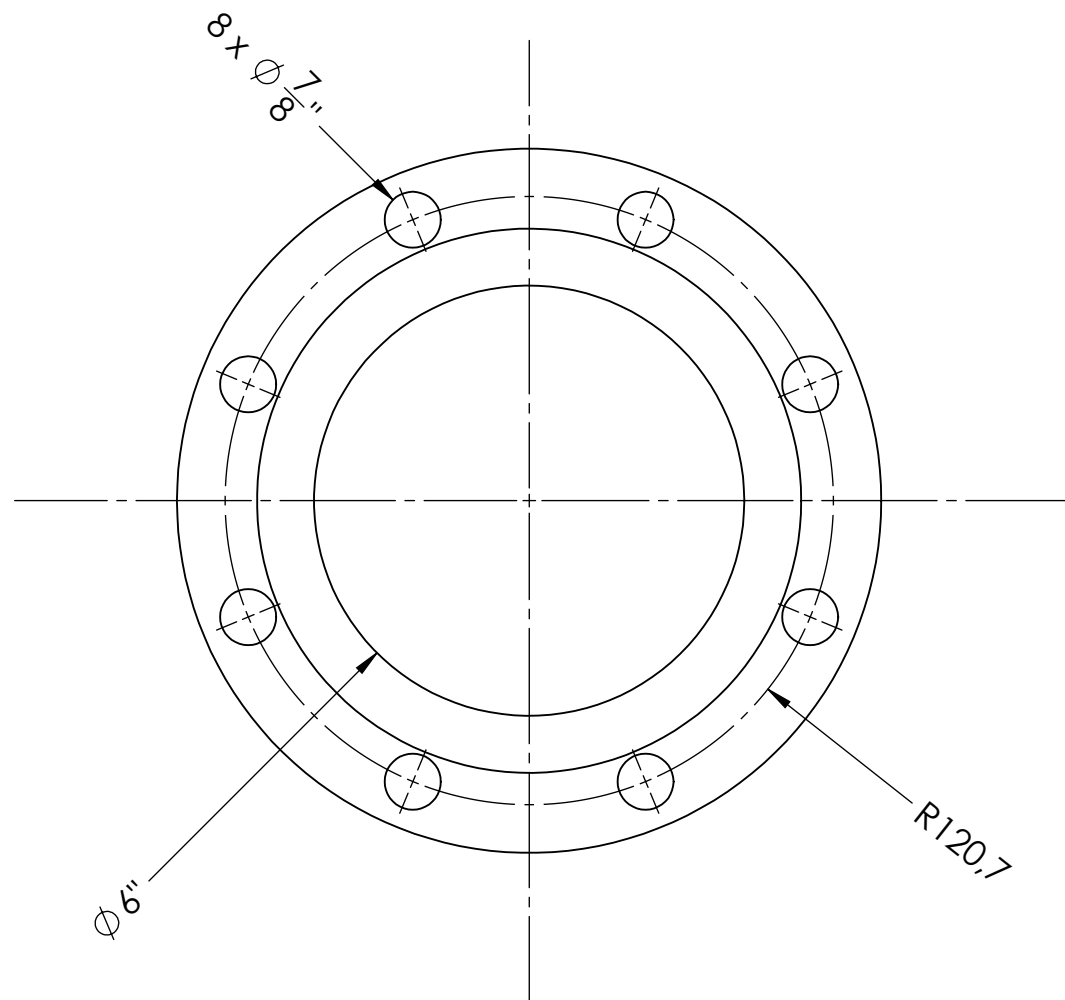


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Tubo saída camara esferas							
Código da peça: T SAIDA CAMARA		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:							
				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV. 00	ESC:1:2	FOLHA 5 DE 21	A4

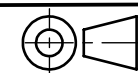


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg de encaixe 2pol				
Código da peça: FLG SKW 2"	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:3	FOLHA 6 DE 21
				A4



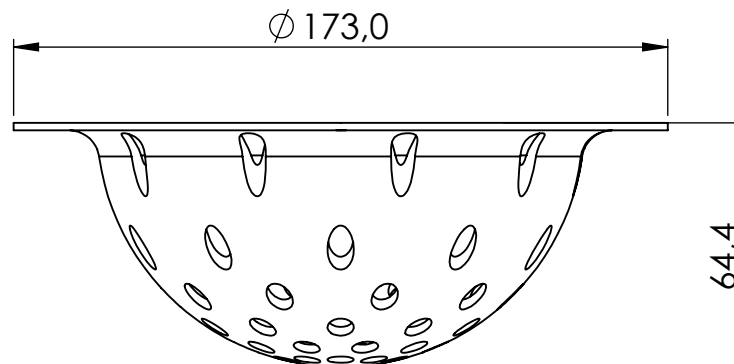


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg liso 6pol				
Código da peça: FLG SLIP 6"	Número da peça:			
Material: AISI 304Aço INOX				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV. 00	ESC:1:3	FOLHA 7 DE 21
				A4

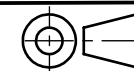


UNIDADE: mm



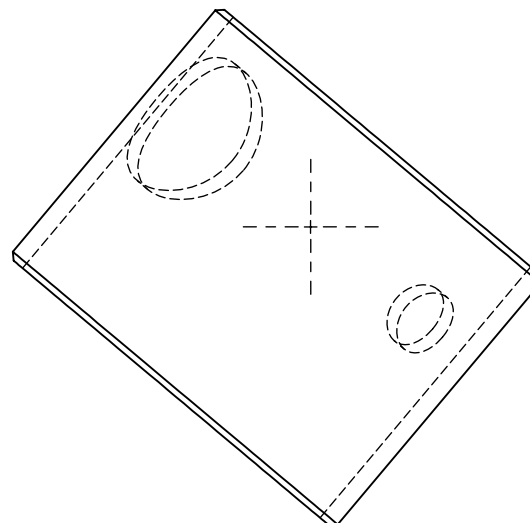
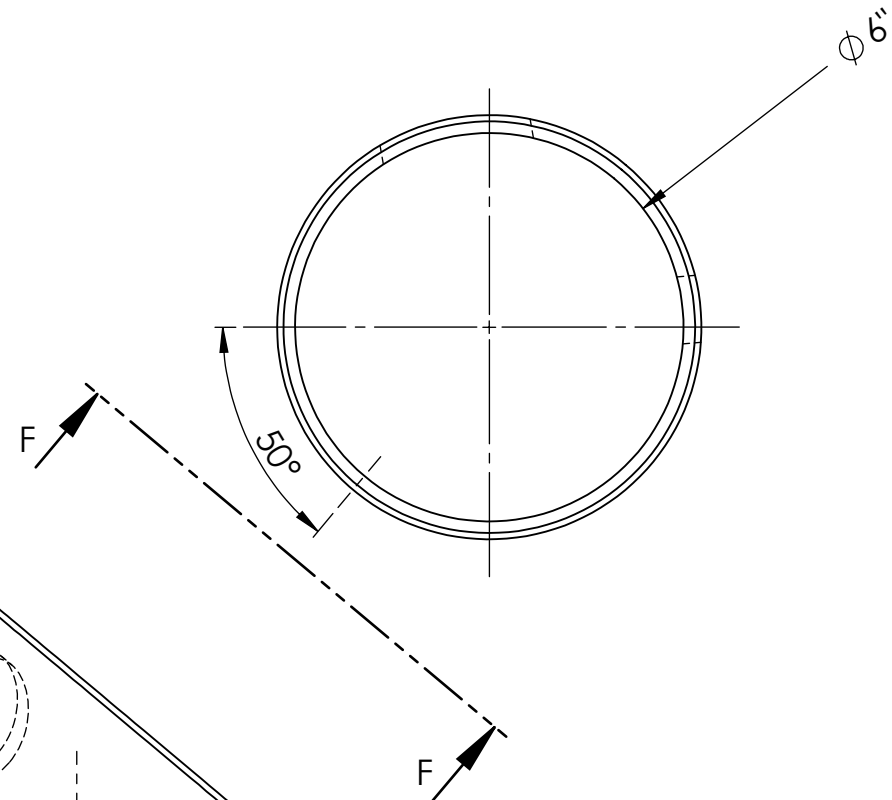
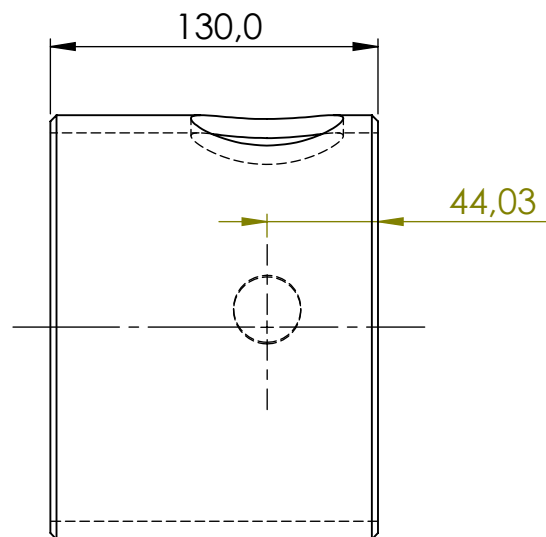


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Peneira da câmara				
Código da peça: PENEIRA CAMARA	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 8 DE 21
				A4



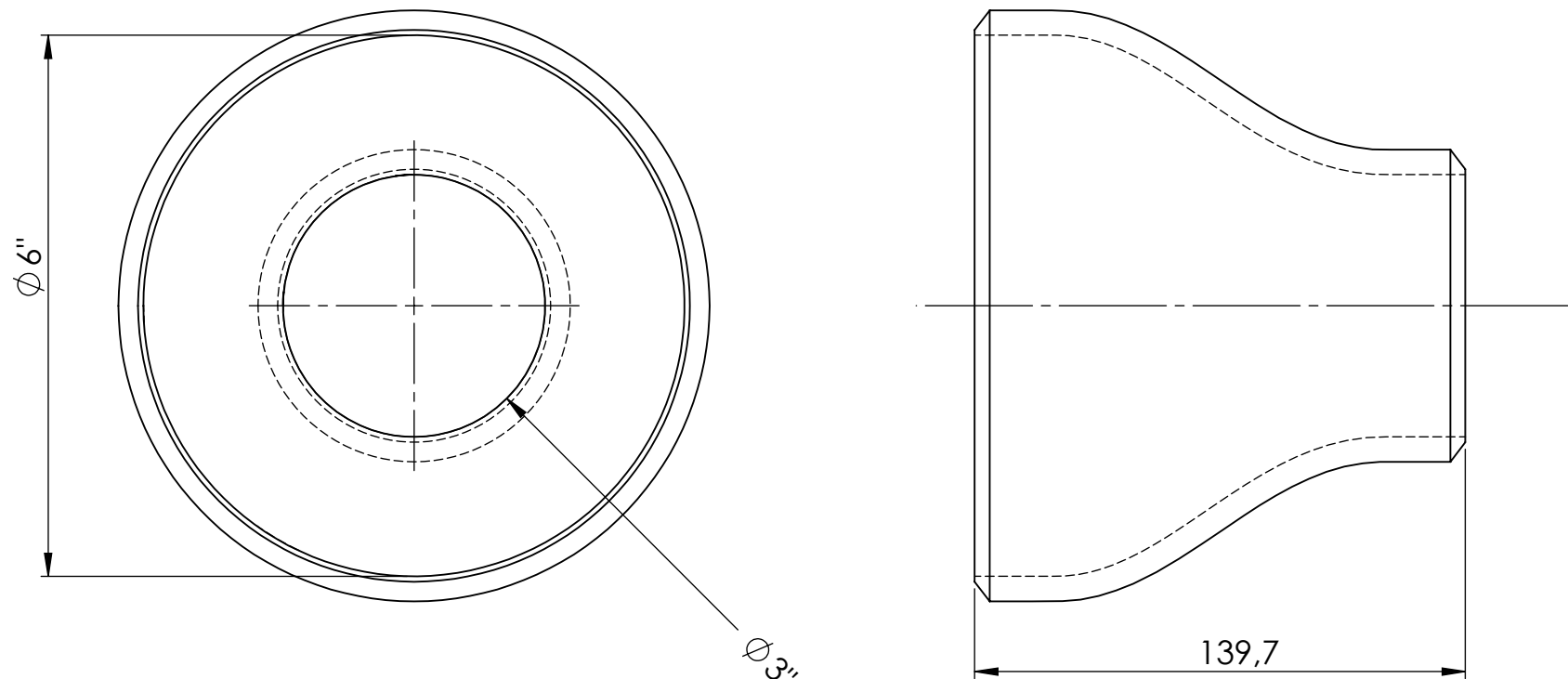
UNIDADE: mm



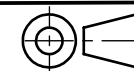


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Tubo central câmara				
Código da peça: T CNTL CAMARA	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017			
		UNIDADE: mm		
		REV. 00	ESC:1:3	FOLHA 9 DE 21
				A4



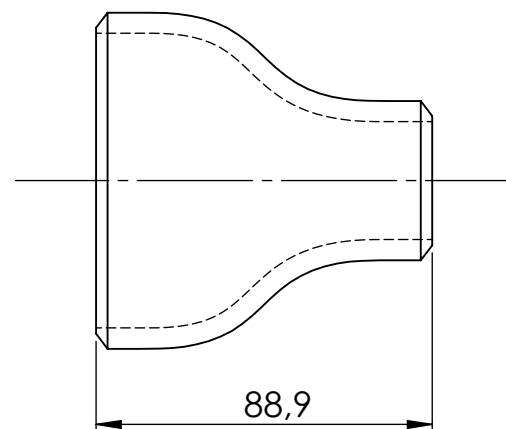
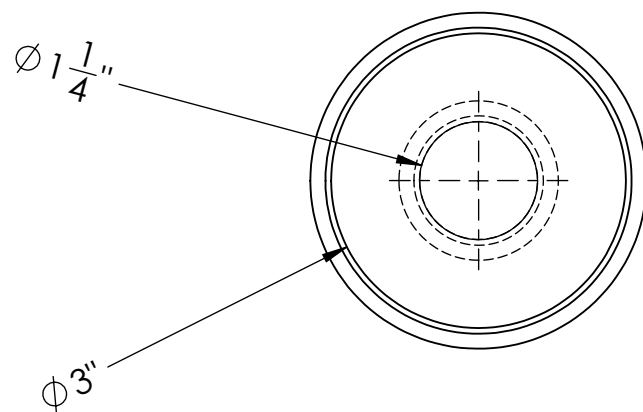


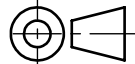
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Redução Concêntrica 6pol x 3pol					
Código da peça: R C 6" x 3"	Número da peça:				
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV. 00	ESC:1:2	FOLHA 10 DE 21	A4




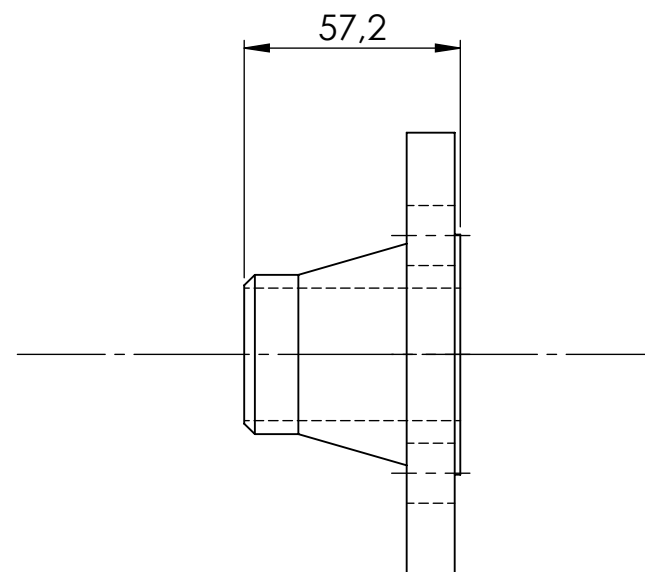
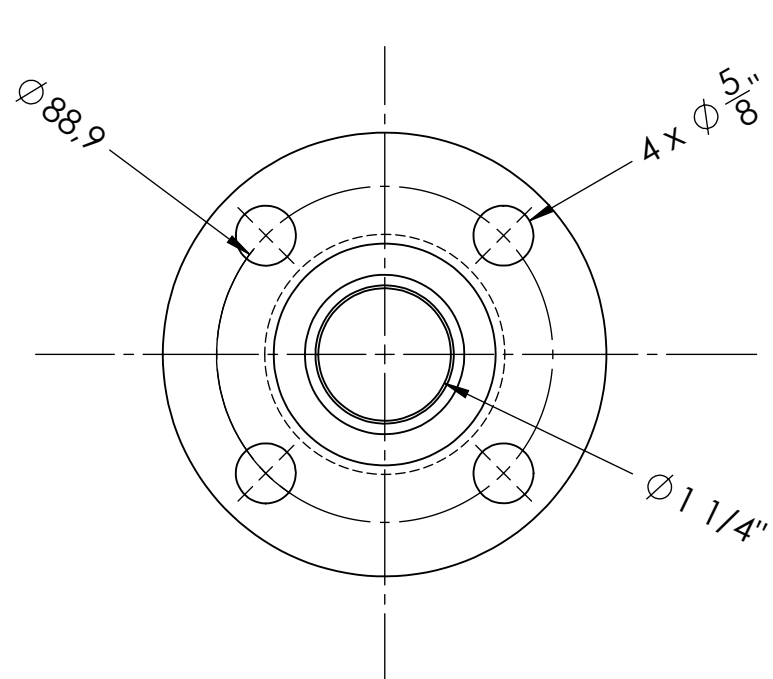
UNIDADE: mm



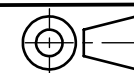


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Redução Concêntrica 3pol x 1 1/4pol							
Código da peça: R C 3" x 1,25"		Número da peça:					
Material: AISI 304				 UNIDADE: mm			
Autor:							
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV. 00	ESC:1:2	FOLHA 11 DE 21	A4



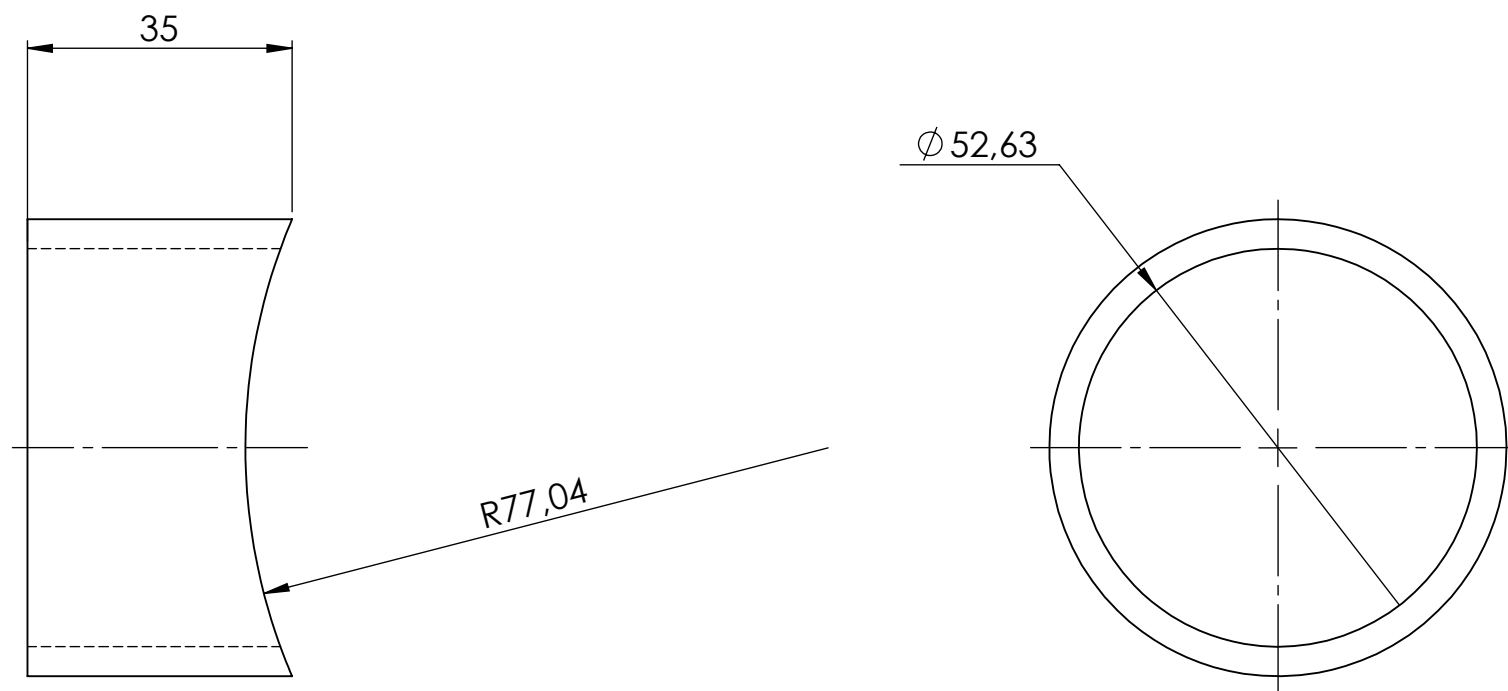


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg com pescoço 1 1/4 pol				
Código da peça: FLG WN 1 1/4	Número da peça:			
Material: AISI 304Aço INOX				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC: 1:2	FOLHA 12 DE 21
				A4

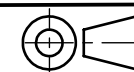


UNIDADE: mm



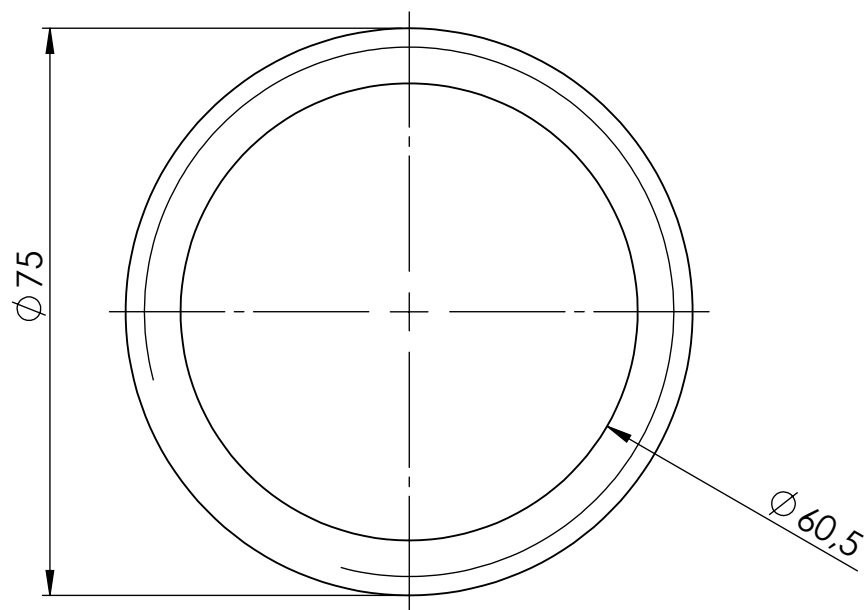



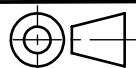
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Tubo visor				
Código da peça: T VISOR	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV. 00	ESC:1:1	FOLHA 13 DE 21
				A4

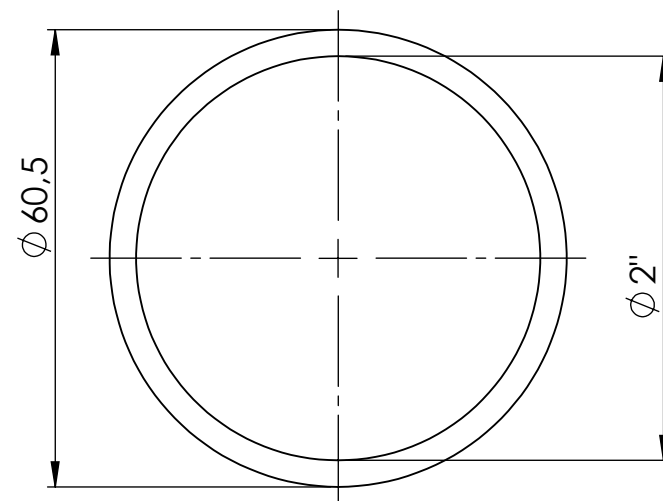





UNIDADE: mm

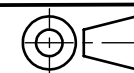


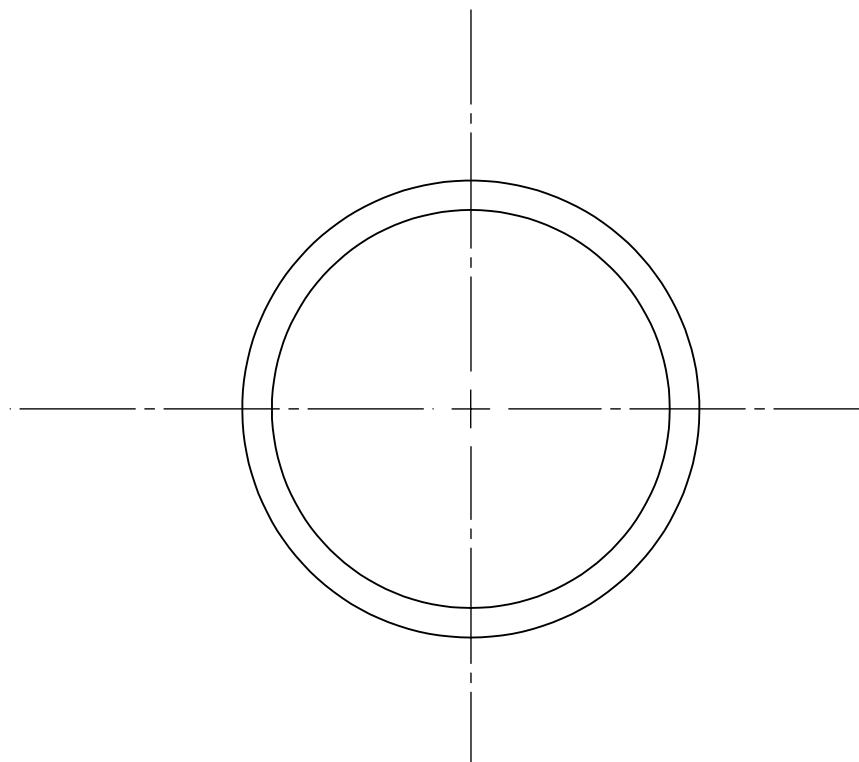
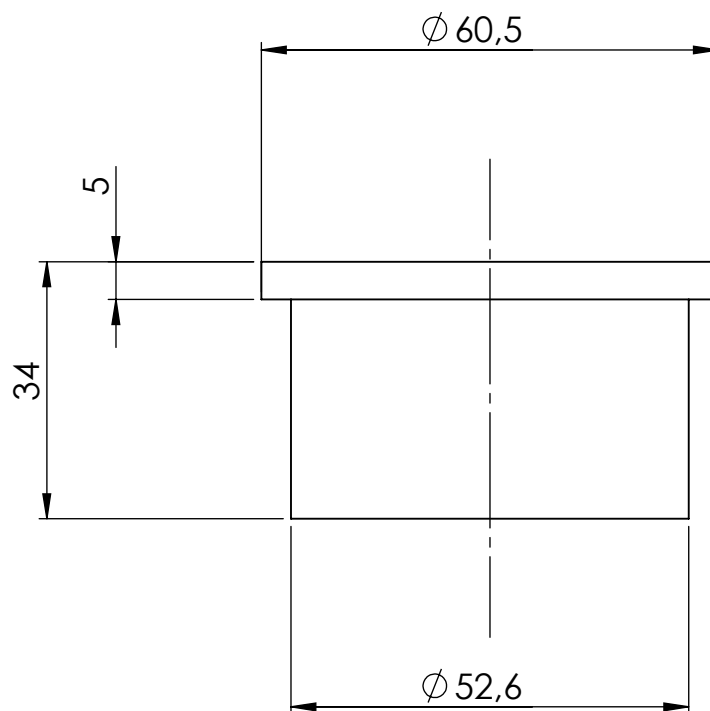



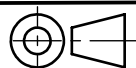
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Flg do visor					
Código da peça: FLG VISOR		Número da peça:			
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		UNIDADE: mm	
REV. 00		ESC:1:1		FOLHA 14 DE 21	
				A4	

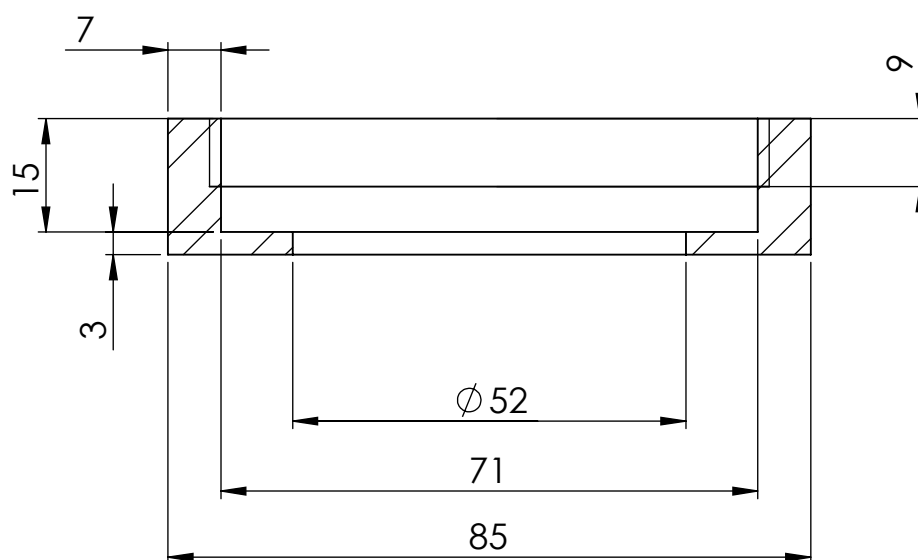
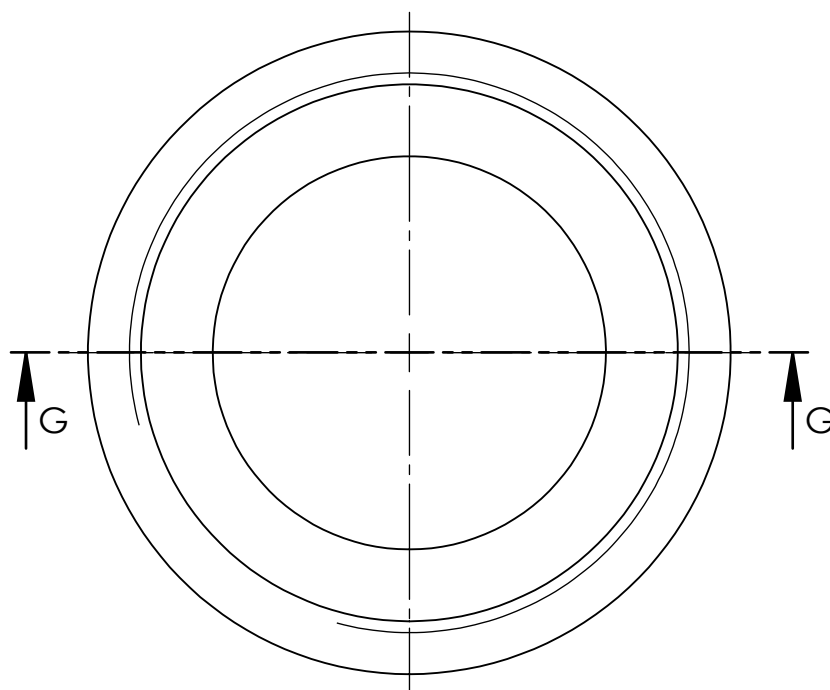


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Vedação do visor							
Código da peça: VEDAÇÃO VISOR		Número da peça:					
Material: NEOPRENE							
Autor:							
Assinatura:							
				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:1	FOLHA 15 DE 21	A4


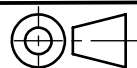


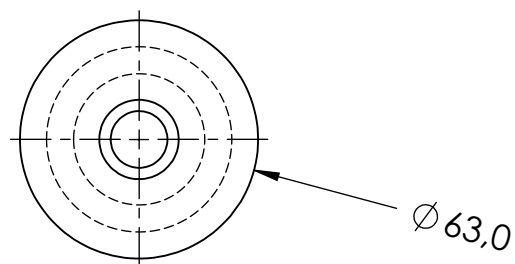
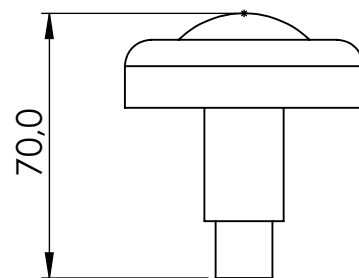



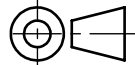
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Visor de acrílico					
Código da peça: VISOR ACRILICO		Número da peça:			
Material: Acrílico					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		UNIDADE: mm	
REV. 00		ESC:1:1		FOLHA 16 DE 21	
				A4	

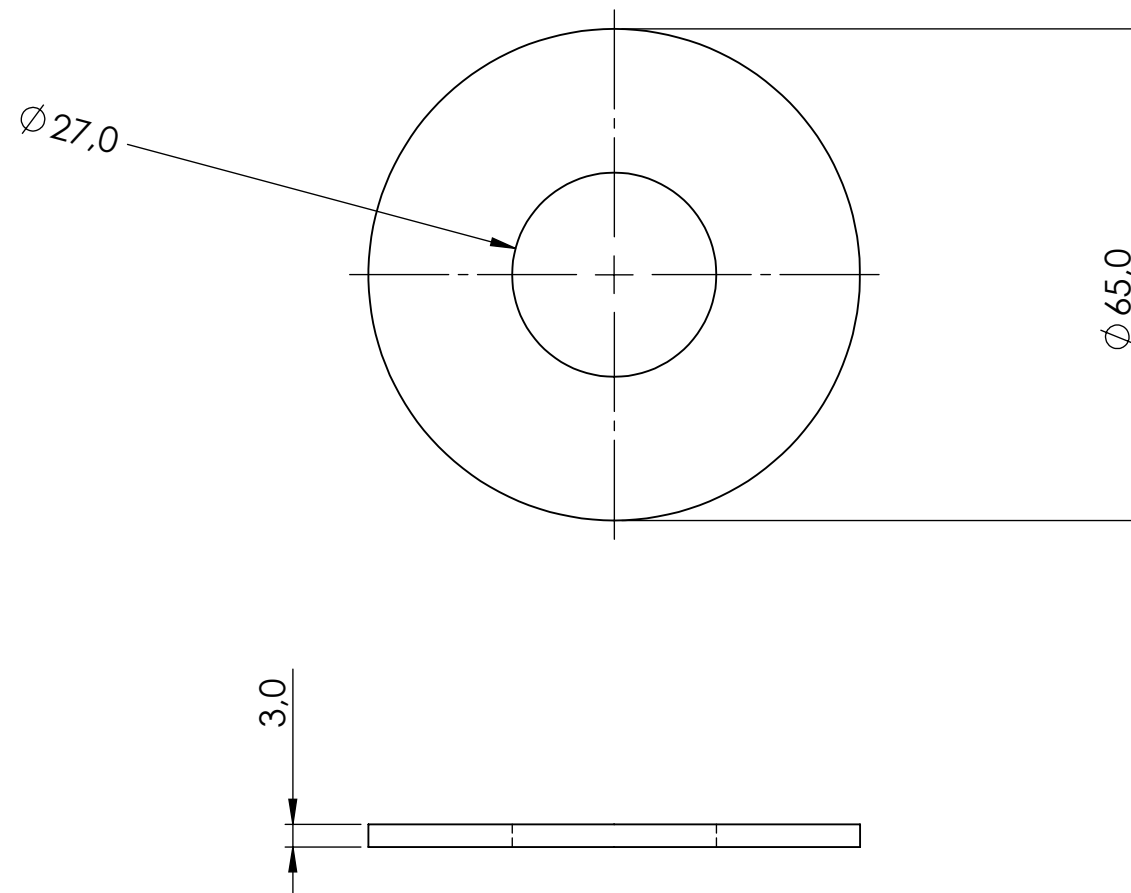



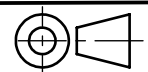
SEÇÃO G-G

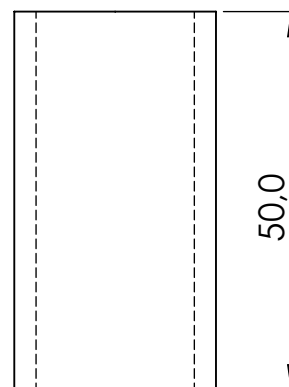
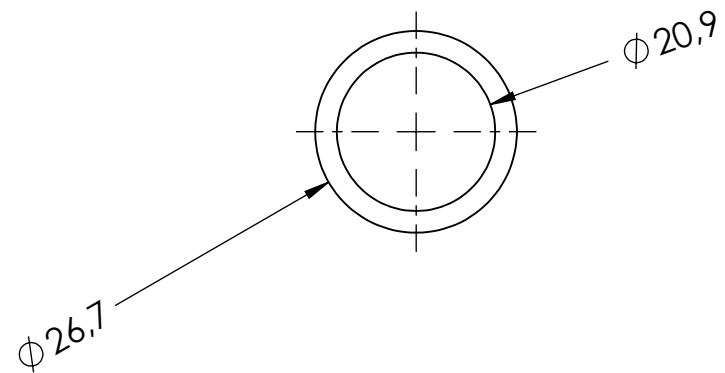
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Tampa rosca do visor				
Código da peça: TP ROSCADA	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:			UNIDADE: mm	
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV. 00	ESC:1:1	FOLHA 17 DE 21 A4

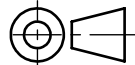



Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Lâmpada THOLZ inox 6W					
Código da peça: LAMPADA		Número da peça:			
Material: PC Alta Viscosidade					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:2
				FOLHA 18 DE 21	
				A4	

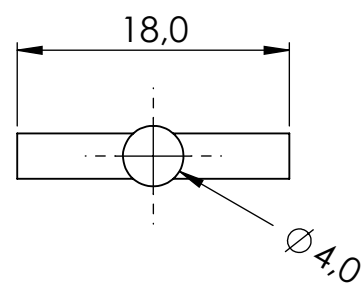
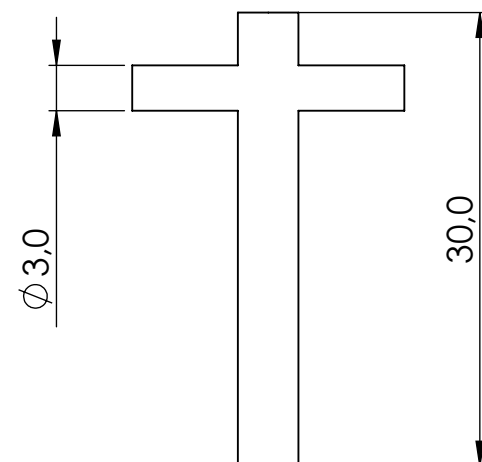



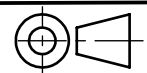
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:	 <p>PósMQI PUC-Rio Pós-Graduação em Engenharia Qualidade - Inovação - Sustentabilidade</p>		
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Arruela da lâmpada				
Código da peça: ARRUE LAMPADA	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:			UNIDADE: mm	
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:1	FOLHA 19 DE 21
				A4



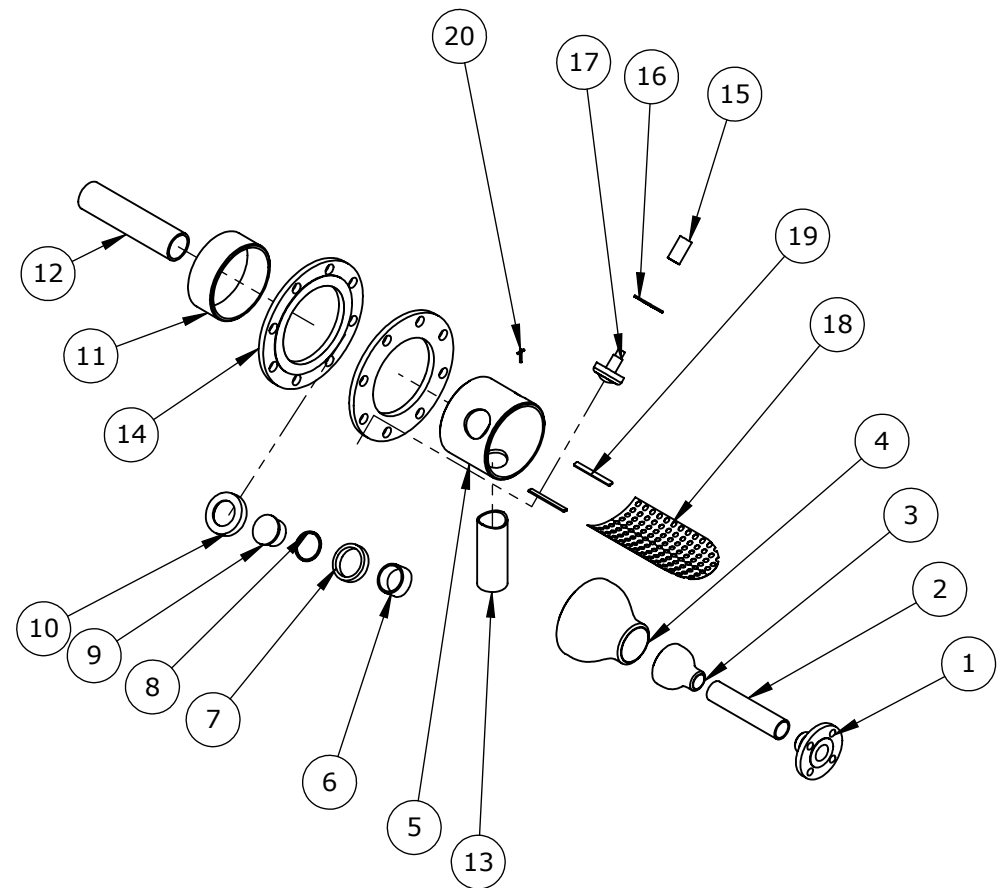
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Suporte da lâmpada							
Código da peça: SUPOR LAMPADA		Número da peça:					
Material: AISI 304				UNIDADE: mm			
Autor:							
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:1	FOLHA 20 DE 21	A4



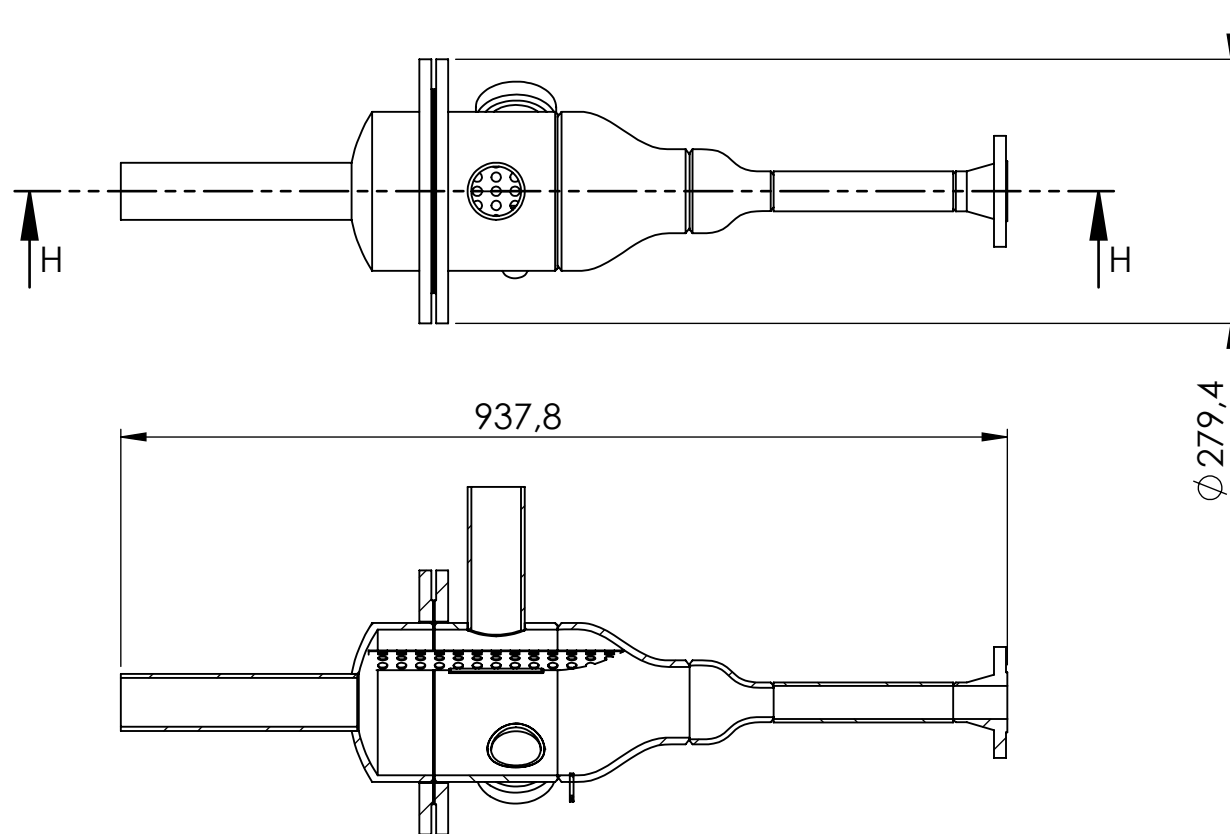


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Dreno				
Código da peça: DRENO	Número da peça:			
Material: Bronze Alumínio			UNIDADE: mm	
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:2:1	FOLHA 21 DE 21
				A4

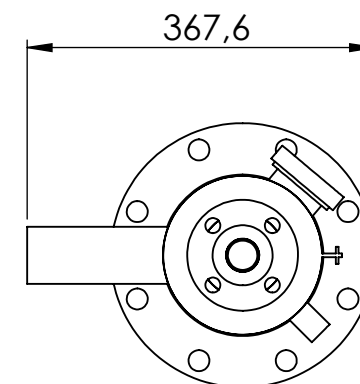
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Flg com pescoço 1 1/4pol	FLG WN 1,25"	1
2	Tubo 01 1,25pol separador	T01 1 1/4" - SEP	1
3	Redução Concêntrica 3pol x 1 1/4pol	R C 3" x 1,25"	1
4	Redução Concêntrica 6pol x 3pol	R C 6" x 3"	1
5	Tubo central do separador	T CENTRAL SEPARADOR	1
6	Tubo visor	T VISOR	1
7	Flg do visor	FLG VISOR	1
8	Vedação do visor	VEDAÇÃO VISOR	1
9	Visor de acrílico	VISOR ACRILICO	1
10	Tampa roscada do visor	TP ROSCADA	1
11	Cap 6 separador	CAP 6 SEPARADOR	1
12	Tubo 03 2pol - separador	T 03 2" - SEP	1
13	Tubo 02 câmara	T 02 CAMARA	1
14	Flg liso 6pol	FLG SLIP 6	2
15	Suporte da lâmpada	SUPOR LAMPADA	1
16	Arruela da lâmpada	ARRUE LAMPADA	1
17	Lâmpada THOLZ inox 6W	LAMPADA	1
18	Peneira do separador	PENEIRA SEP	1
19	Suporte da peneira do separador	SUPO PENEIRA	2
20	Dreno	DRENO	1

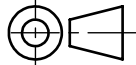



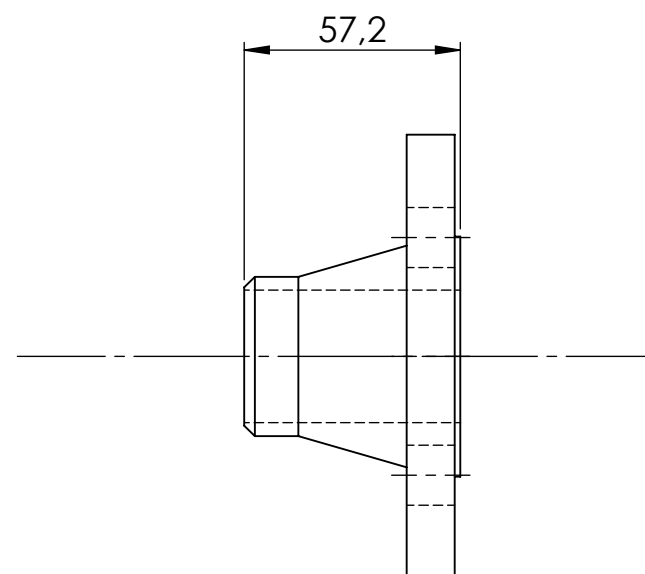
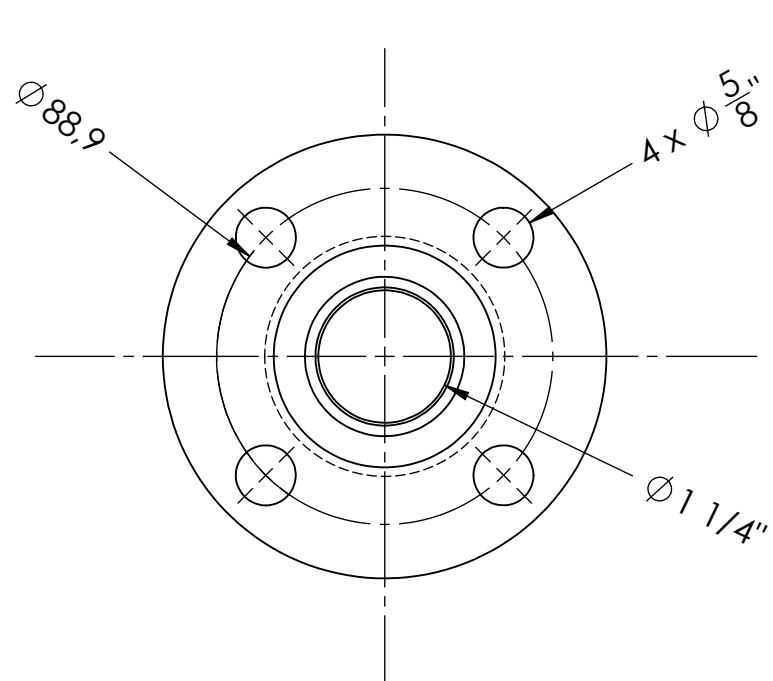
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:		
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da montagem: Separador de esferas				
Código da montagem: SEPARADOR				
Autor:				
Assinatura:		UNIDADE: mm		
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017	REV.	
		ESC:1:15	FOLHA 1 DE 22	A4



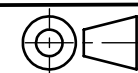
SEÇÃO H-H



Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Separador de esferas					
Código da montagem: SEPARADOR					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:8	FOLHA 2 DE 22	A4

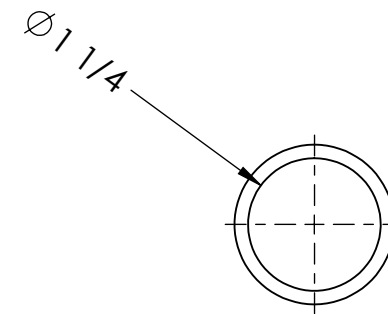
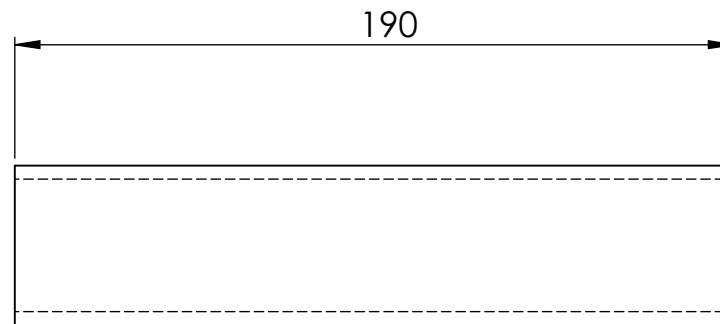


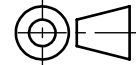
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Flg com pescoço 1 1/4pol				
Código da peça: FLG WN 1 1/4	Número da peça:			
Material: AISI 304Aço INOX				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:2	FOLHA 3 DE 22
				A4



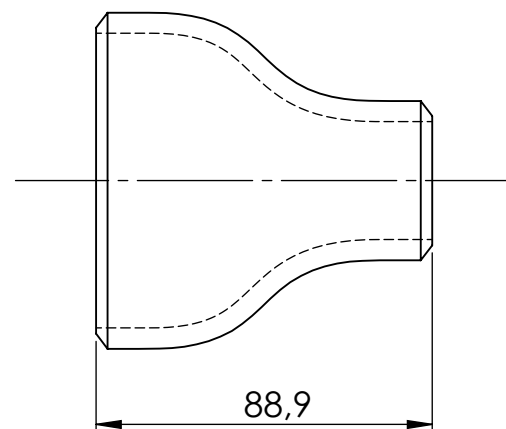
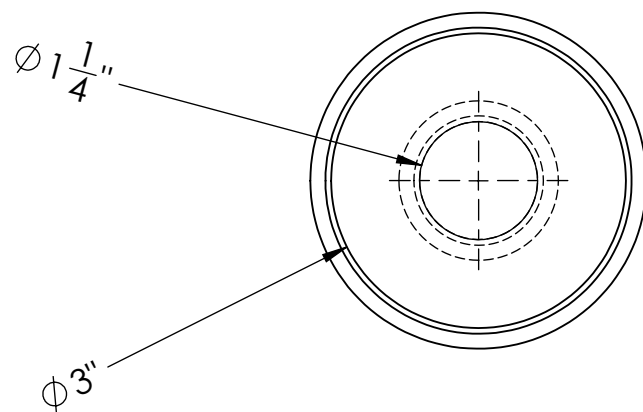
UNIDADE: mm


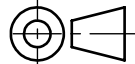


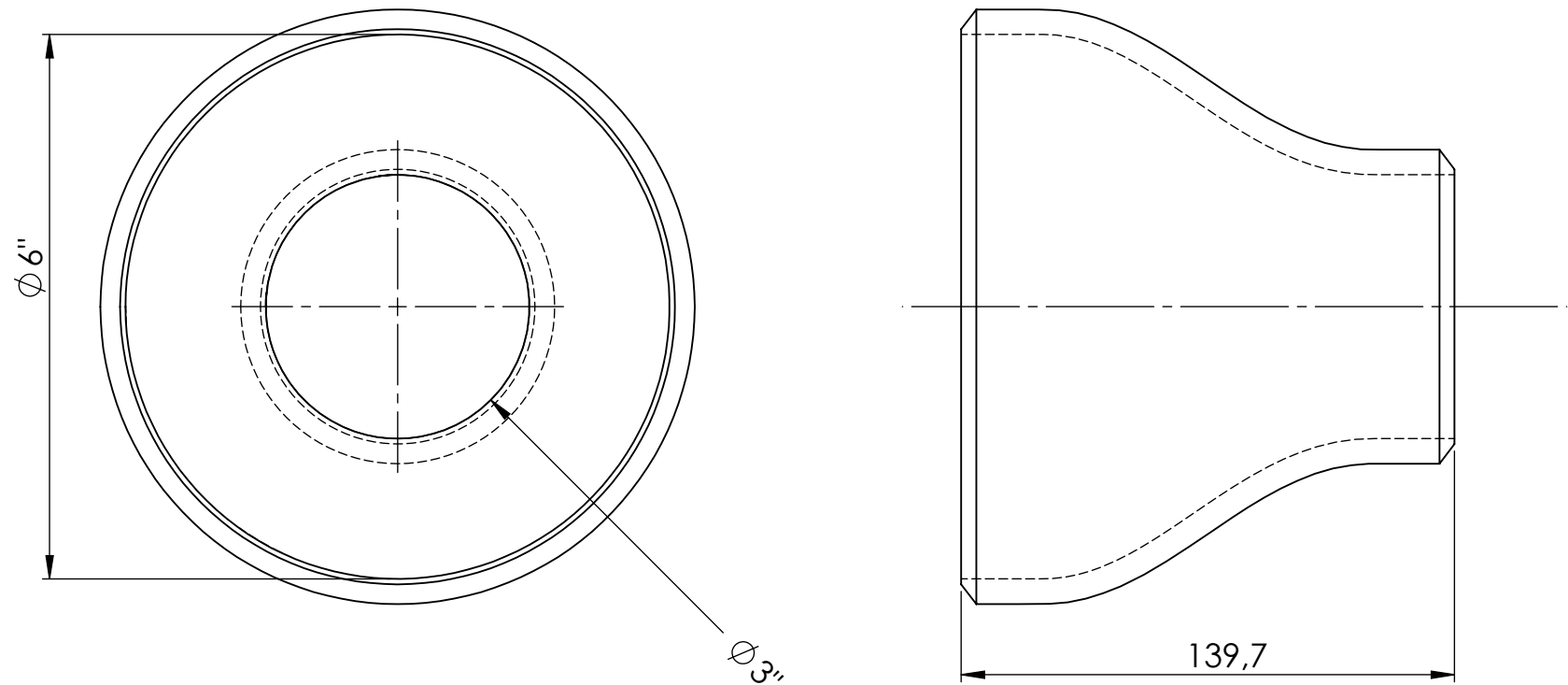


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:	
Identificação do desenho: SIREA			
Nome da peça: Tubo 01 1,25pol separador			
Código da peça: T01 1 1/4" - SEP		Nº da peça:	
Material: AISI 304			
Autor:			
Assinatura:			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017	REV.
		UNIDADE: mm	ESC: 1:2
		FOLHA 4 DE 22	A4

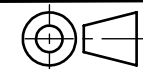




Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Redução Concêntrica 3pol x 1 1/4pol							
Código da peça: R C 3" x 1,25"		Número da peça:					
Material: AISI 304				UNIDADE: mm			
Autor:							
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV. 00	ESC:1:2	FOLHA 5 DE 22	A4

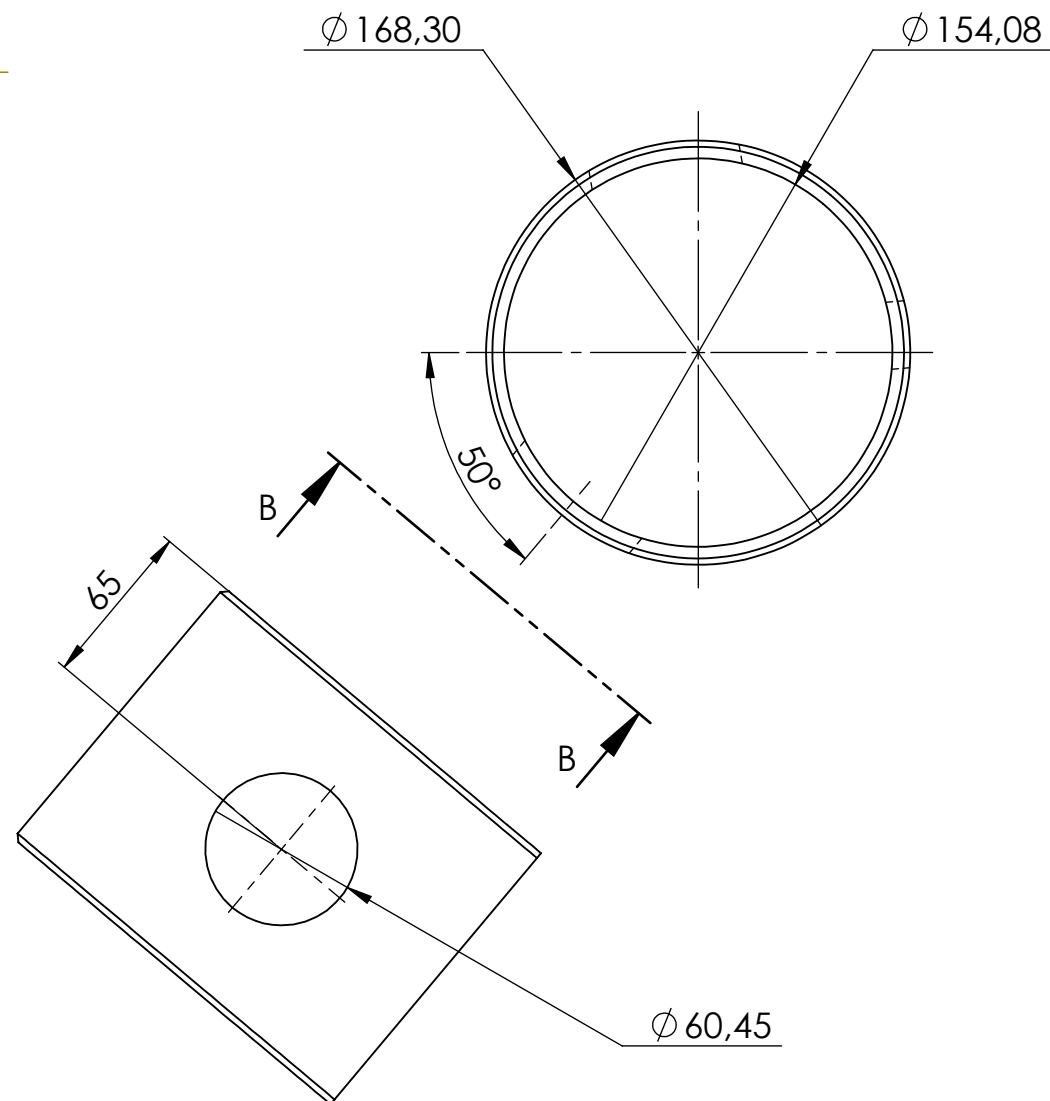
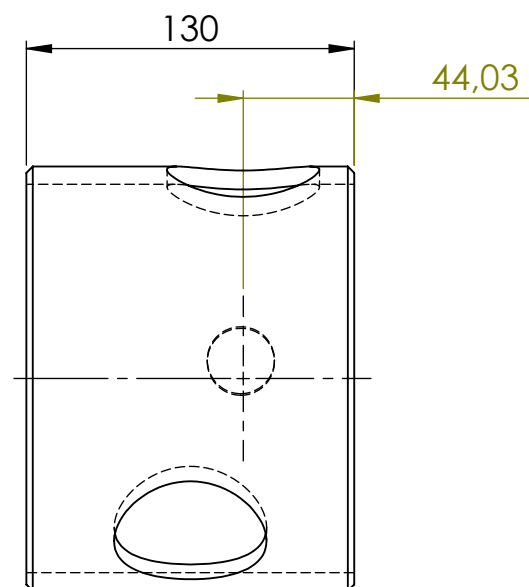




Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Redução Concêntrica 6pol x 3pol					
Código da peça: R C 6" x 3"	Número da peça:				
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV. 00	ESC:1:2	FOLHA 6 DE 22	A4



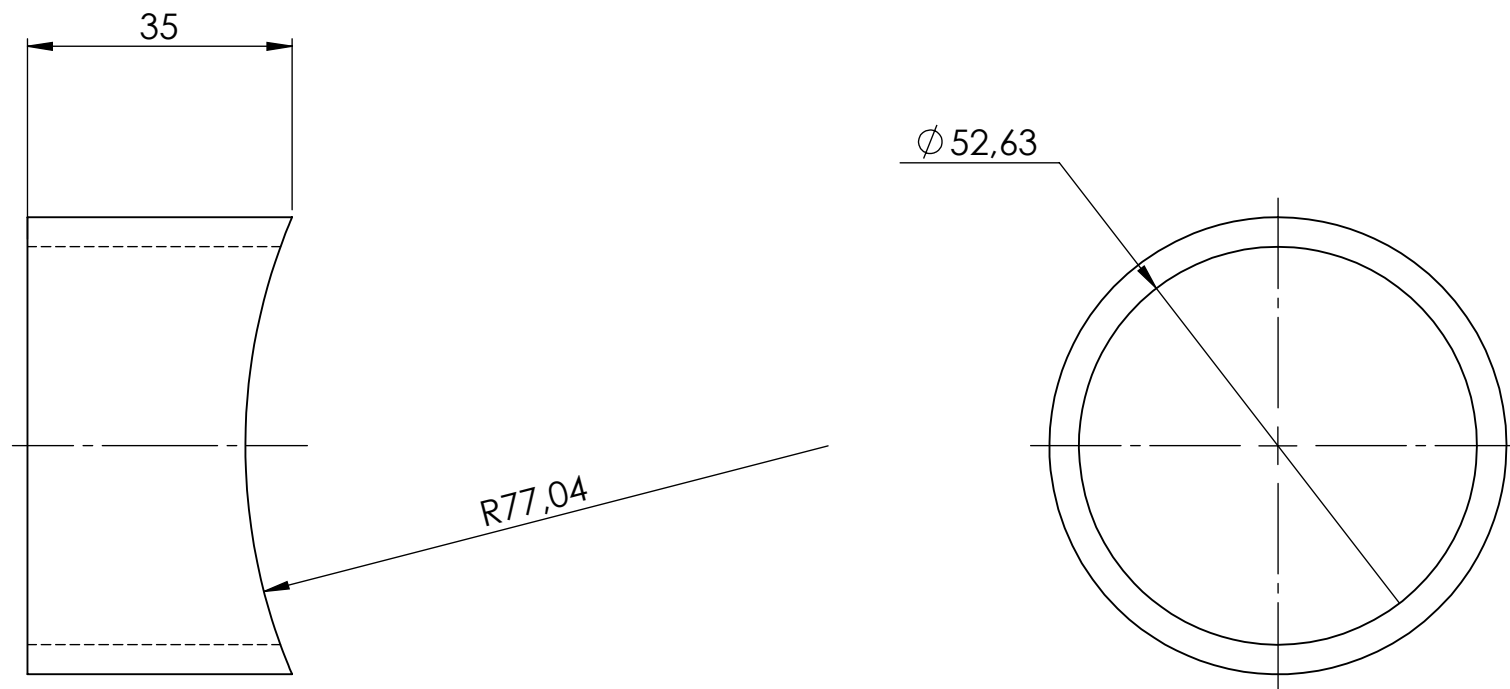
UNIDADE: mm



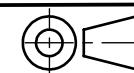


Projeto:		Etapa:					
Identificação do desenho: SEREIA							
Nome da peça: Tubo central do separador							
Código da peça: T CENTRAL SEPARADOR		Nº da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:		UNIDADE: mm					
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:3	FOLHA 7 DE 22	A4



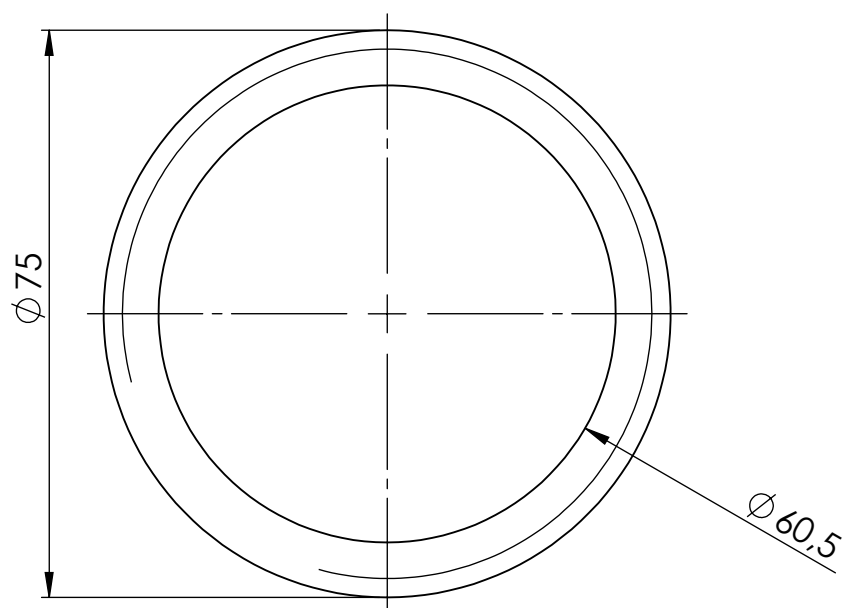


Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Tubo visor				
Código da peça: T VISOR	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV. 00	ESC:1:1	FOLHA 8 DE 22
				A4

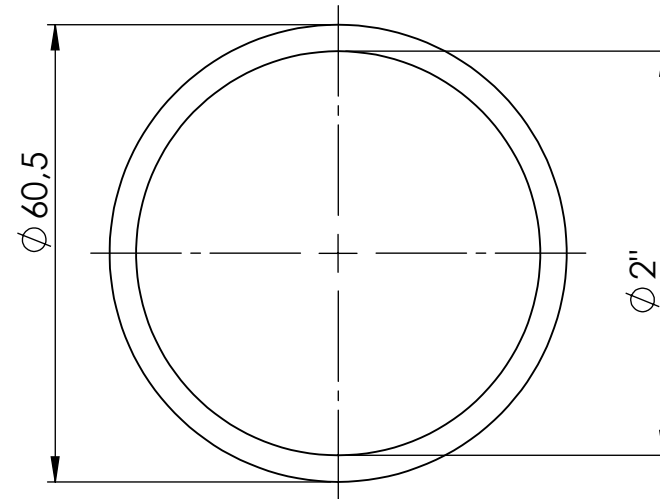



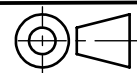
UNIDADE: mm

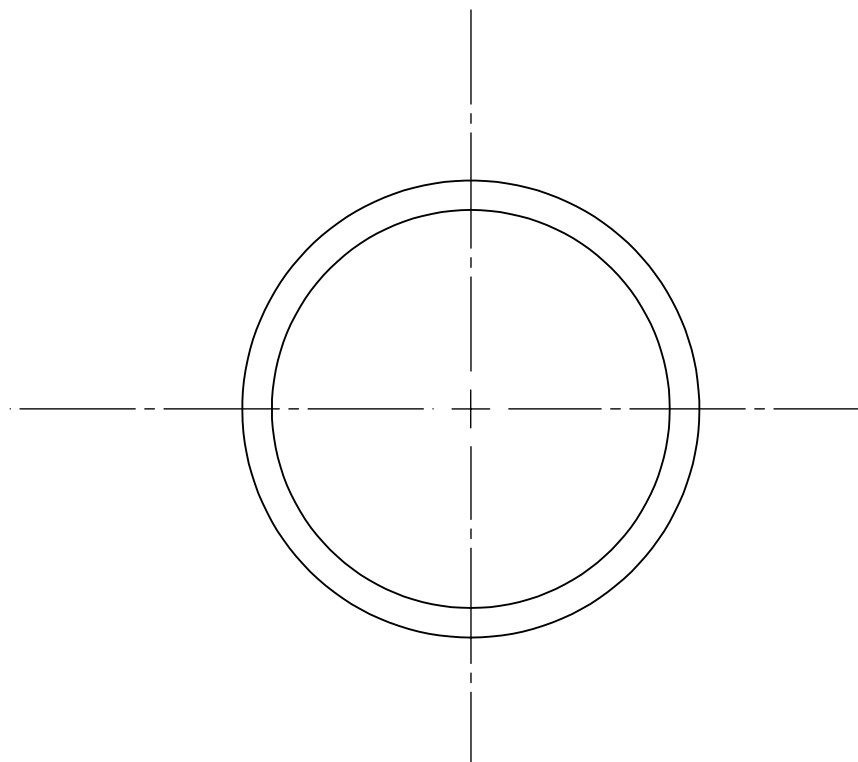
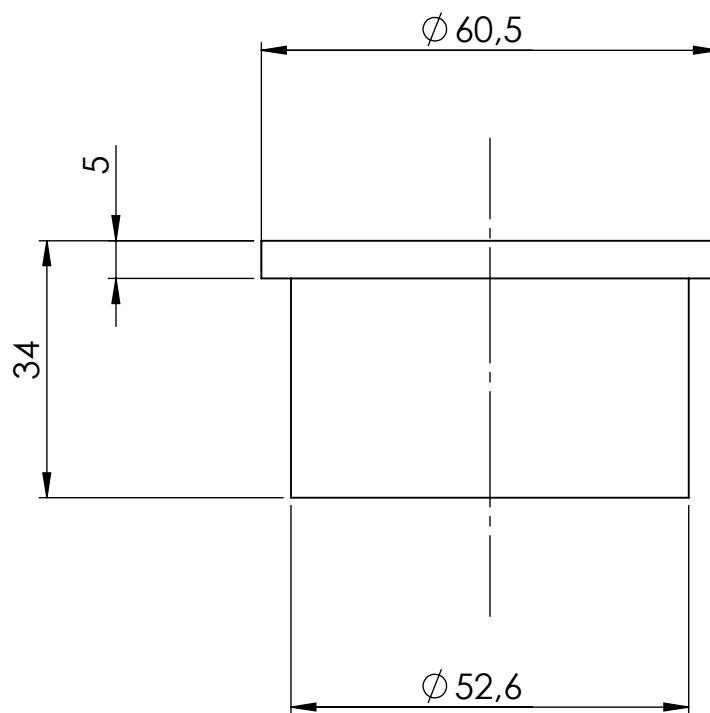



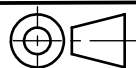


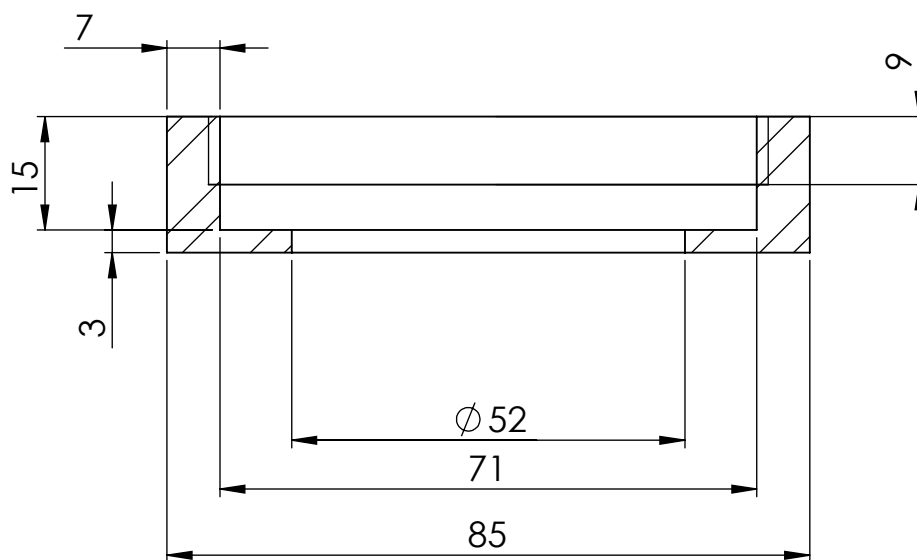
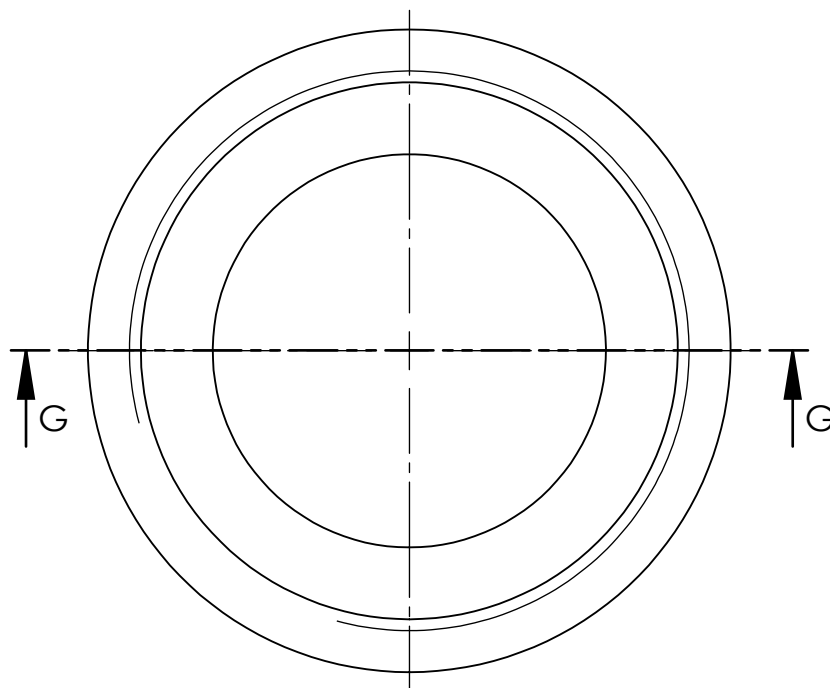
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Flg do visor					
Código da peça: FLG VISOR		Número da peça:			
Material: AISI 304					
Autor:					
Assinatura:					
UNIDADE: mm					
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV. 00	
				ESC:1:1	
				FOLHA 9 DE 22	
				A4	




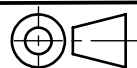
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Vedação do visor					
Código da peça: VEDAÇÃO VISOR		Número da peça:			
Material: NEOPRENE					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		UNIDADE: mm	
		REV.		ESC:1:1	FOLHA 10 DE 22
					A4

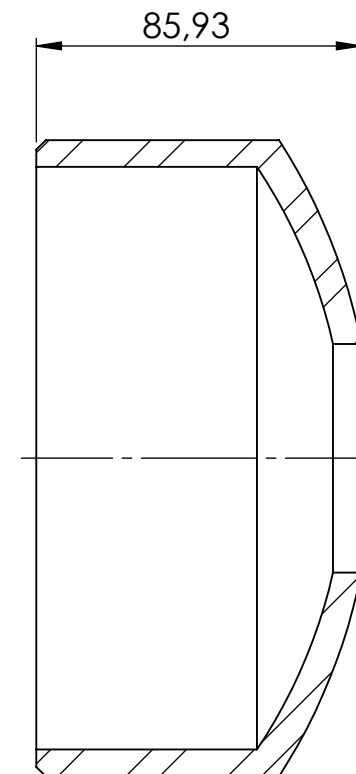
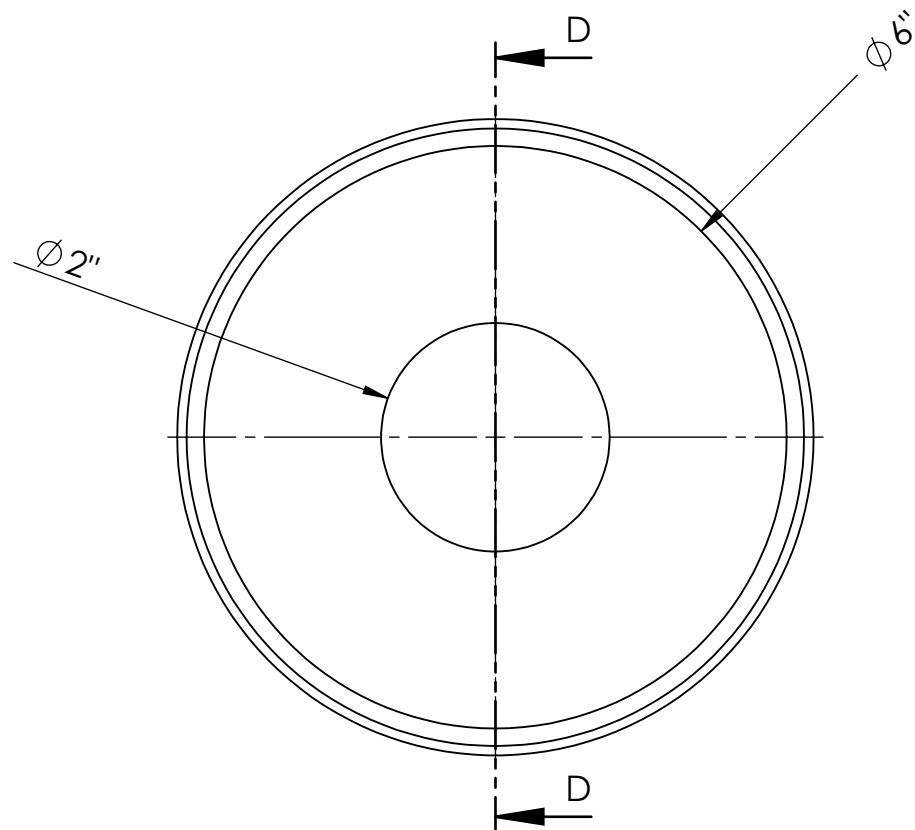


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da peça: Visor de acrílico					
Código da peça: VISOR ACRILICO		Número da peça:			
Material: Acrílico					
Autor:					
Assinatura:					
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		UNIDADE: mm	
REV. 00		ESC:1:1		FOLHA 11 DE 22	
				A4	

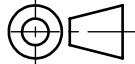


SEÇÃO G-G

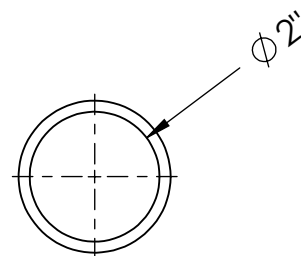
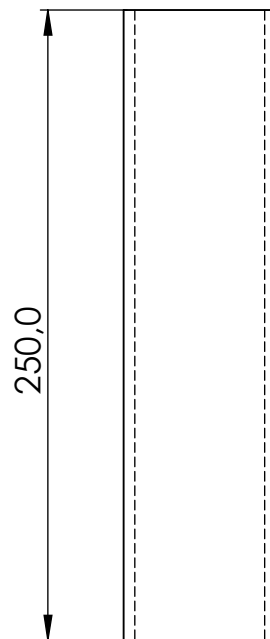
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Tampa rosca do visor				
Código da peça: TP ROSCADA	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:			UNIDADE: mm	
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV. 00	ESC:1:1	FOLHA 12 DE 22 A4


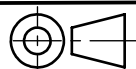


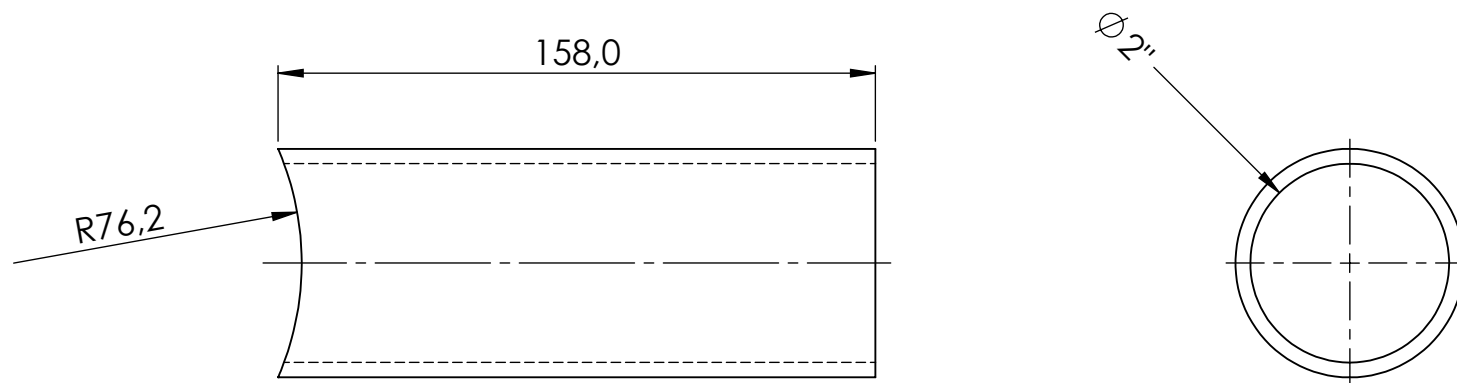
SEÇÃO D-D

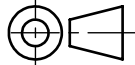
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:	
Identificação do desenho: SIREA			
Nome da peça: Cap 6 separador			
Código da peça: CAP 6 SEPARADOR		Nº da peça:	
Material: AISI 304			
Autor:			
Assinatura:			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017	REV.
		ESC:1:2	FOLHA 13 DE 22
			A4



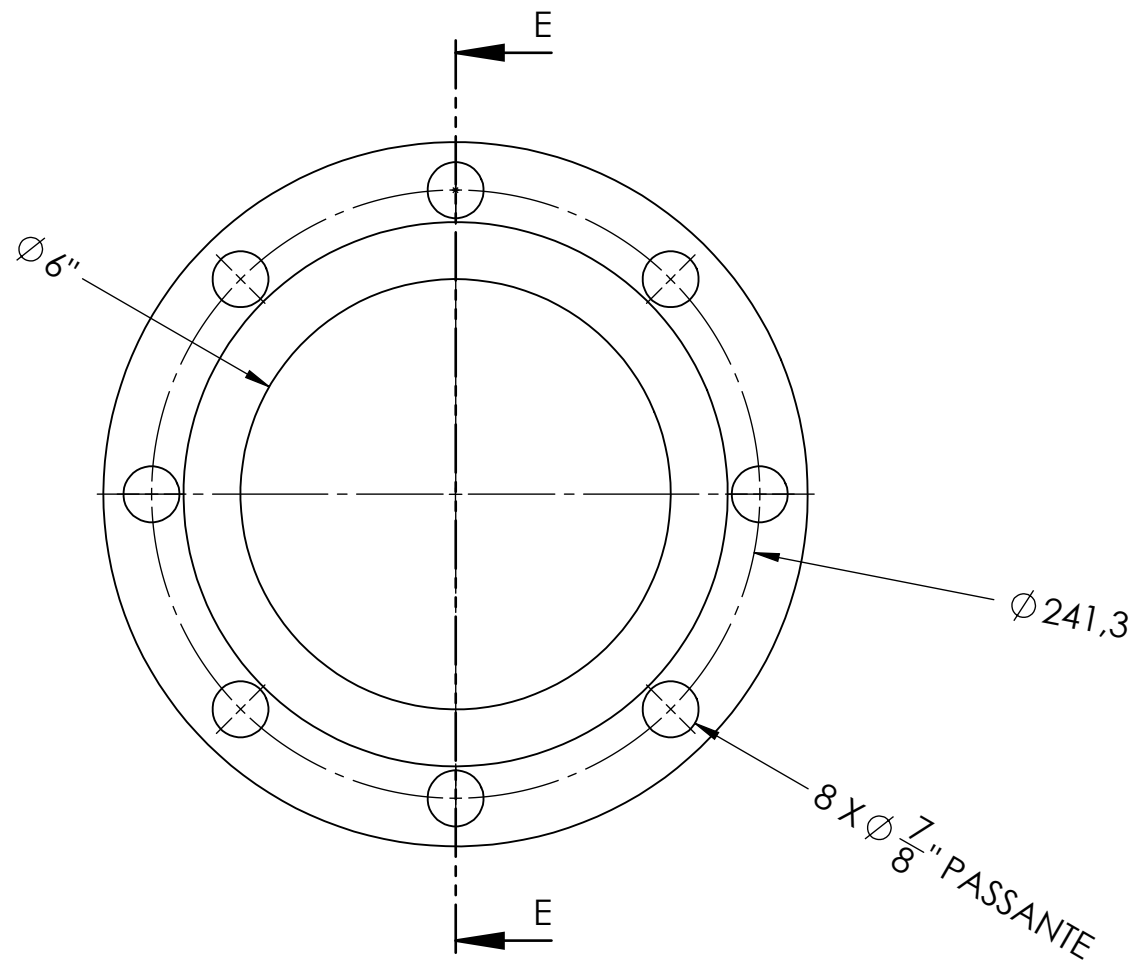


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Tubo 03 2pol - separador							
Código da peça: T 03 2" - SEP		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:3	FOLHA 14 DE 22	A4



Projeto:		Etapa:	
Identificação do desenho: SIREA			
Nome da peça: Tubo 02 câmara			
Código da peça: T 02 CAMARA		Nº da peça:	
Material: AISI 304			
Autor:			
Assinatura:			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017	REV.
		ESC: 1:2	FOLHA 15 DE 22
			A4

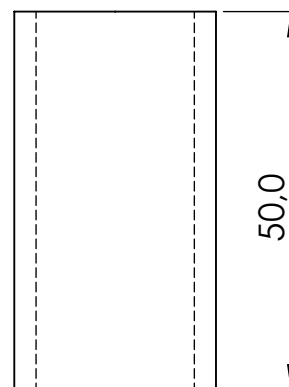
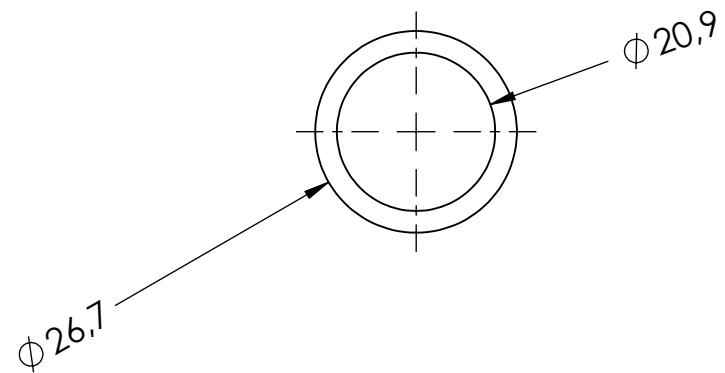



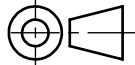


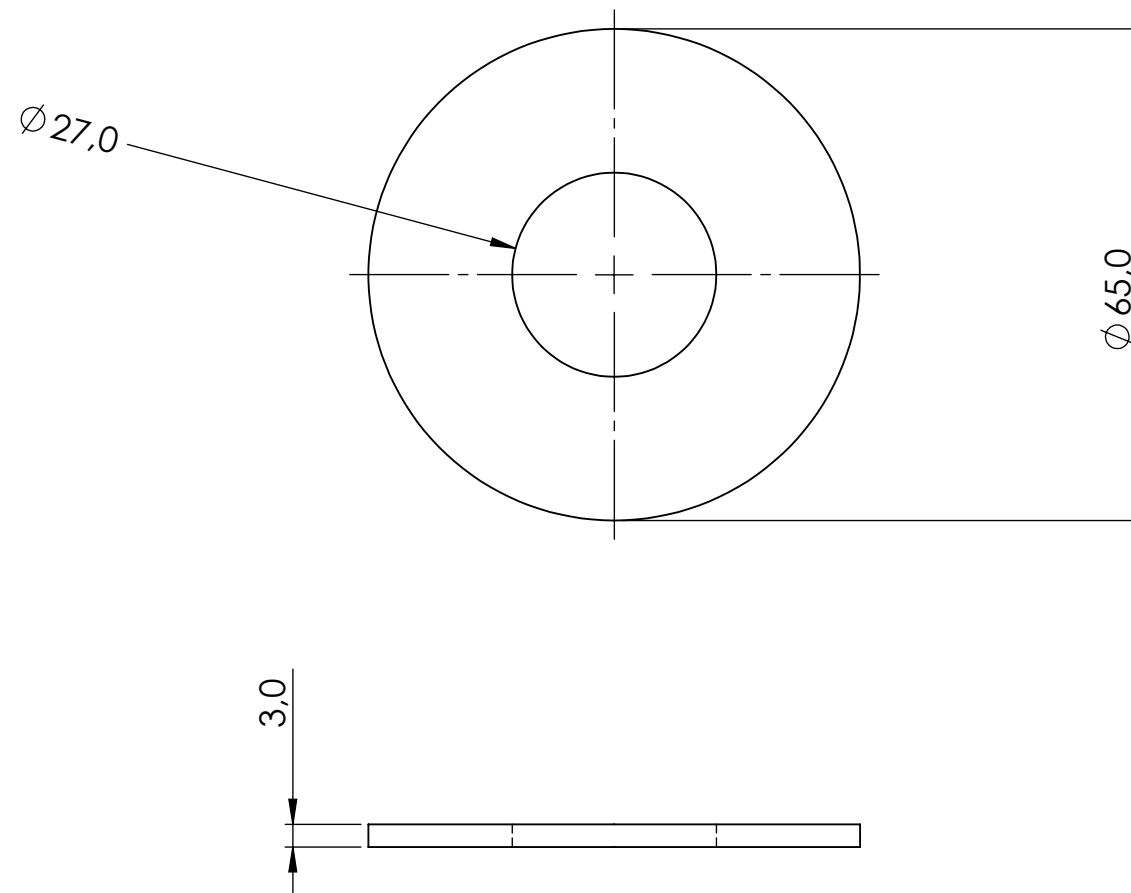
SEÇÃO E-E


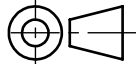
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:	
Identificação do desenho: SIREA		
Nome da peça: Flg liso 6pol		
Código da peça: FLG SLIP 6	Nº da peça:	
Material: AISI 304		
Autor:		
Assinatura:	UNIDADE: mm	
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.
	ESC:1:3	FOLHA 16 DE 22
		A4

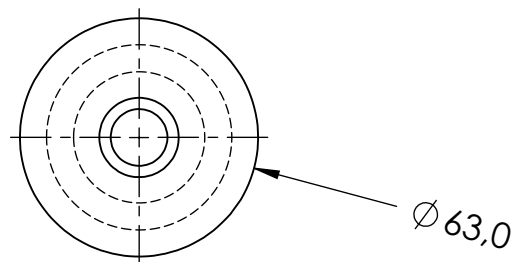
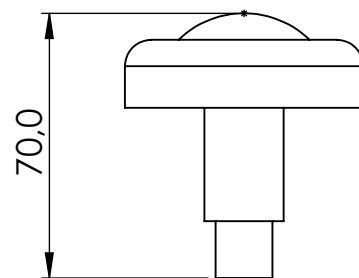



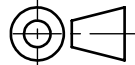


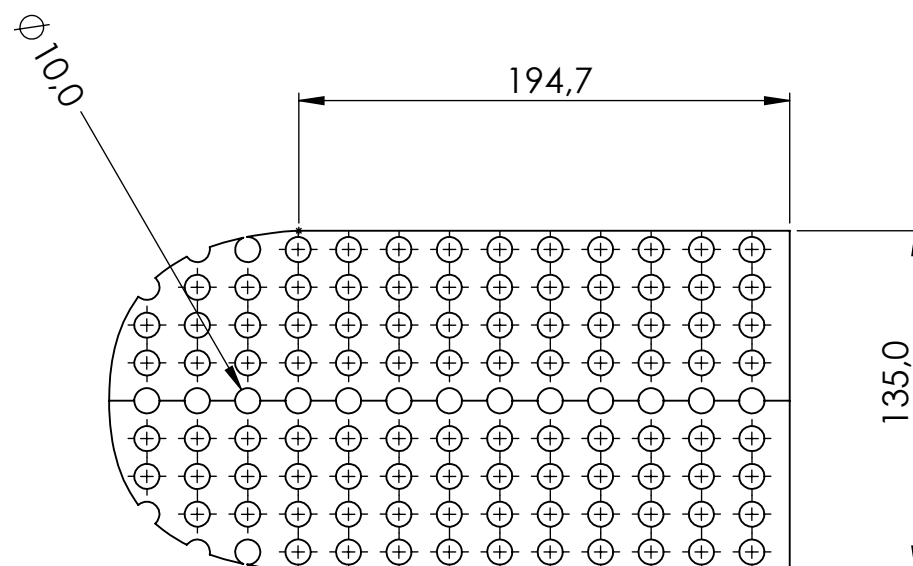
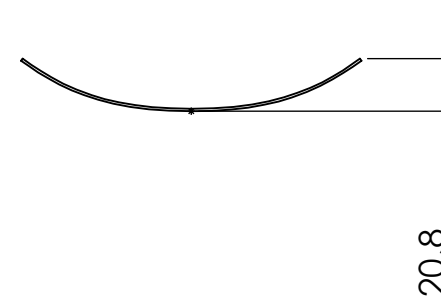
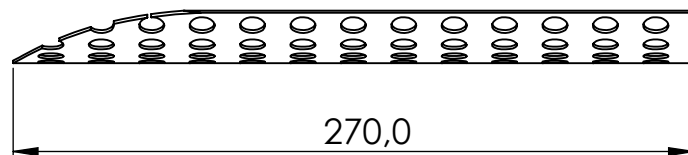
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Suporte da lâmpada				
Código da peça: SUPOR LAMPADA	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:				
Assinatura:			UNIDADE: mm	
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:1	FOLHA 17 DE 22
				A4

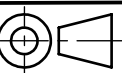



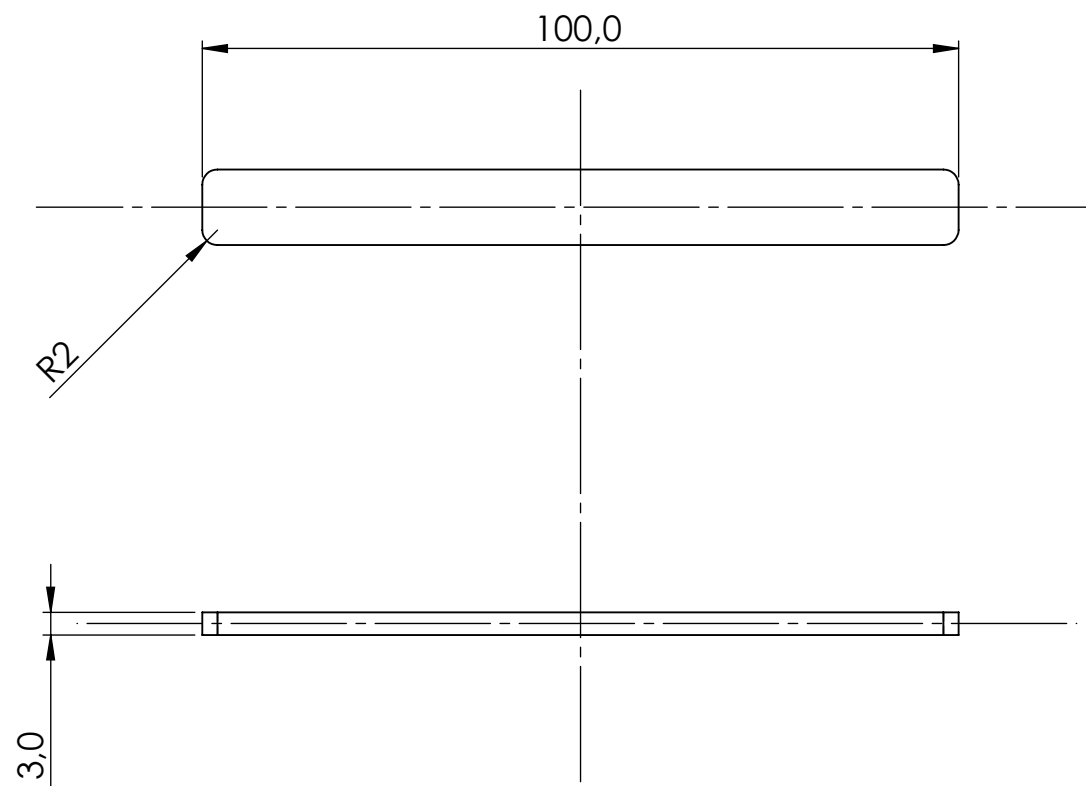
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Arruela da lâmpada				
Código da peça: ARRUE LAMPADA	Número da peça:			
Material: AISI 304				
Autor:			UNIDADE: mm	
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:1	FOLHA 18 DE 22
				A4





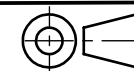
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Lâmpada THOLZ inox 6W							
Código da peça: LAMPADA		Número da peça:					
Material: PC Alta Viscosidade				UNIDADE: mm			
Autor:							
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:2	FOLHA 19 DE 22	A4



Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Peneira do separador							
Código da peça: PENEIRA SEP		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:				UNIDADE: mm			
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:3	FOLHA 20 DE 22	A4

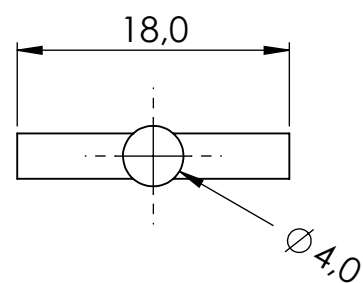
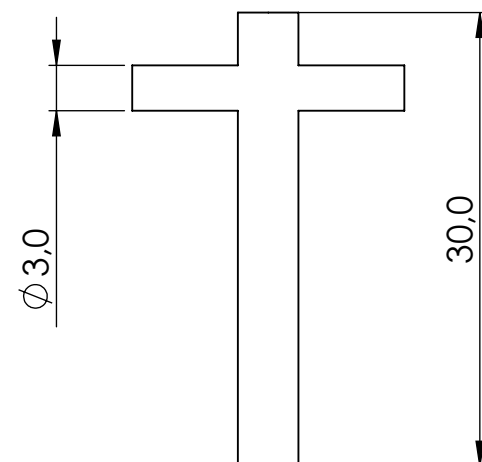


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Suporte da peneira do separador							
Código da peça: SUPO PENEIRA		Número da peça:					
Material: AISI 304							
Autor:							
Assinatura:							
				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:1	FOLHA 21 DE 22	A4

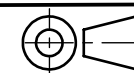


UNIDADE: mm



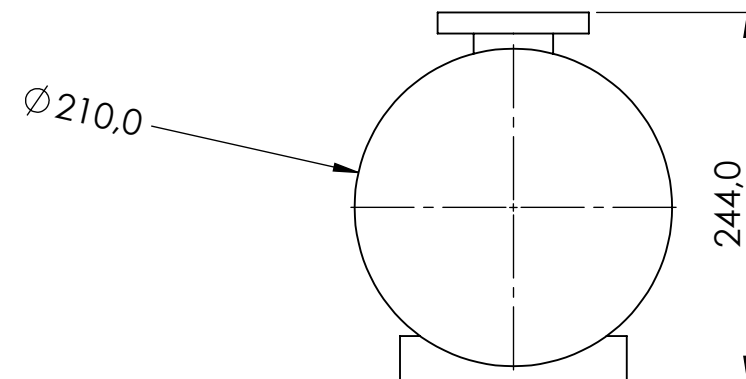
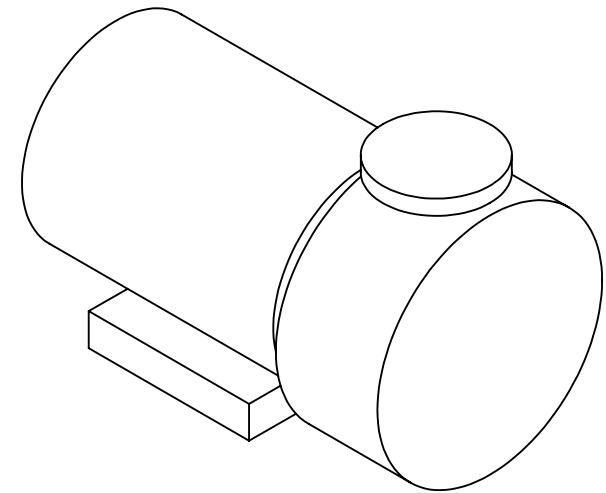
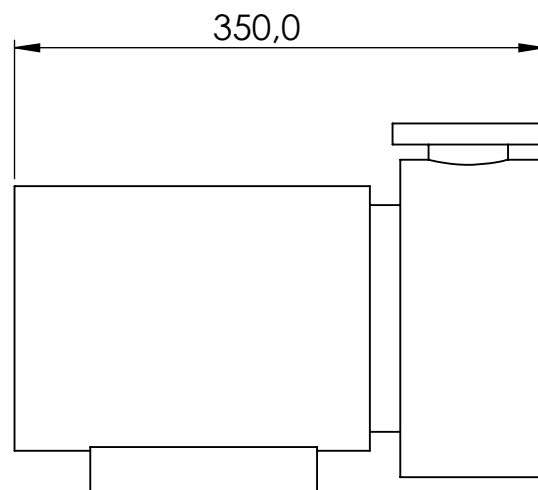


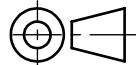

Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Dreno				
Código da peça: DRENO	Número da peça:			
Material: Bronze Alumínio				
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:2:1	FOLHA 22 DE 22
				A4

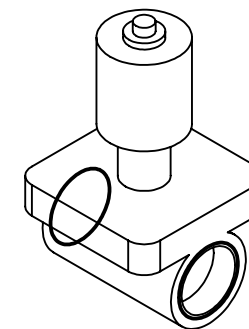
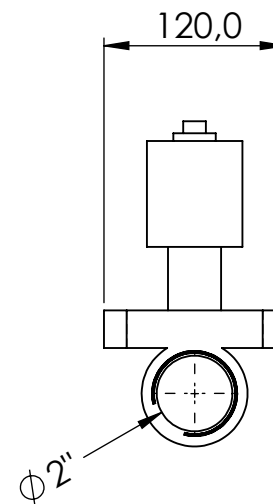
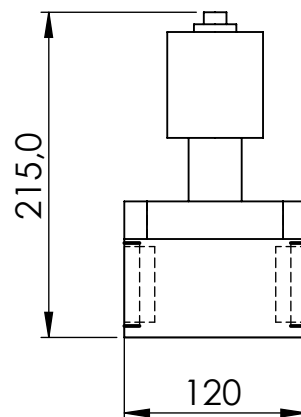




UNIDADE: mm



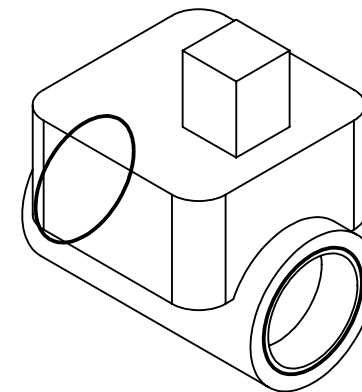
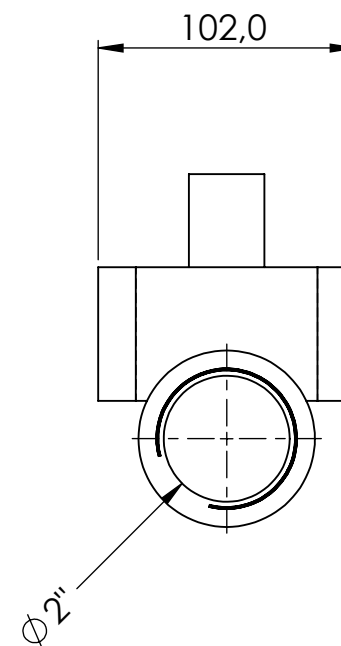
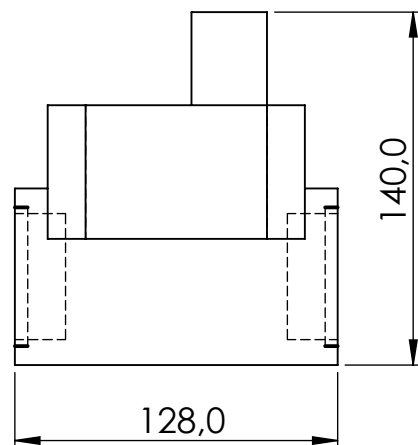




Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Bomba DARKA 2,5 HP CF5							
Código da peça: B DARKA 2,5		Número da peça:					
Material: Aço carbono fundido							
Autor:							
Assinatura:				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 11/12/2017		REV.			ESC:1:5

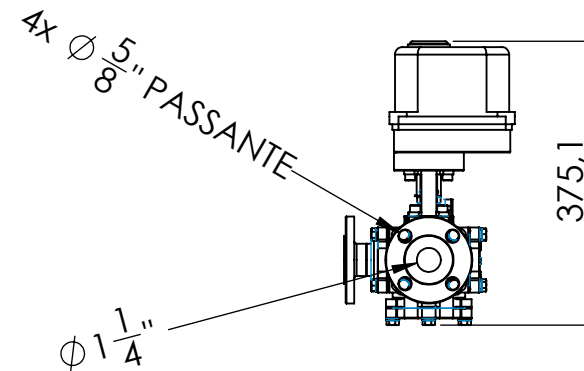
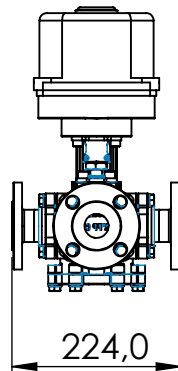
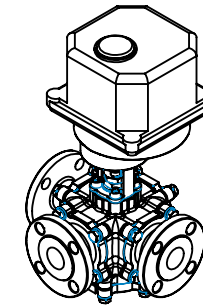
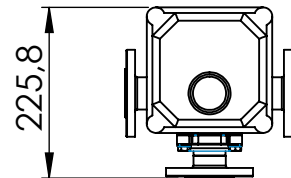




Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Válvula Senoidal AÍCAS B130BG 2" 220 CA							
Código da peça: B130BG		Número da peça:					
Material: Latão							
Autor:							
Assinatura:							
				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 11/12/2017		REV.	ESC:1:5	FOLHA 1 DE 1	A4

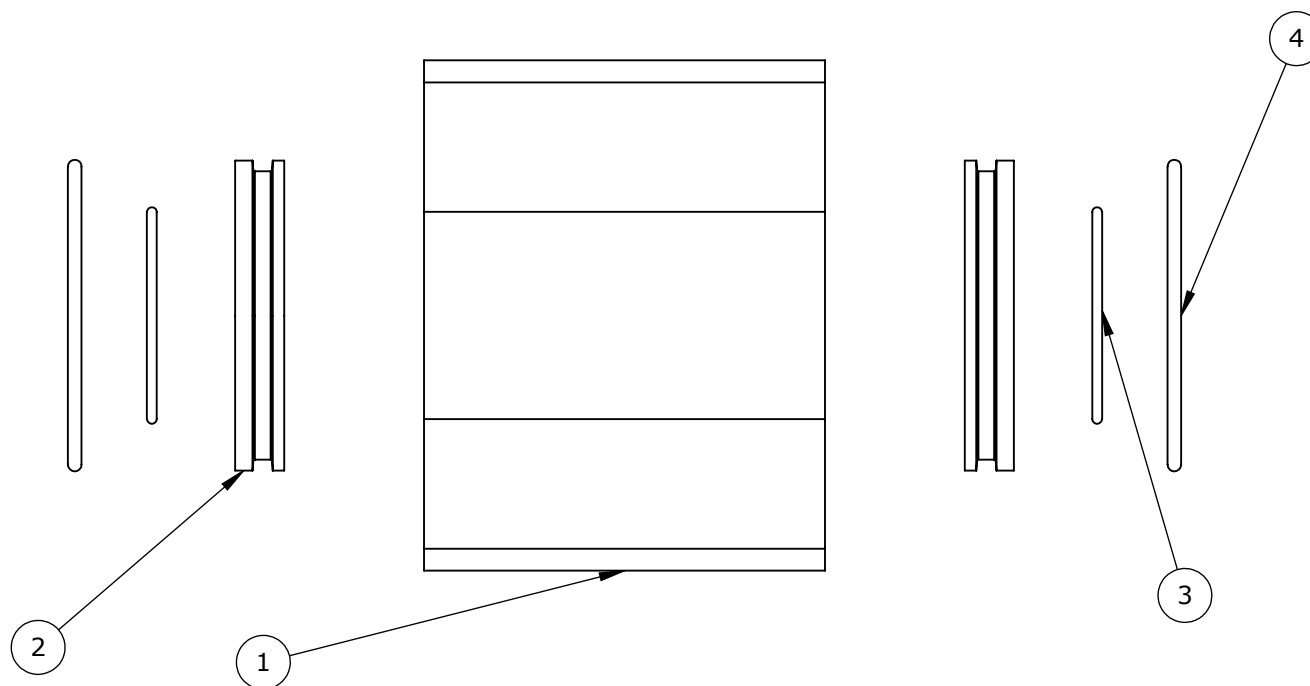




Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:							
Identificação do desenho: SIREA									
Nome da peça: Válvula Senoidal AÍCAS E207G 1 1/4" 24 CC									
Código da peça: E207G		Número da peça:							
Material: Latão				UNIDADE: mm					
Autor:									
Assinatura:									
Local: Rio de Janeiro		Data: 11/12/2017		REV.	ESC:1:3	FOLHA 1 DE 1	A4		

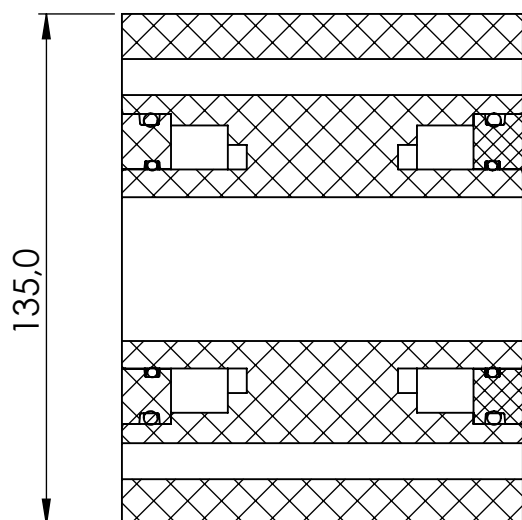
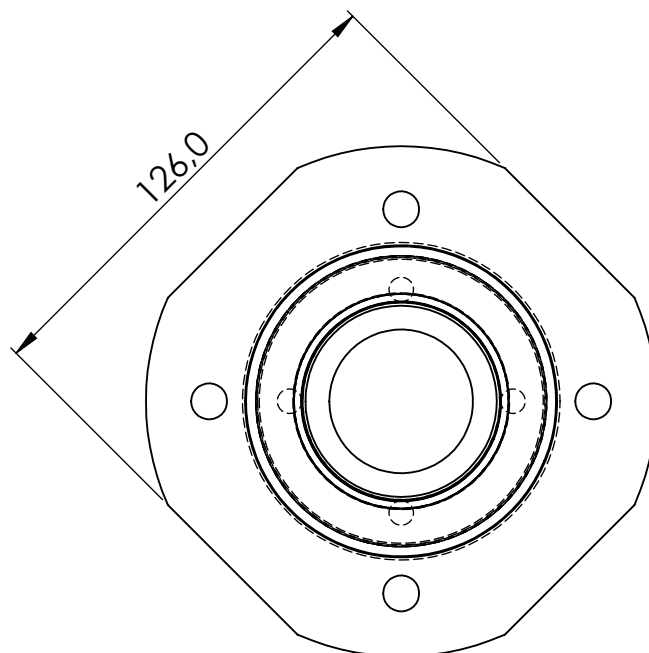
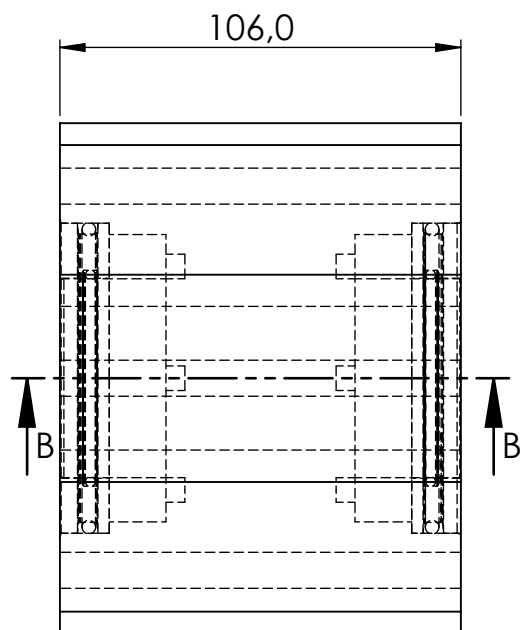


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: VED-M 1 1-4 PP FLG 150 UM 3							
Código da peça: VED-M 1,25"		Número da peça:					
Material: Aço carbono fundido							
Autor:				UNIDADE: mm			
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 11/12/2017		REV.	ESC:1:10	FOLHA 1 DE 1	A4

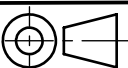



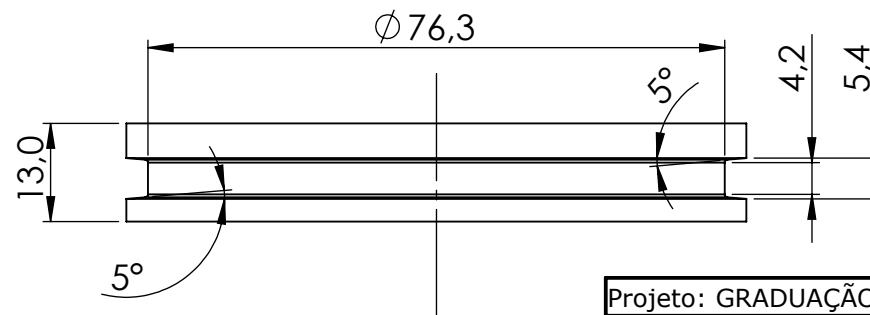
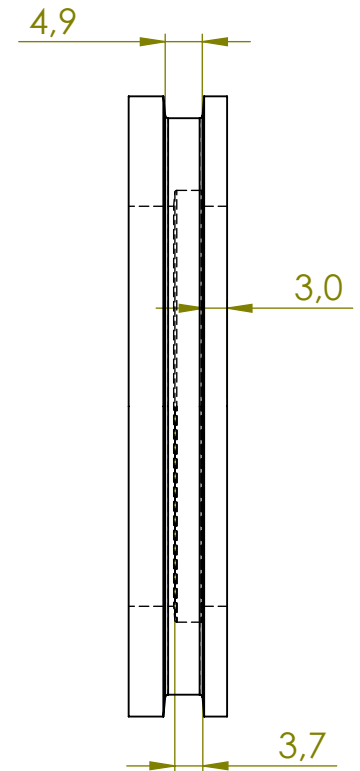
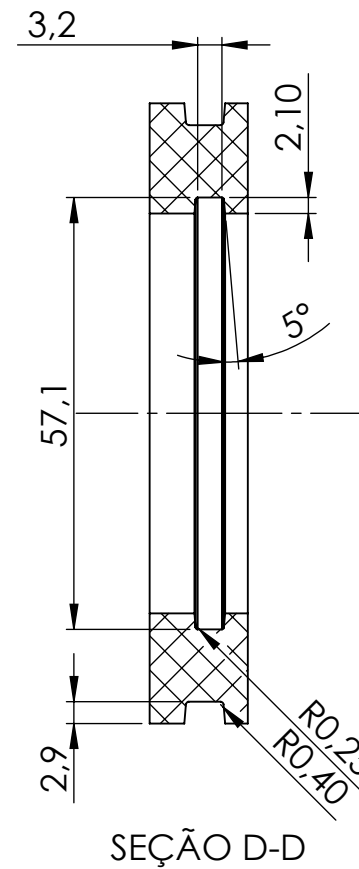
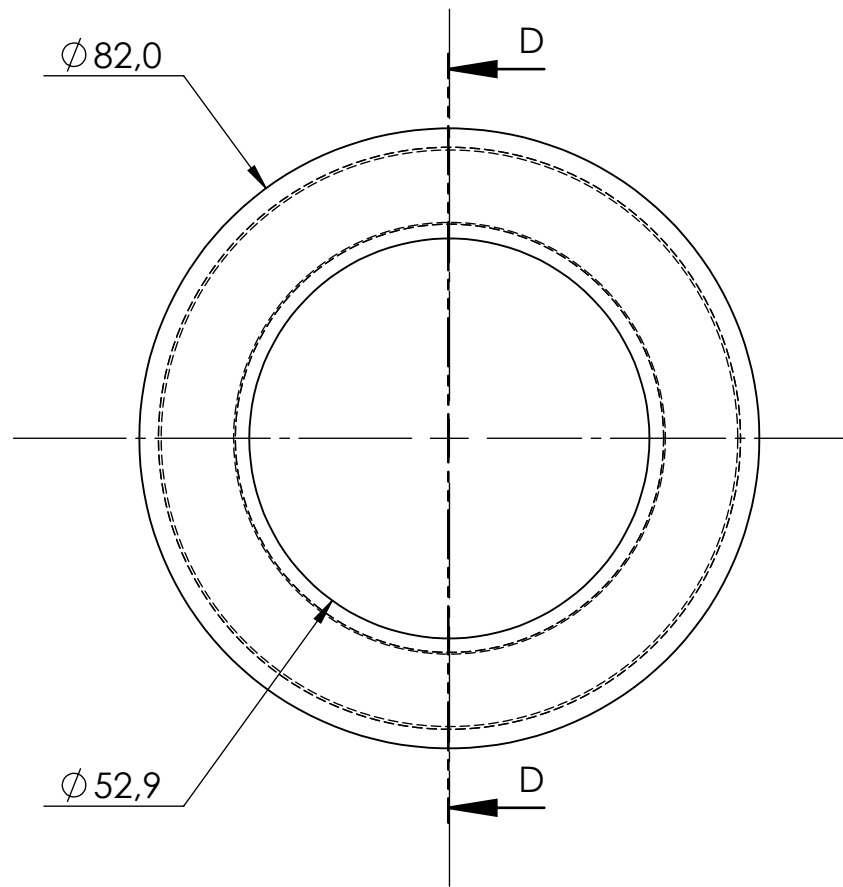
Nº DO ITEM	Nome da peça	Codigo da peça	QTD.
1	Corpo do CONDE	CP CONDE	1
2	Tampa do CONDE	TAMPA CONDE	2
3	o-ring 2-137	O PARKER 2-137	2
4	o-ring 2-234	O PARKER 2-234	2


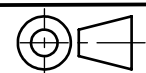
Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:		
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da montagem: Montagem CONDE				
Código da montagem: MONTAGEM CONDE				
Autor:				
Assinatura:		UNIDADE: mm		
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:2	
FOLHA 1 DE 6		A4		

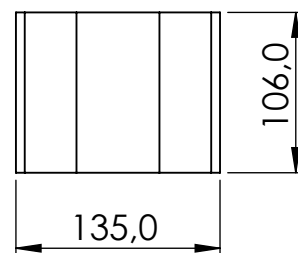
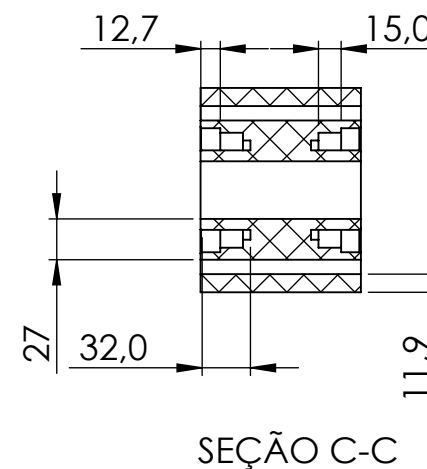
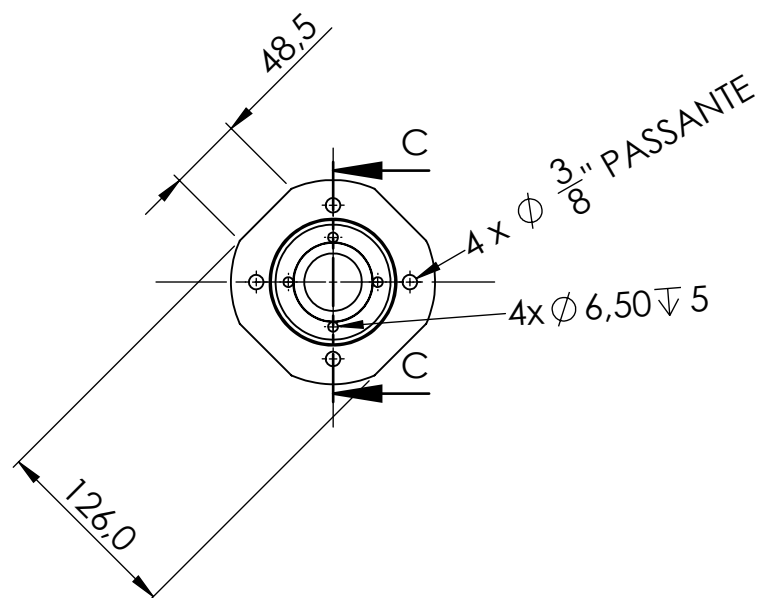



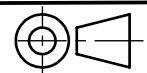
SEÇÃO B-B

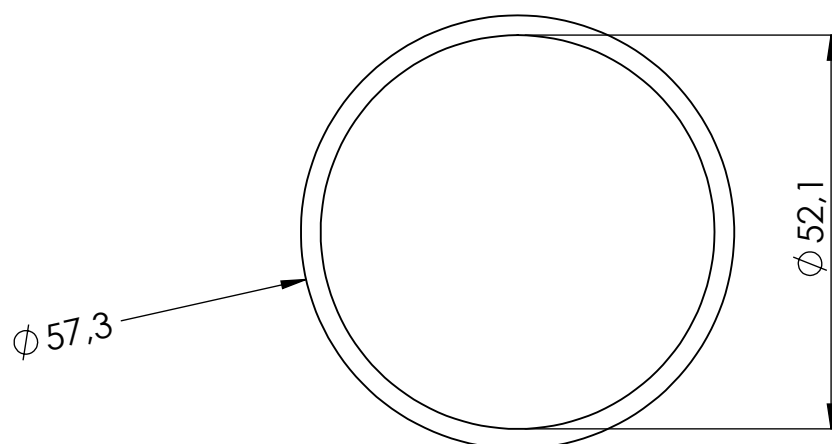
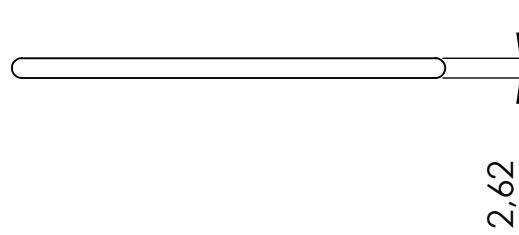
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapas:				
Identificação do desenho: SIREA					
Nome da montagem: Montagem CONDE					
Código da montagem: MONTAGEM CONDE					
Autor:					
Assinatura:		UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC: 1:2	FOLHA 2 DE 6	A4


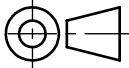


Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: Tampa do CONDE							
Código da peça: TAMPA CONDE		Número da peça:					
Material: Acrílico							
Autor:							
Assinatura:							
				UNIDADE: mm			
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:1	FOLHA 3 DE 6	A4

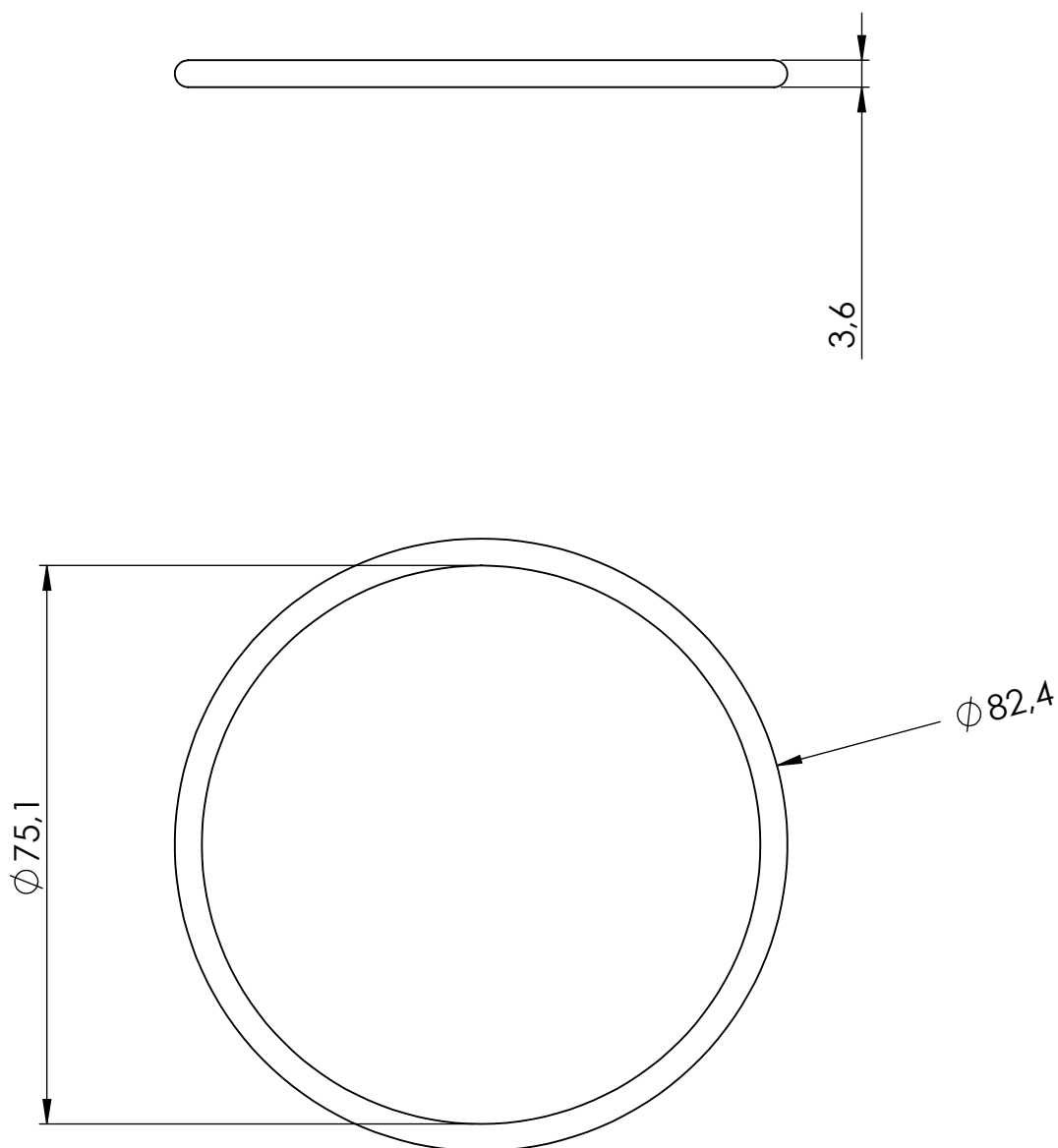



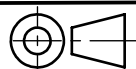
Projeto: GRADUAÇÃO	Etapa:			
Identificação do desenho: SIREA				
Nome da peça: Corpo do CONDE				
Código da peça: CP CONDE	Número da peça:			
Material: Acrílico			UNIDADE: mm	
Autor:				
Assinatura:				
Local: Rio de Janeiro	Data: 12/12/2017	REV.	ESC:1:5	FOLHA 4 DE 6
				A4



Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: o-ring 2-137							
Código da peça: O PARKER 2-137		Número da peça:					
Material: VITON							
Autor:							
Assinatura:							
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:1	FOLHA 5 DE 6	A4

UNIDADE: mm



Projeto: GRADUAÇÃO		Etapa:					
Identificação do desenho: SIREA							
Nome da peça: o-ring 2-234							
Código da peça: O PARKER 2-234		Número da peça:					
Material: VITON							
Autor:							
Assinatura:							
UNIDADE: mm							
Local: Rio de Janeiro		Data: 12/12/2017		REV.	ESC:1:1	FOLHA 6 DE 6	A4