

CONCEÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE ENSAIO EXPERIMENTAL DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS DE AÇO SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO

Cristina M. V. Frazão
Joaquim A. O. de Barros
Aires F.F.L. Camões

Relatório 12-DEC/E-23

O presente relatório foi realizado no âmbito do projeto “LEGOUSE – Pré-fabricação Modular de Edifícios de Custos Controlados”, com referência n.º 5387, financiado por fundos nacionais através da ADI e co-financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do Programa Operacional Factores de Competitividade (POFC)

Data: Setembro 2012

Páginas: 39

Palavras-chave: Fibras de aço, Fissura, Corrosão, Arrancamento



Escola de Engenharia



Departamento de Engenharia Civil



Universidade do Minho



ÍNDICE

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 1 | METODOLOGIA | 4 |
| 1.1 | Parâmetros em estudo..... | 4 |
| 1.2 | Materiais | 5 |
| 1.2.1 | Betão auto-compactável (BAC)..... | 5 |
| 1.2.2 | Fibras de aço | 5 |
| 1.3 | Produção dos provetes..... | 6 |
| 1.4 | Execução da fissura..... | 8 |
| 1.5 | Ciclos de Imersão e Secagem | 13 |
| 1.6 | Monitorização eletroquímica..... | 15 |
| 1.7 | Arrancamento da fibra..... | 17 |
| 2 | CONCLUSÕES | 17 |
| | ANEXOS - PEÇAS DESENHADAS | 19 |



RESUMO

No âmbito do estudo da durabilidade do betão auto-compactável reforçado com fibras de aço (BACRFA), em especial a corrosão das fibras, surge o presente relatório, que descreve o ensaio experimental de arrancamento de fibras de aço em provetes cilíndricos fissurados, submetidos a ciclos de imersão/secagem em solução contendo cloretos.

Todos os elementos constituintes do equipamento utilizado neste ensaio são descritos e apresentadas nos Anexos, as respetivas peças desenhadas de execução.

1 METODOLOGIA

O objetivo deste ensaio consiste em avaliar a influência da corrosão sobre a condição de ligação existente entre a fibra de aço e a matriz cimentícia, através da relação tensão-deslizamento, em provetes de betão auto-compactável (BAC) fissurados e expostos a ambiente agressivo contendo cloretos. Os principais parâmetros controladores do fenómeno da corrosão, no betão reforçado com fibras de aço (BRFA), são a abertura de fissura e a concentração crítica de cloretos necessária para iniciar a corrosão. Deste modo, ao nível do material, pretende-se investigar a corrosão na fibra para diferentes aberturas de fissura e condições de agressividade ambiental. Ao nível estrutural, pretende-se avaliar a influência da corrosão na fibra sobre o comportamento mecânico do BACRFA fissurado.

1.1 PARÂMETROS EM ESTUDO

A influência da abertura de fissura é estudada através de distintas aberturas nos provetes, nomeadamente 0.1mm, 0.3 mm e 0.5 mm e com abertura de fissura nula.

No que diz respeito à espessura de recobrimento da fibra, é considerada uma distância da fibra à face do provete no valor de 10 mm.

Os provetes com abertura de fissura de 0.1mm, 0.3mm e 0.5mm são submetidos a tensão constante durante todo o período dos ciclos de imersão/secagem e os provetes livres de abertura de fissura são ensaiados livres de tensão, durante o mesmo período.

Para cada valor de abertura de fissura a estudar, são considerados 3 provetes, que são ensaiados simultaneamente nas mesmas condições.

A Figura 1 sintetiza as variáveis envolvidas neste ensaio e resume os estados de tensão, as aberturas de fissura e a distância entre a face do provete e o posicionamento da fibra.

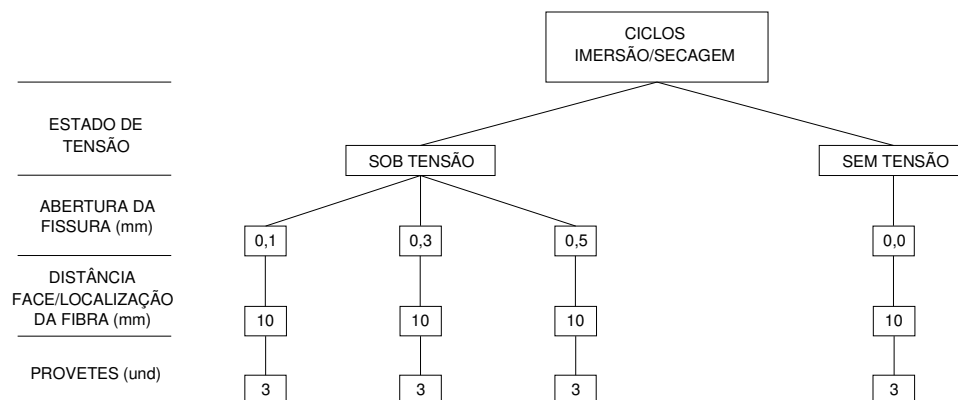


Figura 1 – Variáveis envolvidas no ensaio

Neste ensaio, também são utilizados provetes de referência que não são sujeitos a ciclos de imersão/secagem. Estes provetes são mantidos em ambiente de laboratório e, conseqüentemente, não serão atingidos pelo fenómeno da corrosão.

1.2 MATERIAIS

Os materiais a utilizar no ensaio foram definidos de acordo com os requisitos subjacentes ao projeto LEGOUSE.

1.2.1 BETÃO AUTO-COMPACTÁVEL (BAC)

A composição do BAC é apresentada na Tabela 1, com a dosagem de cada componente.

Tabela 1 - Composição do BAC

| Cimento (kg/m ³) | Fíler Calcário (kg/m ³) | Água (kg/m ³) | Areia fina (kg/m ³) | ½ Areia (kg/m ³) | Brita (kg/m ³) | SP (dm ³ /dm ³) | A/C |
|---------------------------------|---|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---|------|
| 413 | 353 | 127.8 | 198 | 722 | 648 | 7.83 | 0.31 |

1.2.2 FIBRAS DE AÇO

As fibras de aço a utilizar são as de referência RC 65/60 BN da Dramix, que são fabricadas em aço de baixo teor de carbono, possuem extremidades dobradas, comprimento $l_f = 60\text{mm}$, diâmetro $d_f = 0.90\text{mm}$, esbelteza $l_f/d_f = 67$ e resistência à tração de 1100 MPa.



Figura 2 – Fibra de aço RC 65/60 BN da Dramix

1.3 PRODUÇÃO DOS PROVETES

Os provetes são cilíndricos, com dimensões de 80mm x 160 mm e são moldados com BAC. De modo a criar um provete fissurado, estes são moldados por duas fases, em que metade do provete é betonada em cada fase (80mm de altura). Antes da betonagem da 2ª fase, é aplicada na face de contacto entre as duas partes, um película aderente de reduzida espessura, de modo a dificultar a adesão entre as partes e auxiliar na demarcação e controlo da abertura de fissura, e.

Para realizar medidas eletroquímicas de monitorização durante a execução dos ciclos de imersão/secagem, é soldado um fio de cobre revestido à fibra de aço, sendo impermeabilizada com cera de abelha, a região junto ao ponto de soldadura. Este fio de cobre revestido, tem a outra extremidade fora do provete e com comprimento suficiente para ficar fora da solução durante o período de imersão.

Na Figura 3, apresenta-se o aspeto final do provete nas duas fases.

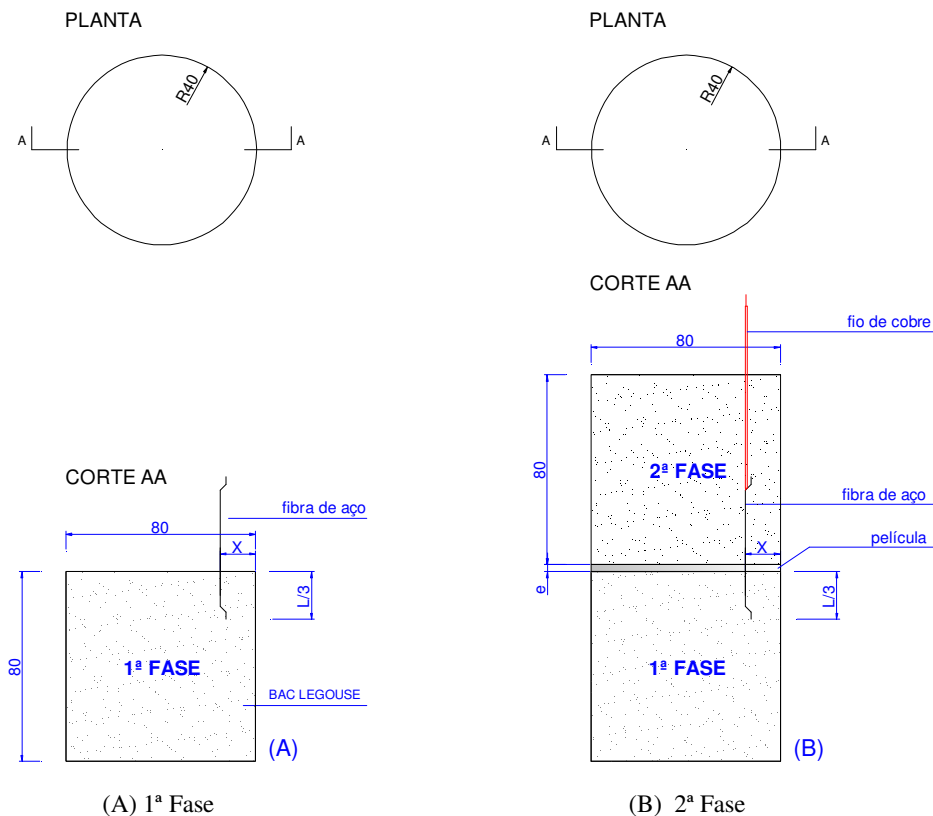


Figura 3 – Aspeto do provete na 1ª e 2ª Fase

O posicionamento da fibra é garantido com o auxílio de uma estrutura auxiliar, constituída por 2 chapas de aço e 3 varões roscados, que permite posicionar a fibra na altura pretendida e com o recobrimento desejado, conforme apresentado na Figura 4.

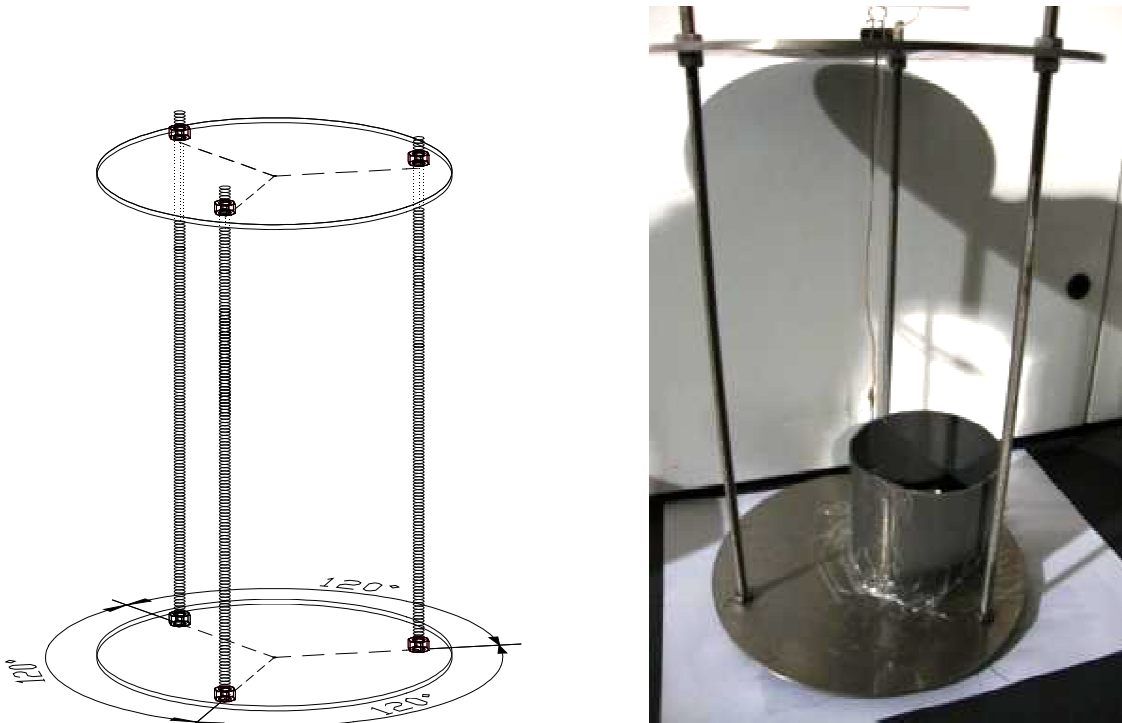


Figura 4 – Estrutura auxiliar utilizada para posicionamento da fibra no provete de betão

Na 1ª Fase utiliza-se um molde em PVC com 80mm de altura. Na 2ª Fase, desmolda-se o provete obtido na 1ª Fase e introduz-se o mesmo, no molde da 2ª Fase, que possui a altura total de 160mm. O aspeto do provete na 1ª e 2ª Fase pode ser observado na Figura 5.



(A) 1ª Fase do provete



(B) 2ª Fase do provete

Figura 5 – Aspeto do provete na 1ª e 2ª Fase

1.4 EXECUÇÃO DA FISSURA

As fissuras previstas são executadas nos provetes antes destes serem submetidos aos ciclos de imersão/secagem. Antes de executar as fissuras, os provetes deverão ser colocados e fixados nos suportes de apoio, dentro dos reservatórios onde ocorrem aos ciclos de imersão/secagem, a fim de minimizar a ocorrência de erros devidos ao deslocamento. Para além disso, deverão também ser fixados ao provete, os pantógrafos que permitirão medir a abertura de fissura. Na figura 5, apresenta-se de forma detalhada, a configuração do sistema de fixação dos pantógrafos e apoio dos provetes no suporte de fixação.

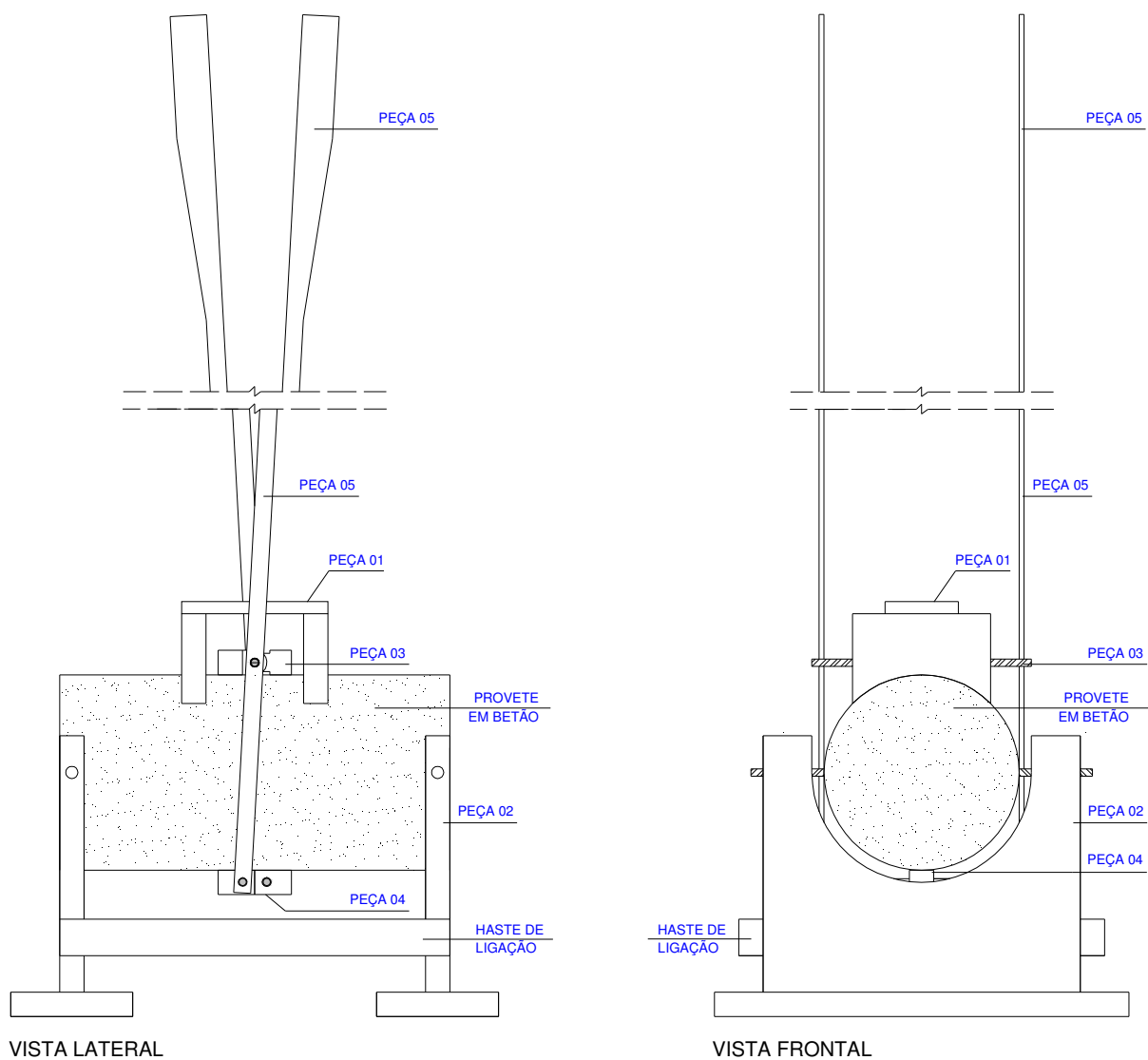


Figura 6 – Vista lateral e frontal do sistema de fixação do provete

PLANTA

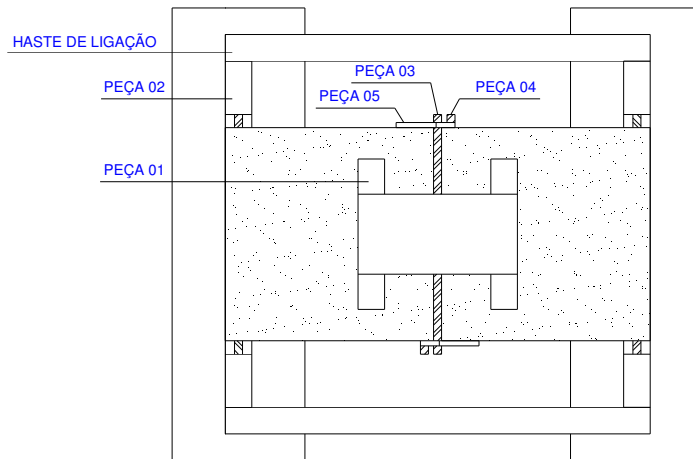


Figura 7 – Planta do sistema de fixação do provete

De acordo com as Figuras 6 e 7, a configuração do sistema de colocação e fixação do provete no suporte de apoio e a fixação dos pantógrafos ao provete é constituído por 5 peças.

A peça 01, centrada com o provete, suporta a aplicação da carga definida e a distribui para dois pontos do provete, igualmente distanciados entre si, como forças concentradas.



Figura 8 – Aspeto da peça 01

A peça 02 garante a estabilidade ao provete durante todo o ensaio, nomeadamente durante os ciclos de imersão/secagem. De modo, a criar maior estabilidade, são fixas ao suporte de apoio, duas hastes de ligação.

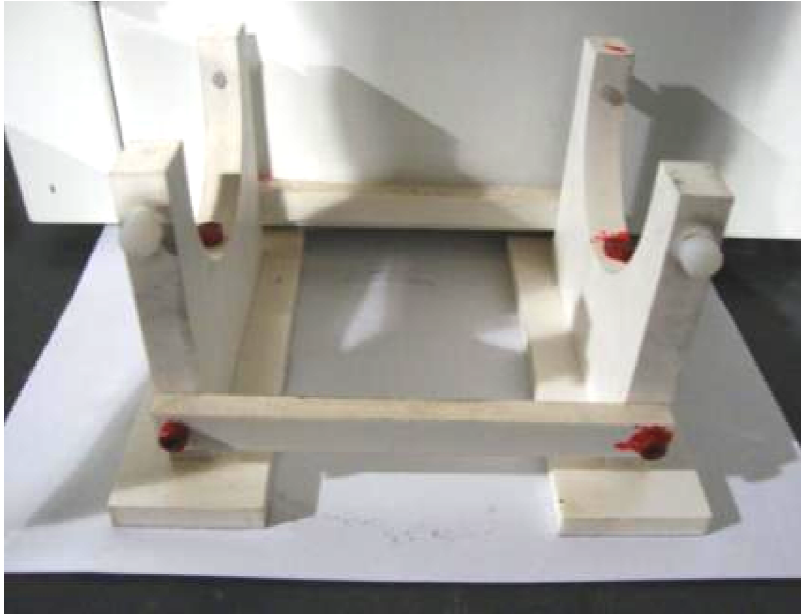


Figura 9 – Aspeto da peça 02

A peça 03 é fixada à parte superior do provete através de fixação mecânica, e funciona como uma rótula para o sistema, além de servir como suporte para a peça 05.



Figura10 – Aspeto da peça 03

As peças 04 são fixadas à parte inferior do provete, através de fixação mecânica, e servem também para dar estabilidade à peça 05. Neste caso, cada peça 04 é fixada a uma parte do provete, de modo a permitir a avaliar o deslocamento entre ambas as partes. Estas peças, por serem metálicas e por estarem em contacto com a solução durante a imersão do provete, têm que ser impermeabilizadas com verniz, de modo a não influenciar o fenómeno da corrosão que se pretende avaliar na fibra.

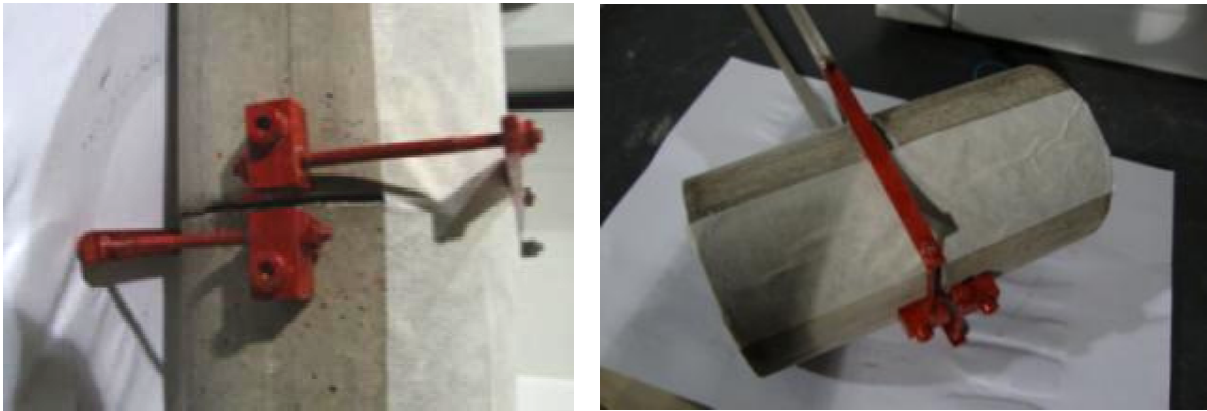


Figura 11 – Aspeto das peças 04

As peças 05 servem de suporte para o comparador mecânico, que permite medir a abertura de fissura. São utilizados comparadores mecânicos exteriores, referência MarCator 810 SRM da Mahr, com leitura de 0.001mm.



Figura 12 – Aspeto das peças 05

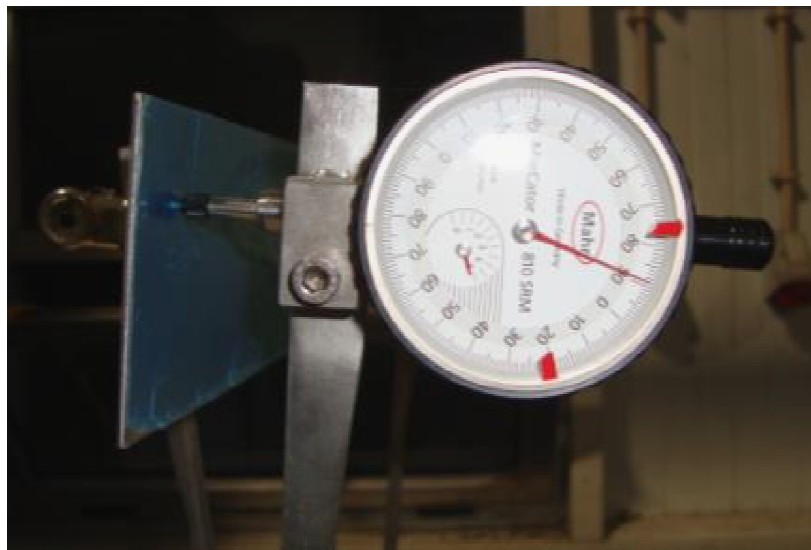


Figura 13 – Fixação do comparador mecânico aos pantógrafos

A execução das fissuras nos provetes é realizada após colocação dos mesmos no interior do reservatório, por intermédio de um sistema de aplicação de carga. Neste sistema, adiciona-se carga à extremidade do sistema de alavanca, até que a força exercida no provete, provoque a abertura de fissura pretendida, medida pelo comparador mecânico. Esta força é mantida constante durante os ciclos de imersão/secagem.

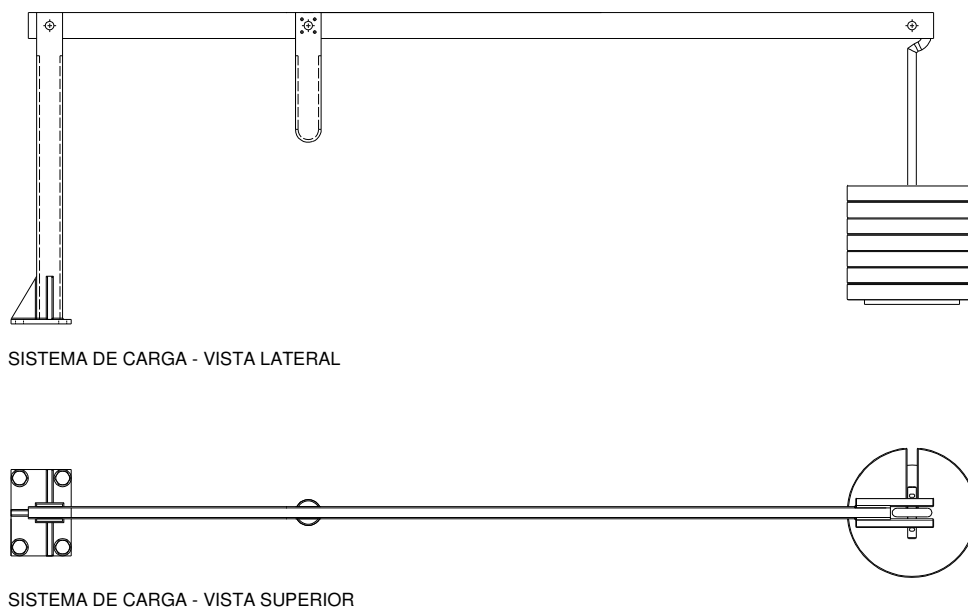


Figura 14 – Vista lateral e superior do sistema de aplicação de força



Figura 15 – Aspeto do sistema de aplicação de força

1.5 CICLOS DE IMERSÃO E SECAGEM

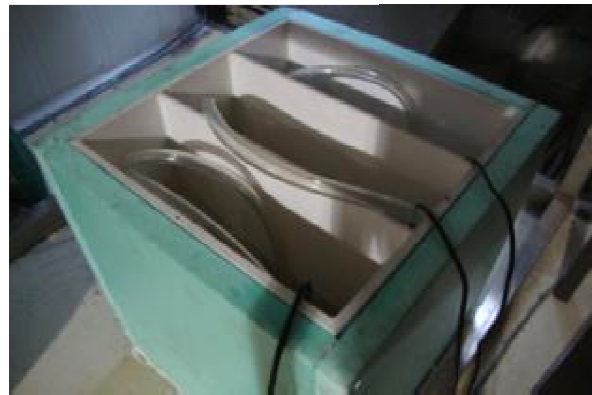
Após execução da fissura, os provetes são submetidos a ciclos de imersão/secagem com o objetivo de acelerar o processo de corrosão, através da simulação do ambiente mais agressivo a que o betão pode estar sujeito, quando em contacto com o mar. Os provetes são submetidos aos ensaios acelerados, após terminado o período de cura do betão.

Os ciclos são realizados por intermédio de um sistema de bombagem entre o reservatório 1, onde estão colocados os provetes, e o reservatório 2, onde são colocadas as soluções de NaCl e as bombas de elevação da solução. Importa referir, que os reservatórios são compartimentados em 3 divisões, destinadas a cada provete, de modo a ter os ciclos individualizados. A razão desta compartimentação

deve-se à necessidade de possuir soluções independentes para cada ciclo de cada provete, de modo a não provocar influência nos processos de corrosão de cada fibra.



(A) Reservatório 1



(B) Reservatório 2

Figura 16 – Reservatórios para execução dos ensaios de imersão/secagem



Figura 17 – Sistema de bombagem



(A) Imersão



(B) Secagem

Figura 17 – Ciclos de imersão/secagem

Cada ciclo de imersão/secagem é composto por 7 dias, 3 dias de imersão em solução de NaCl e 4 dias de secagem em ambiente de laboratório. São realizados 10 ciclos de imersão/secagem durante 2 meses. A solução utilizada é de 3.5% NaCl.

Durante os ciclos de imersão/secagem, o comparador mecânico continua a medir o deslocamento, com os provetes sobre tensão constante.

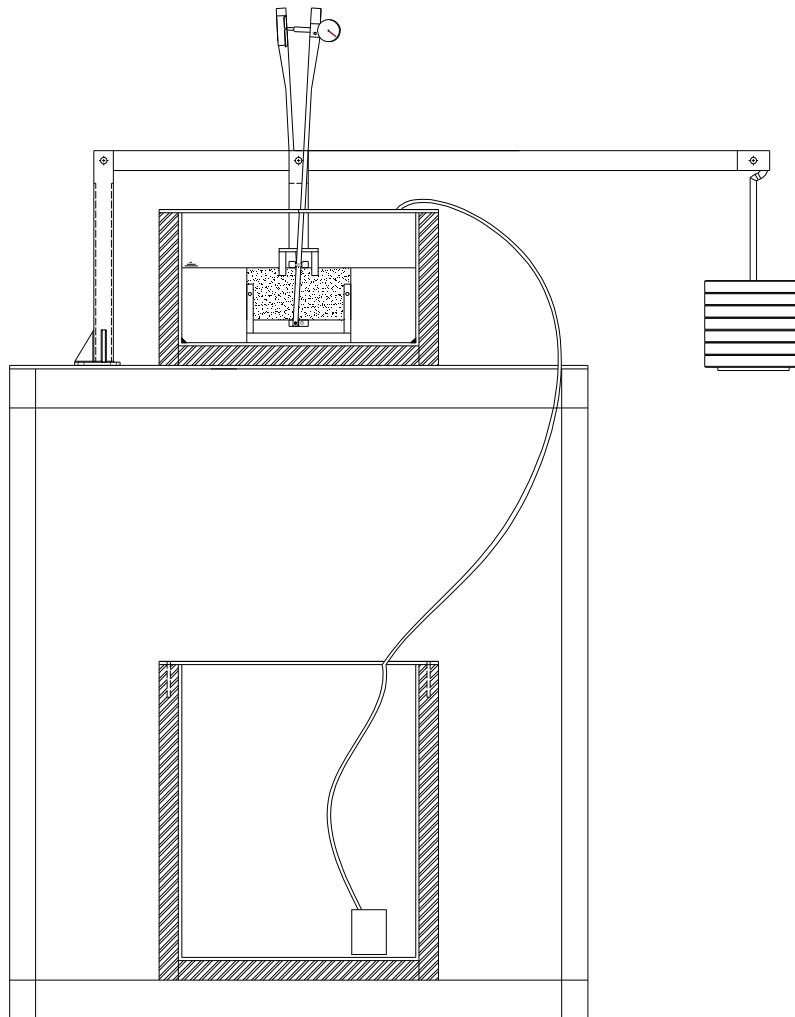


Figura 18 – Esquema de aplicação da carga e esquema de realização dos ciclos de imersão/secagem

1.6 MONITORIZAÇÃO ELETROQUÍMICA

Durante o período de imersão dos provetes (3 dias), o comportamento da fibra é monitorizado dentro do provete através de medidas eletroquímicas, nomeadamente através da realização de ensaios de potencial de circuito aberto (OCP, do inglês: *Open Circuit Potential*). Estes ensaios são realizados nos 3 provetes em cada dia de imersão (em 3 dias por ciclo).

Uma célula eletroquímica com um arranjo standard de três elétrodos é utilizada nos ensaios eletroquímicos. O elétrodo auxiliar utilizado é um elétrodo de platina e todas as medições são feitas tomando como referência o elétrodo saturado de calomelano (SCE, do inglês: *Saturated calomel electrode*). O equipamento utilizado para os ensaios de monitorização eletroquímica é um Potencióstato / Galvanóstato (Radiometer, Denmark), controlado pelo software VoltaMaster-4. O potencial em circuito aberto (E_{corr}) é registrado durante 20 min para cada provete.



Figura 19 – Célula eletroquímica para realização do ensaio OCP

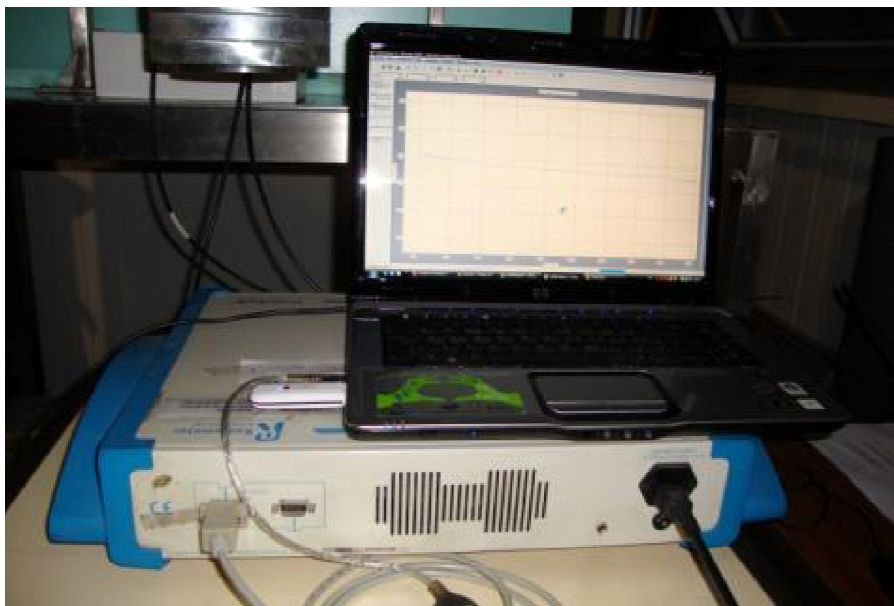


Figura 20 – Potencióstato controlado pelo software VoltaMaster-4

1.7 ARRANCAMENTO DA FIBRA

Atingido o nível de corrosão pretendido, ou finalizado o período proposto para o ensaio, os provetes são ensaiados em ambiente seco.

Pretende-se numa primeira análise, identificar o modo de rotura do BACRFA sujeito à ação da corrosão, deslizamento ou rotura da fibra de aço, para as aberturas de fissura consideradas. Deste modo, será adicionada carga à extremidade do sistema de alavanca, até que a força exercida sobre a amostra consiga provocar a rotura da fibra ou o arrancamento da fibra do betão. Paralelamente, com o aumento da carga o deslocamento será medido com o auxílio do comparador mecânico e registado, de modo a posteriormente obter o gráfico força x deslocamento.

2 CONCLUSÕES

Neste relatório encontra-se descrito o procedimento a seguir, na execução do ensaio experimental de arrancamento de fibras de aço, de provetes cilíndricos de BAC fissurados, sujeitos à ação da corrosão.

Este equipamento foi executado e encontra-se em funcionamento no Laboratório de Estruturas da Universidade do Minho.

Neste momento, decorre o 10º Ciclo de imersão/secagem de 2 provetes com 0.5mm de abertura de fissura e com uma tensão na fibra de aço de 507.64 MPa. Neste ensaio, foram utilizados desde início 3 provetes, no entanto, antes de finalizar o período de ensaios acelerados, a fibra de um dos provetes rompeu, devido à redução da sua seção causada pela corrosão (ver figuras 21 e 22).



Figura 21 - Ensaio a decorrer de arrancamento de fibras sujeitas à ação da corrosão



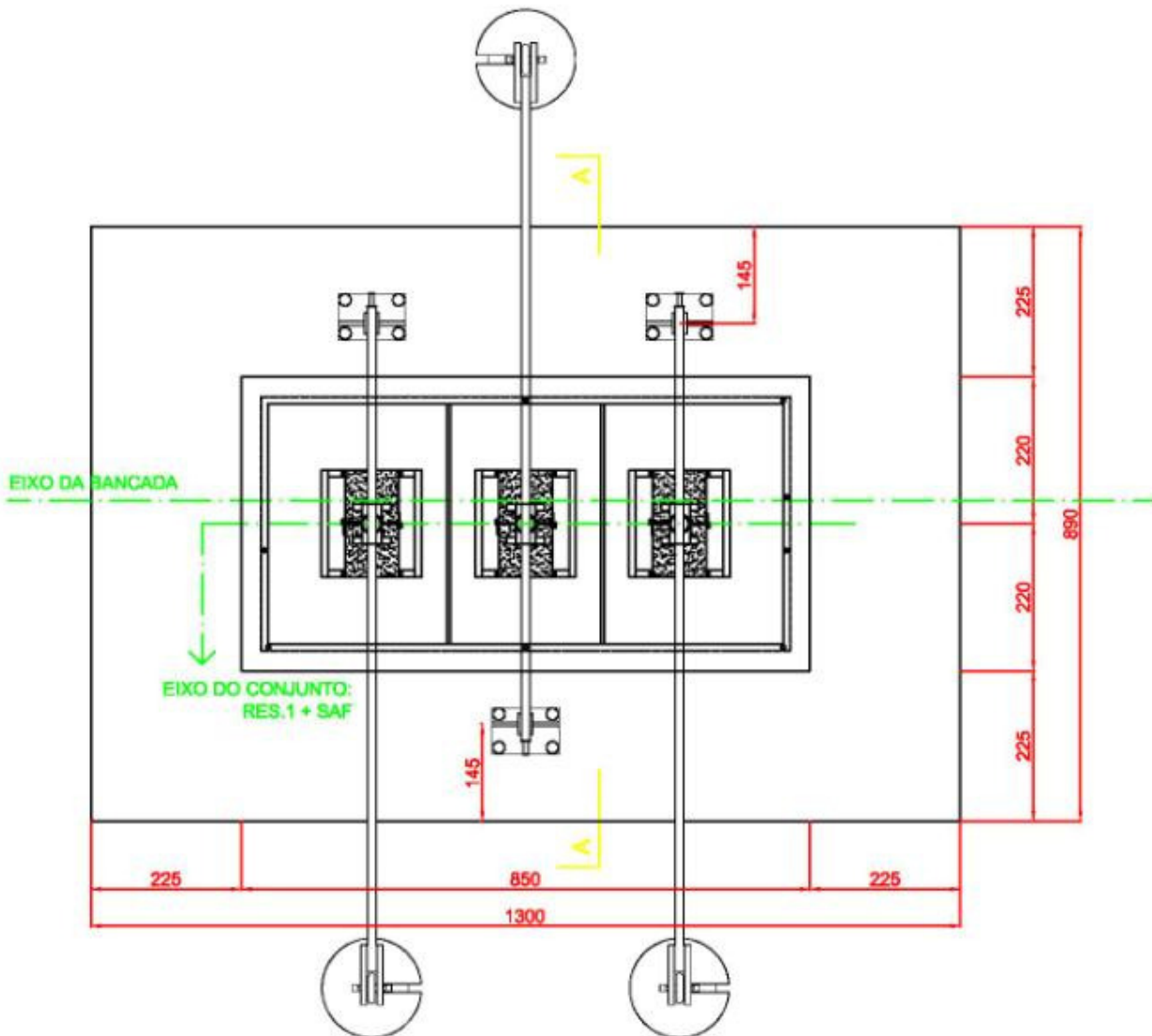
Figura 22 – Rompimento da fibra de aço devido à ação da corrosão

ANEXOS - PEÇAS DESENHADAS

Tabela 2 – Peças Desenhadas

| Peça Desenhada | Descrição |
|----------------|---|
| 01 | Esquema Geral de Montagem (1/2) |
| 02 | Esquema Geral de Montagem (2/2) |
| 03 | Bancada |
| 04 | Reservatório 1 (1/4) |
| 05 | Reservatório 1 (2/4) |
| 06 | Reservatório 1 (3/4) |
| 07 | Reservatório 1 (4/4) |
| 08 | Reservatório 2 (1/2) |
| 09 | Reservatório 2 (1/2) |
| 10 | Esquema de fixação dos provetes (1/2) |
| 11 | Esquema de fixação dos provetes (2/2) |
| 12 | Peça 01 |
| 13 | Peça 02 |
| 14 | Peça 03 e 04 |
| 15 | Peça 05 |
| 16 | Sistema de Aplicação de força |
| 17 | Peça 06 e 07 |
| 18 | Peça 08 |
| 19 | Peça 09 e 10 |
| 20 | Estrutura de posicionamento da fibra no molde |

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO

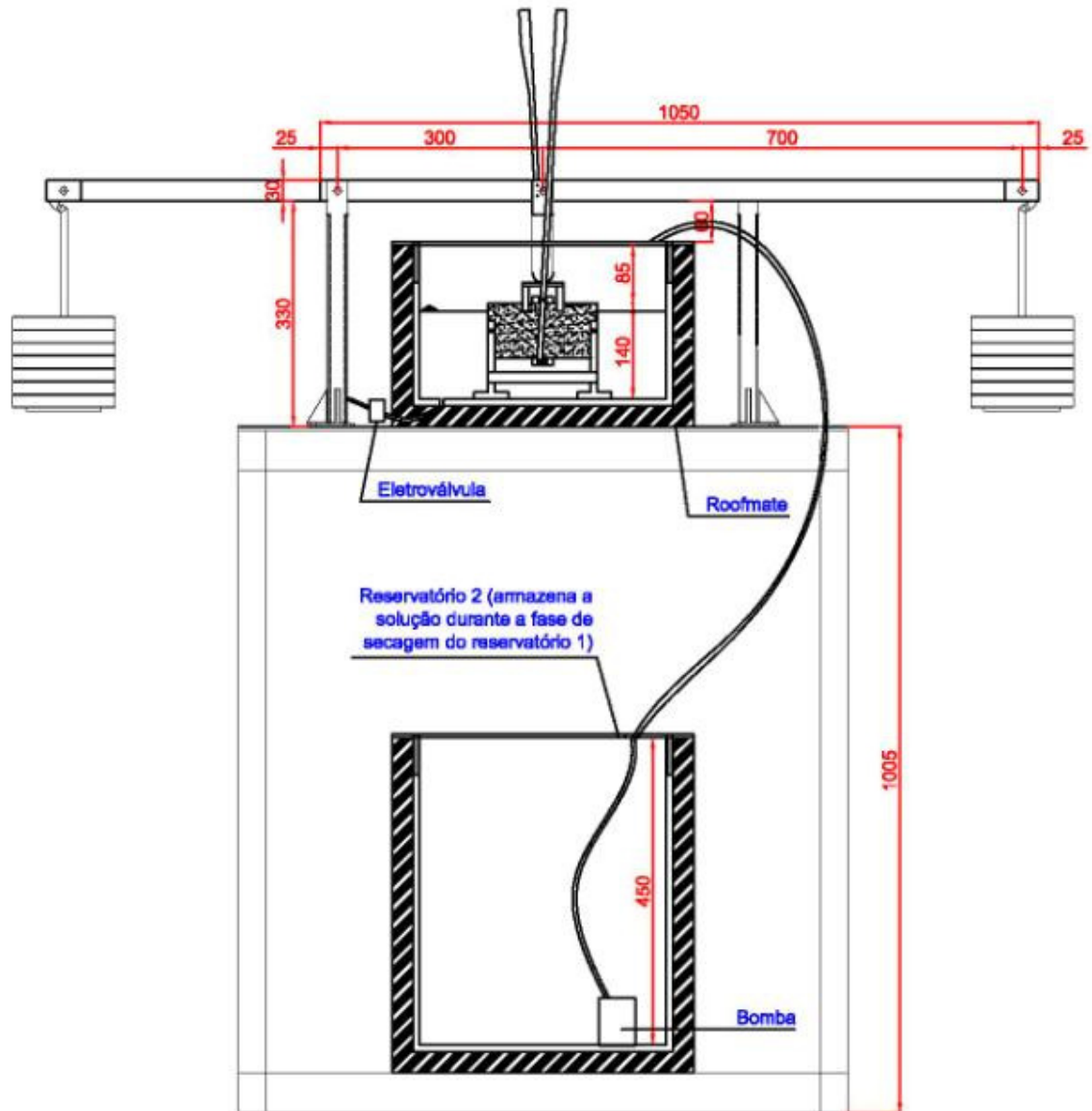


PLANTA VISTA SUPERIOR

| | | |
|---------------------|--|-------------------------|
| Date: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 01 |
| Escala: 1:10 | Designação: ESQUEMA GERAL DE MONTAGEM | Materials: PVC/Aço Inox |
| | | Quantidade: 1 |

Obs.: Dimensões cotadas em mm

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO

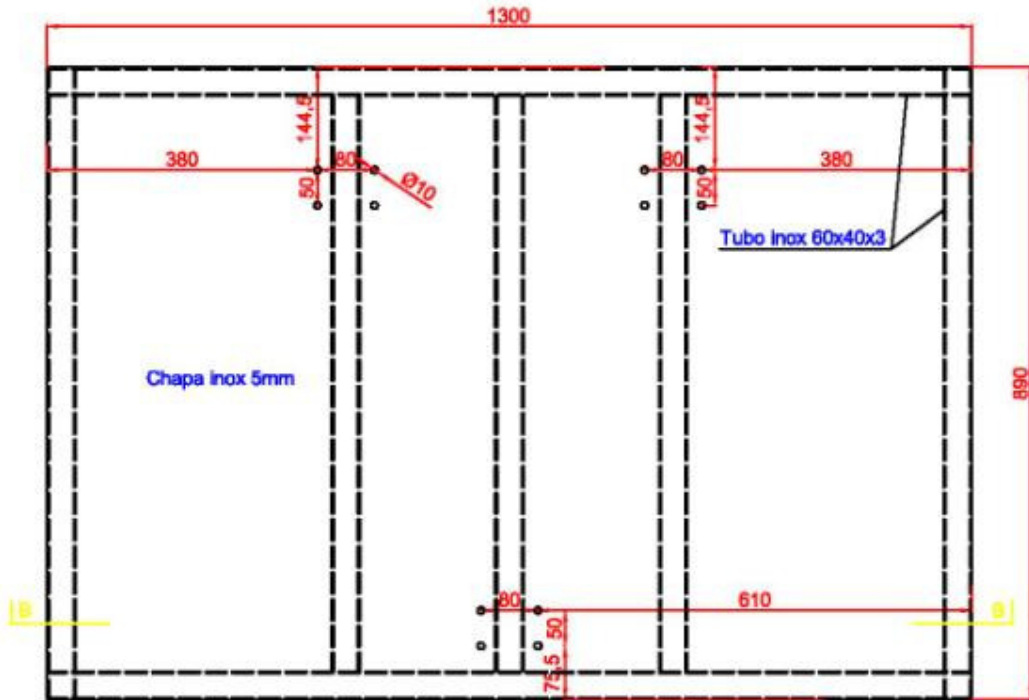


CORTE AA

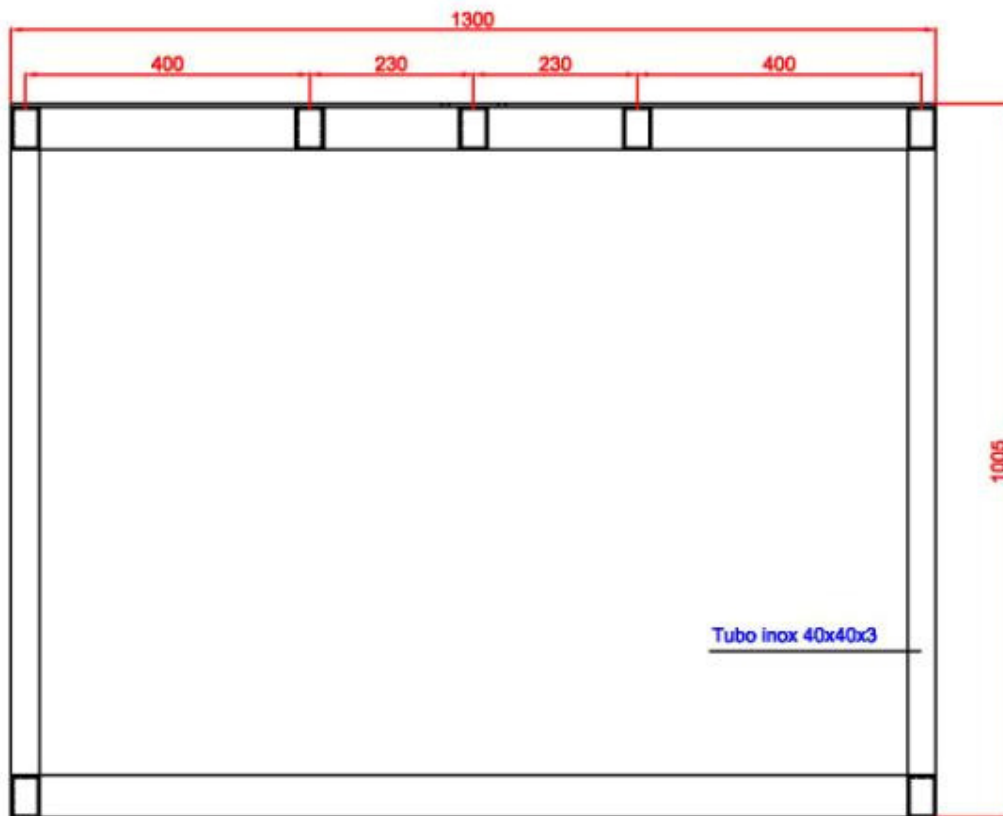
| | | |
|---------------------|--|---------------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 02 |
| Escala: 1:10 | Designação: ESQUEMA GERAL DE MONTAGEM | Material: PVC/Aço Inox |
| | | Quantidade: 1 |

Obs.: Dimensões cotadas em mm

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



PLANTA VISTA SUPERIOR

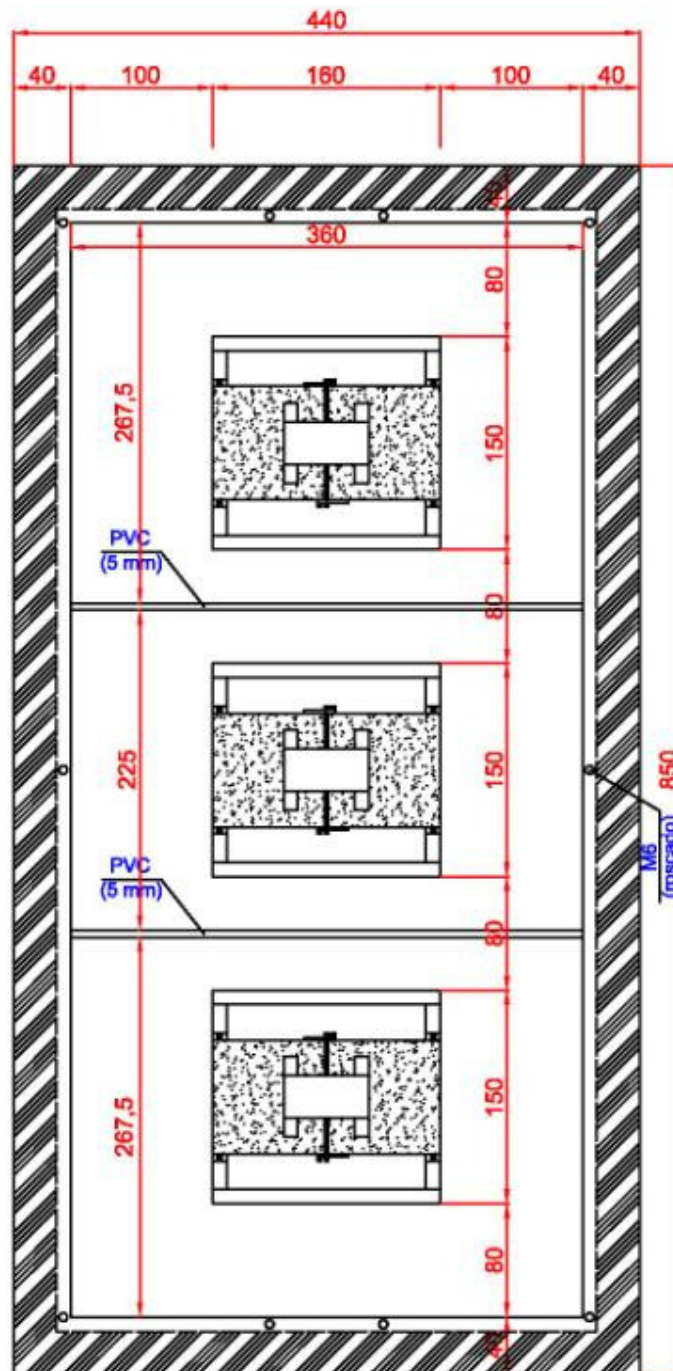


CORTE BB

| | | |
|---------------------|---------------------------|------------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 03 |
| Escala: 1:10 | Designação: BANCADA | Materiais: Aço Inox |
| | | Quantidade: 1 |

Obs.: Dimensões cotadas em mm

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO

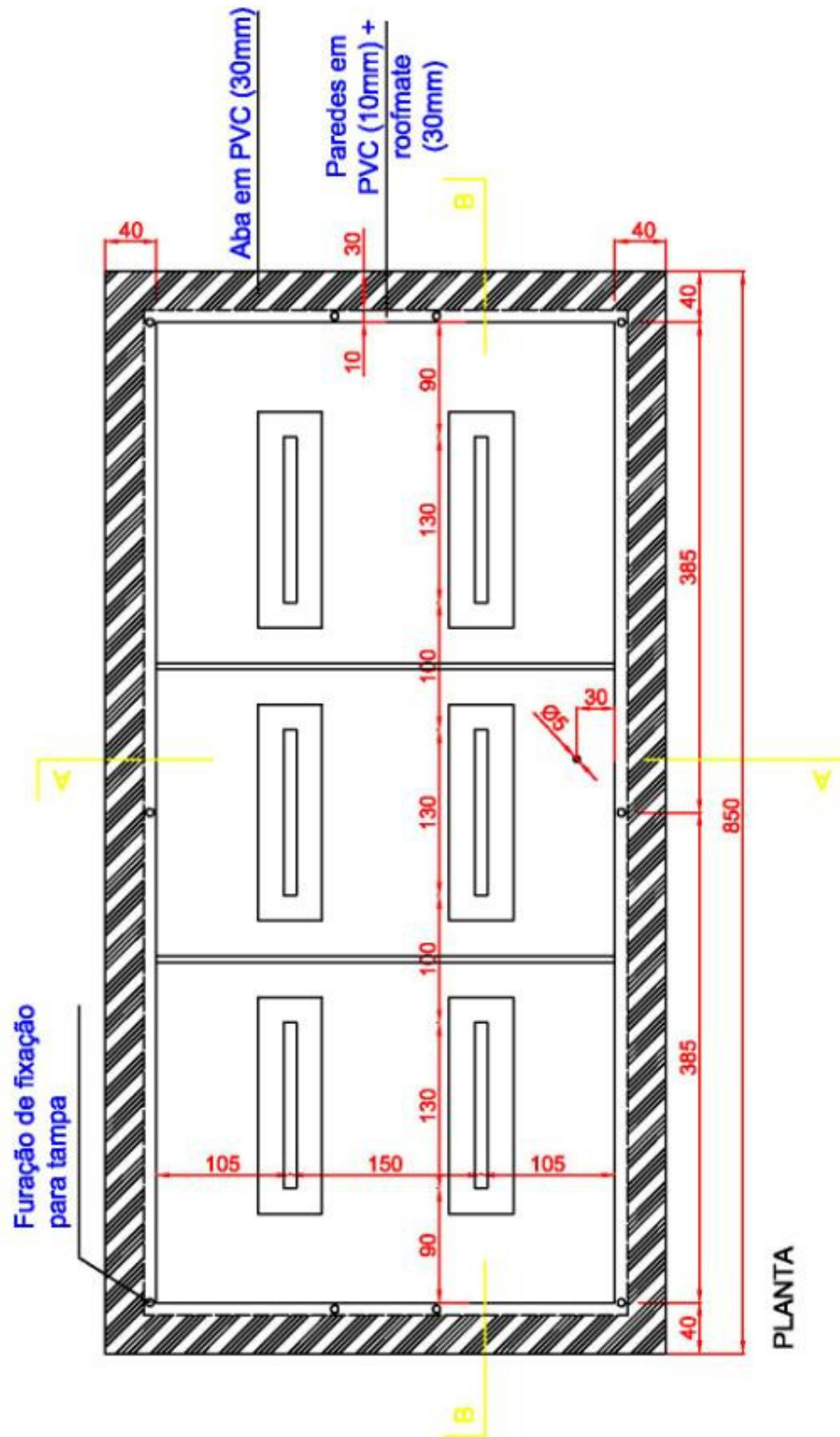


POSICIONAMENTO DOS PROJETES NO RESERVATÓRIO 1

| | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 04 |
| Escala: 1:5 | Designação: RESERVATÓRIO 1 | Material: PVC |
| | | Quantidade: 1 |

Obs.: Dimensões cotadas em mm

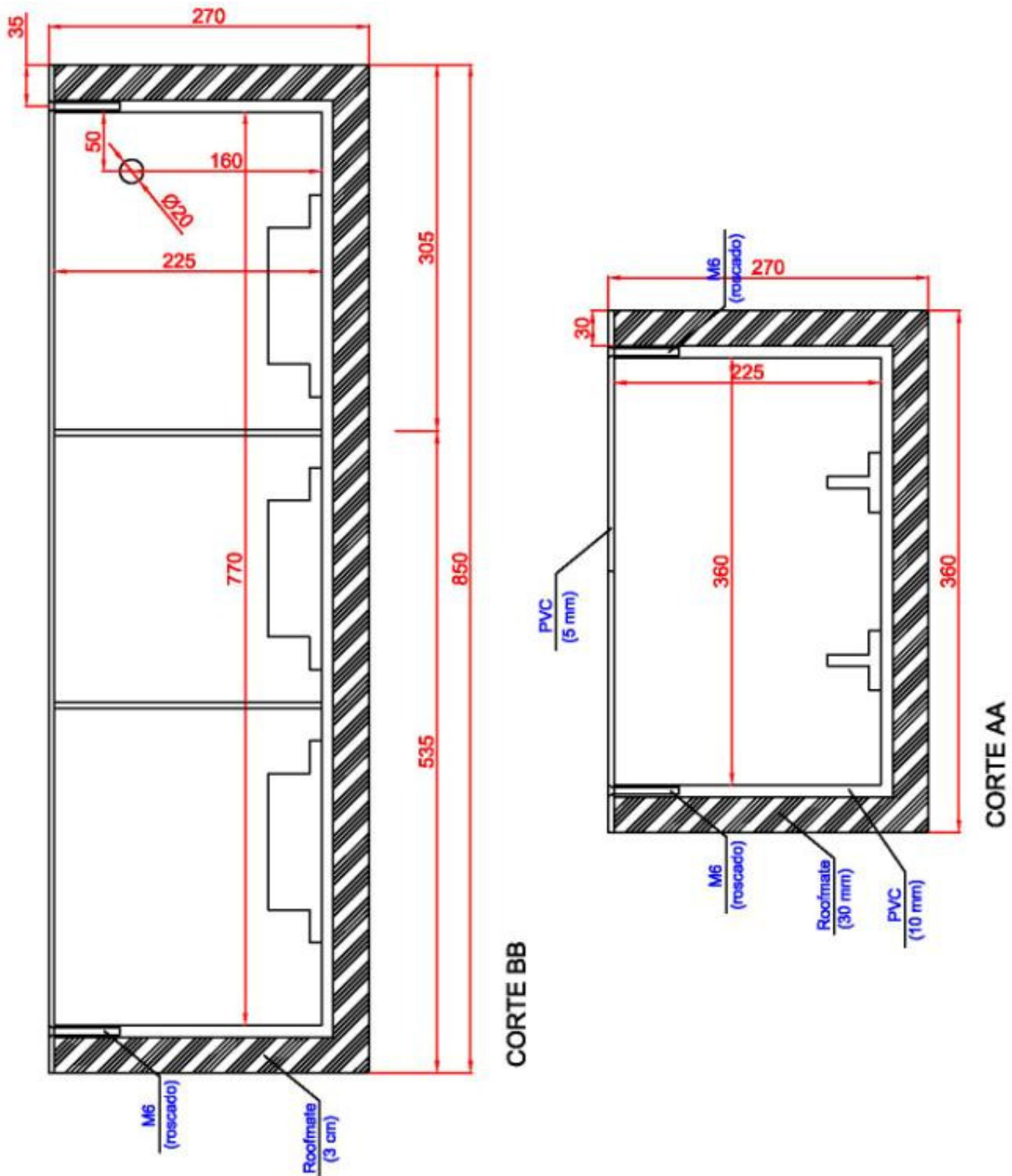
EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



Obs.: Dimensões cotadas em mm

| | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 05 |
| Escala: 1:5 | Designação: RESERVATÓRIO 1 | Material: PVC |
| | | Quantidade: 1 |

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO

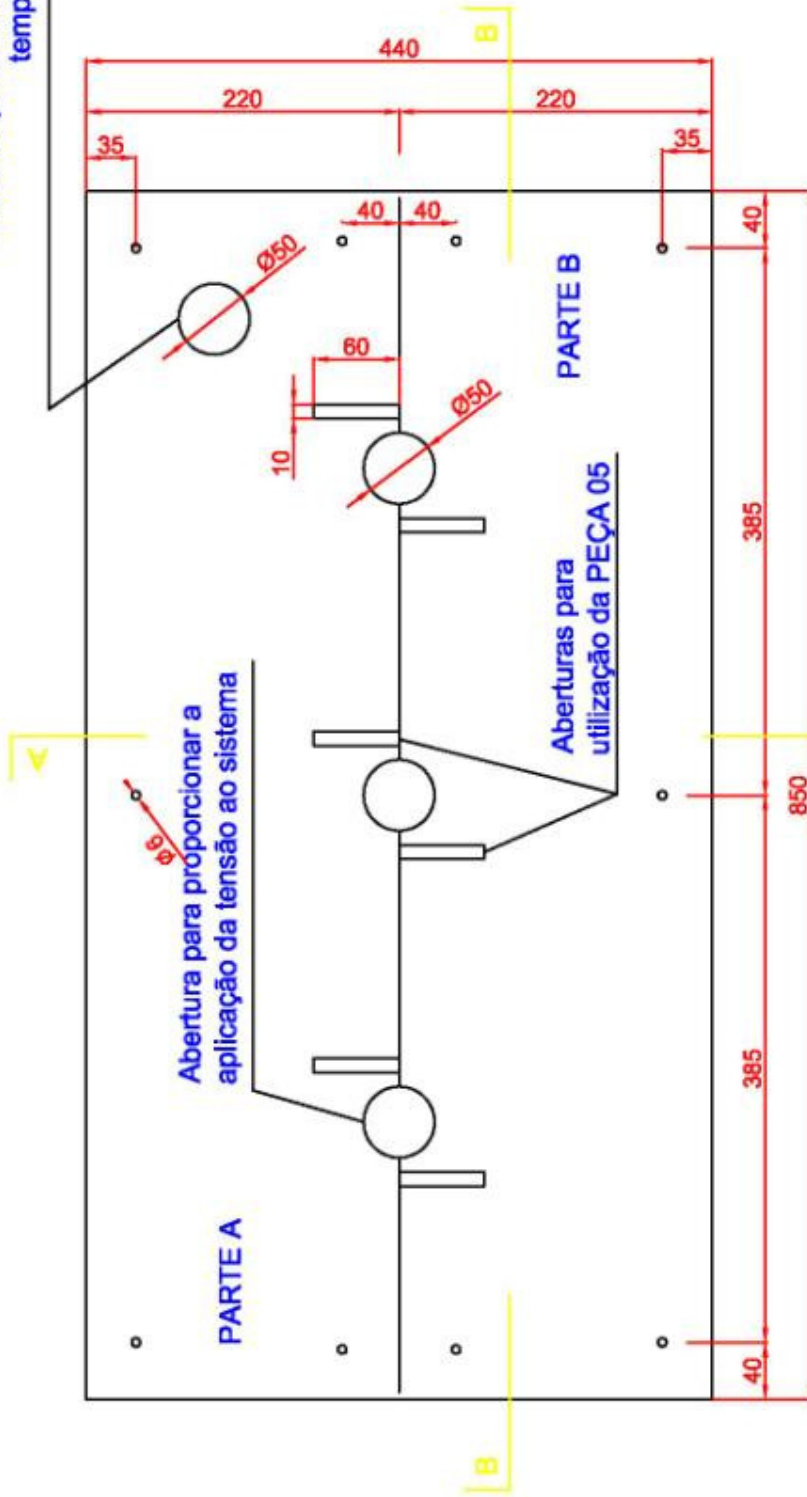


Obs.: Dimensões cotadas em mm

| | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 06 |
| Escala: 1:5 | Designação: RESERVATÓRIO 1 | Materiais: PVC |
| | | Quantidade: 1 |

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO

Abertura para controle da temperatura

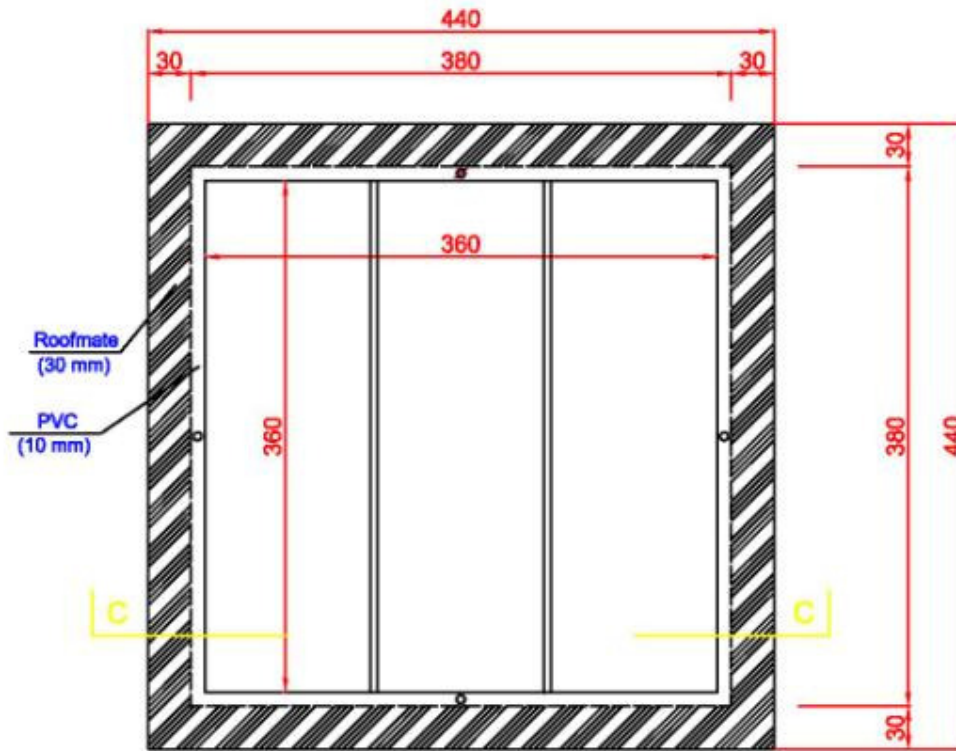


TAMPA RESERVATÓRIO 1
(COMPOSTA POR DUAS PARTES INDEPENDENTES)

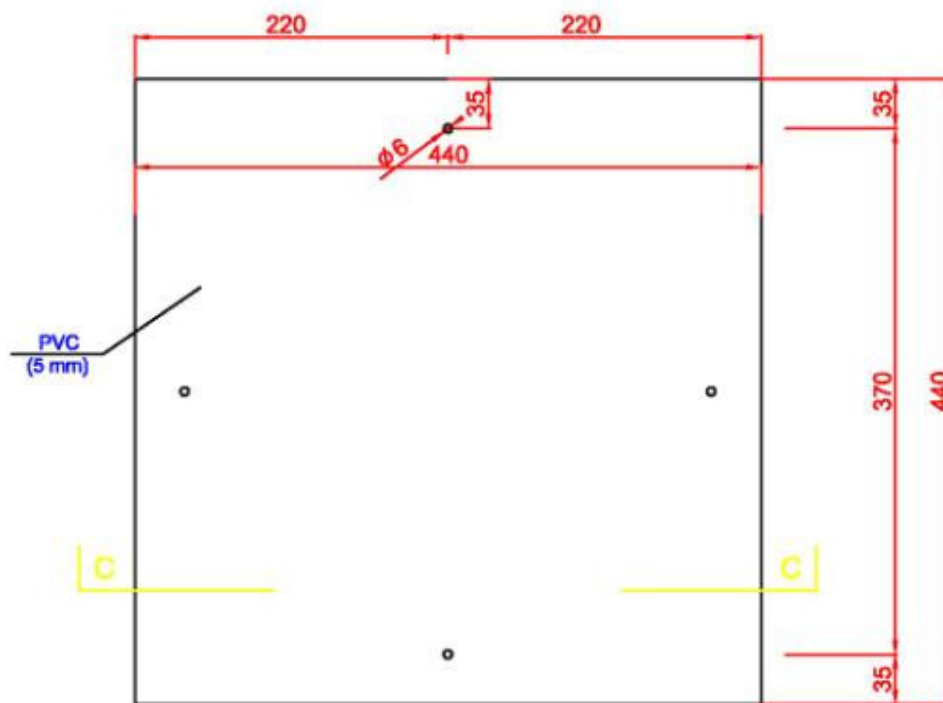
| | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Date: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 07 |
| Escala: 1:5 | Designação: RESERVATÓRIO 1 | Materiais: PVC |
| | | Quantidade: 1 |

Obs.: Dimensões cotadas em mm

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



PLANTA

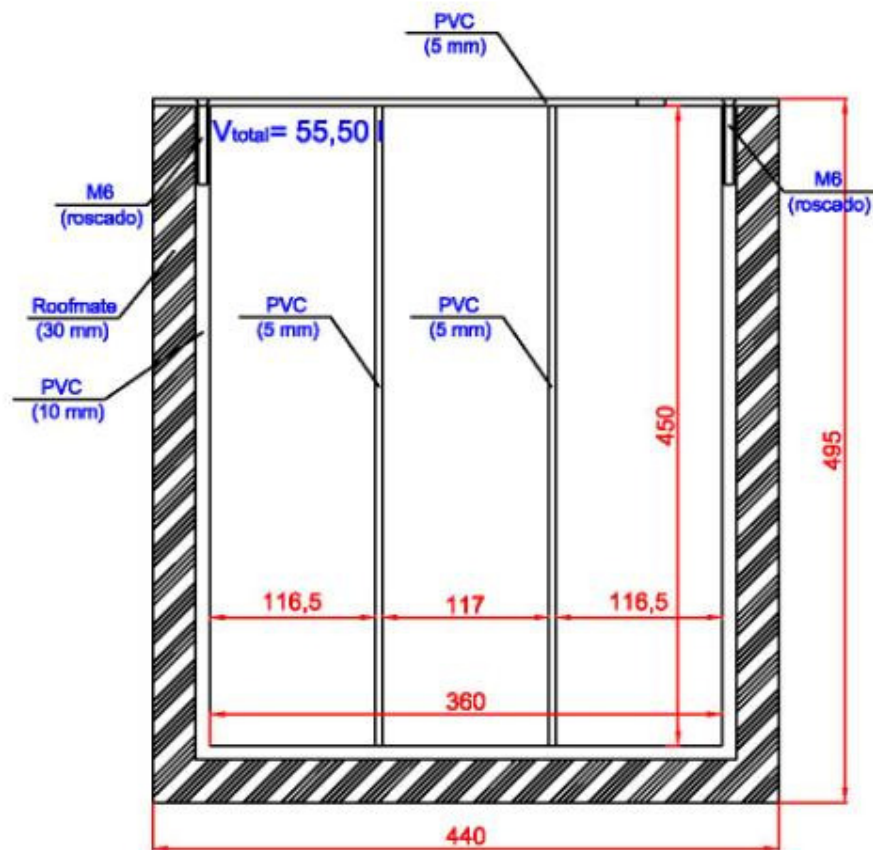


PLANTA TAMPA

| | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 08 |
| Escala: 1:5 | Designação: RESERVATÓRIO 2 | Materiais: PVC |
| | | Quantidade: 1 |

Obs.: Dimensões cotadas em mm

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



CORTE CC

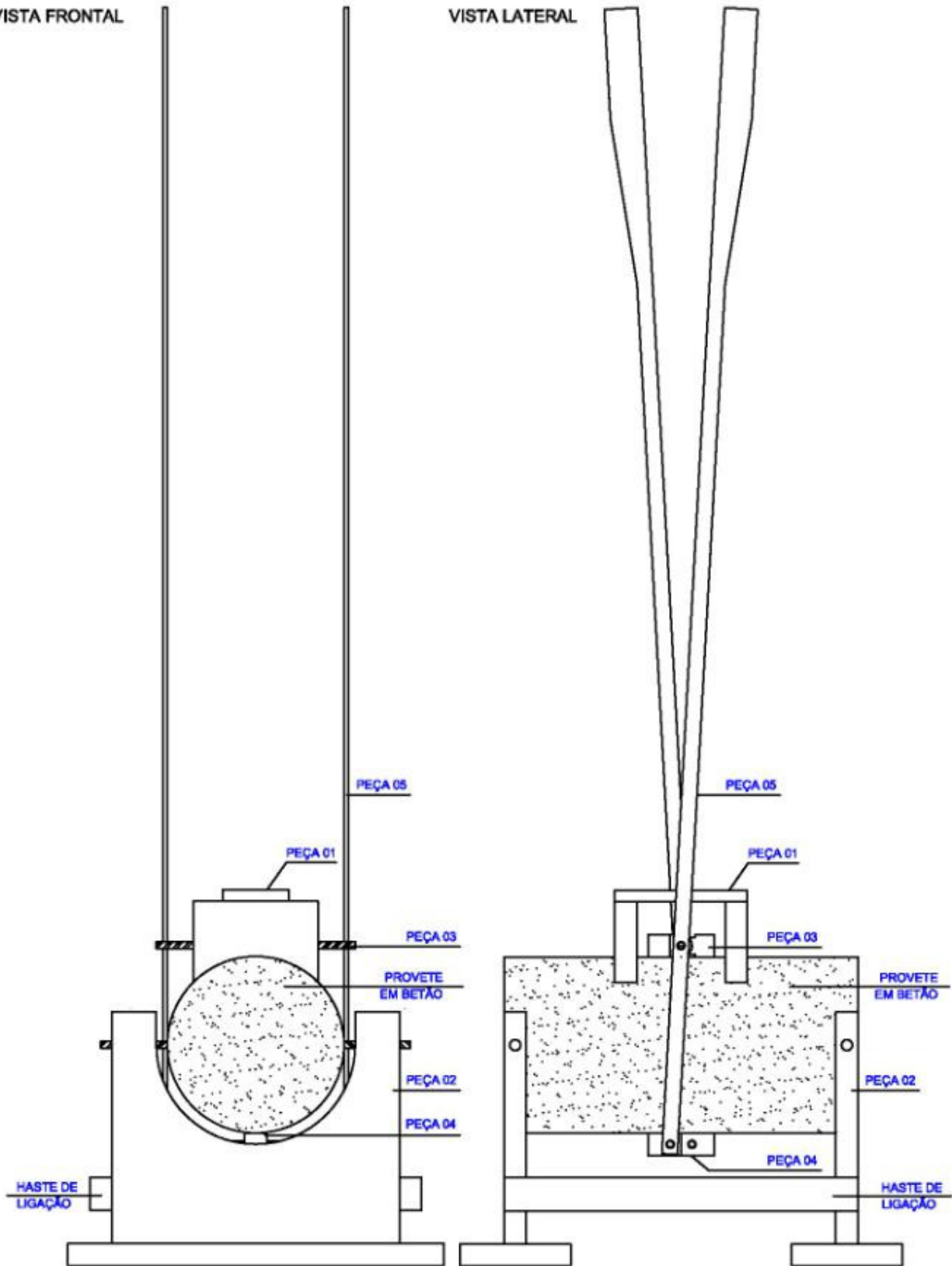
| | | |
|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 09 |
| Escala: 1:5 | Designação: RESERVATÓRIO 2 | Material: PVC |
| | | Quantidade: 1 |

Obs.: Dimensões cotadas em mm

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO

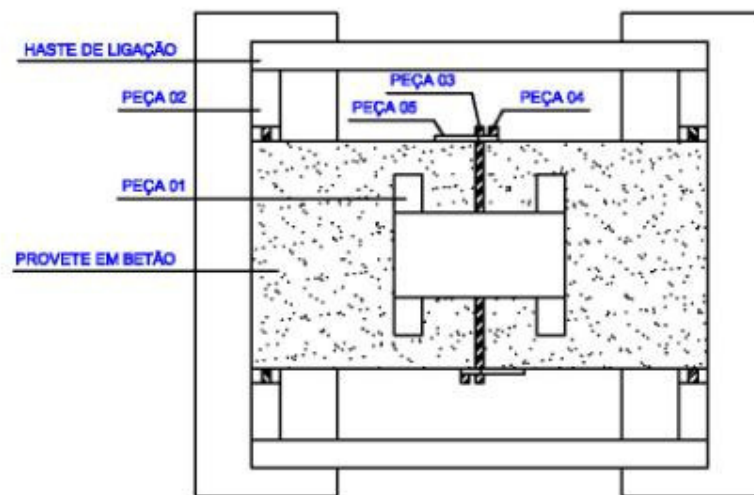
VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



| | | |
|---------------------|---|---------------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 10 |
| Escala: 1:2.5 | Designação: ESQUEMA FIXAÇÃO PROVETES | Quantidade: 3 |
| | | Material: PVC/Aço Inox |

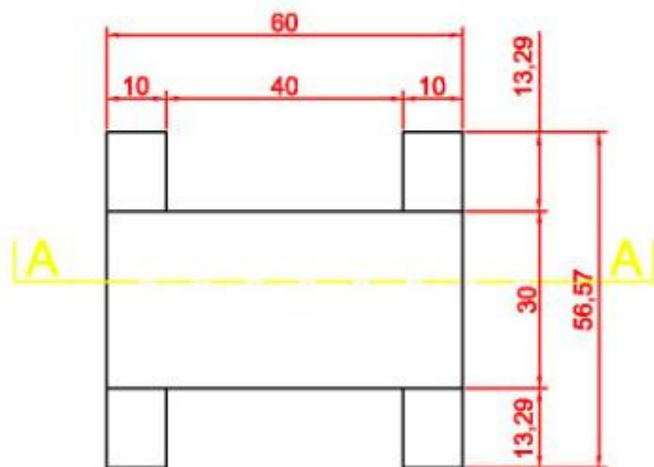
EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



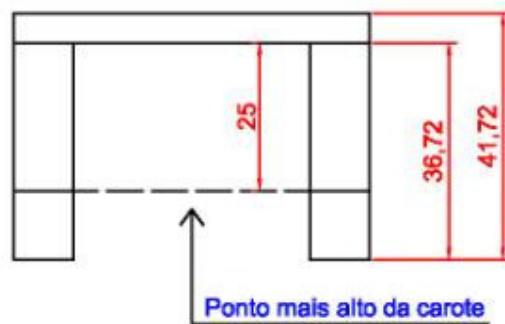
PLANTA

| | | |
|---------------------|---|--|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 11 |
| Escala: 1:2.5 | Designação: ESQUEMA FIXAÇÃO PROVETES | Materials: PVC/Aço Inox Quantidade: 3 |

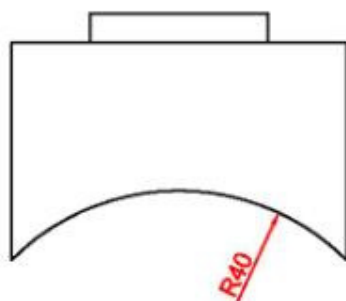
EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



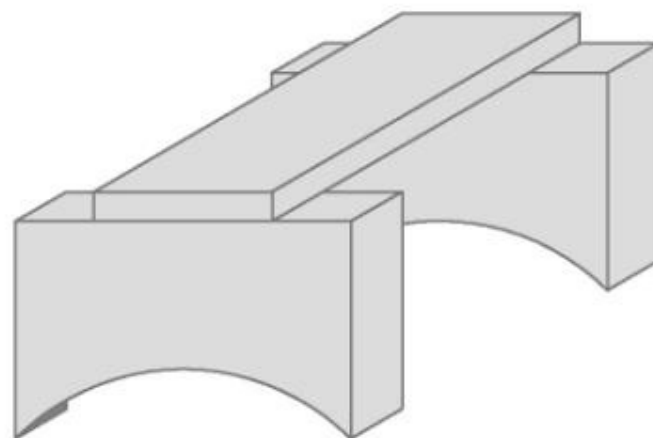
PLANTA



CORTE AA



VISTA FRONTAL

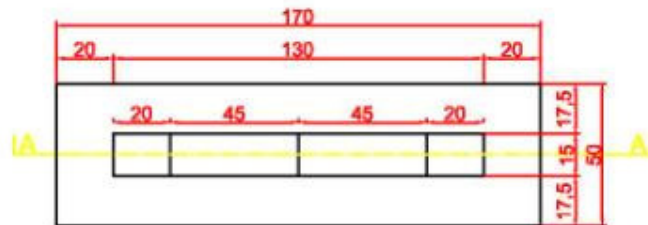


ISOMÉTRICA

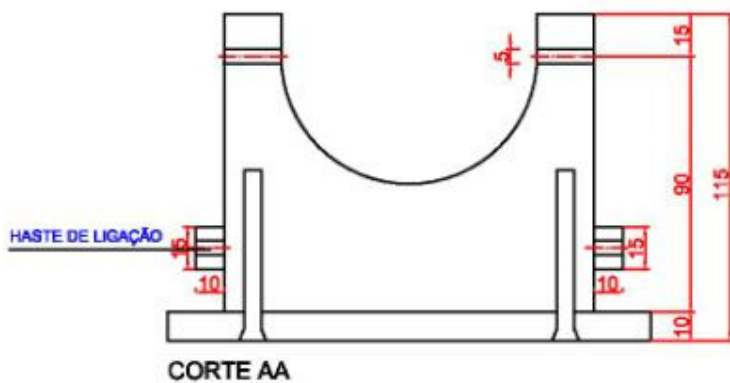
| | | |
|---------------------|---------------------------|-----------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 12 |
| Escala: 1:1.2 | Designação: PEÇA 01 | Material: Aço Inox |
| | | Quantidade: 3 |

Obs.: Dimensões cotadas em mm

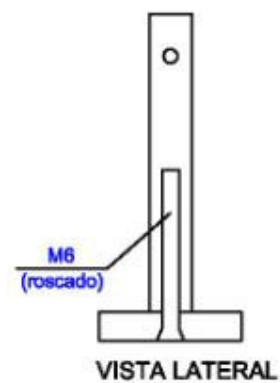
EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



PLANTA

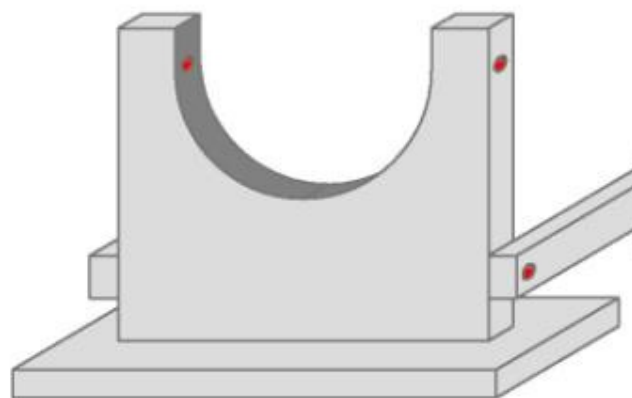
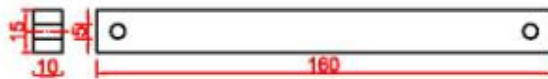


CORTE AA



VISTA LATERAL

HASTE DE LIGAÇÃO

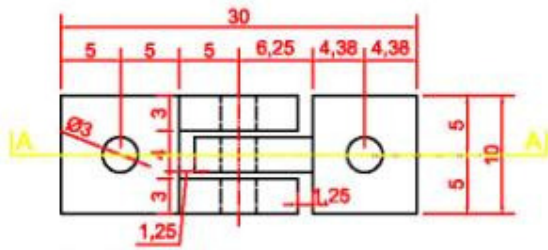


ISOMÉTRICA

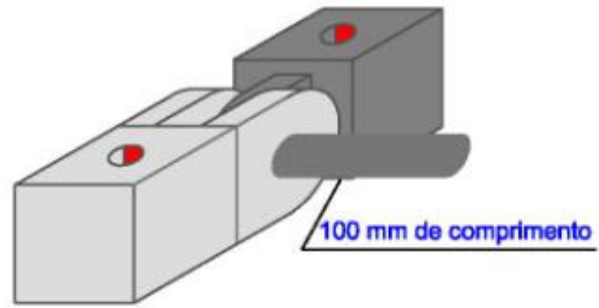
| | | |
|---------------------|---------------------------|--------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 13 |
| Escala: 1:2.5 | Designação: PEÇA 02 | Material: PVC |
| | | Quantidade: 3 |

Obs.: Dimensões cotadas em mm

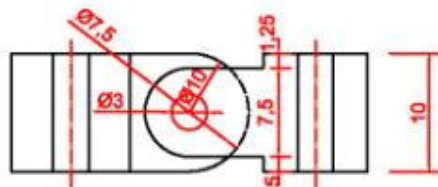
EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



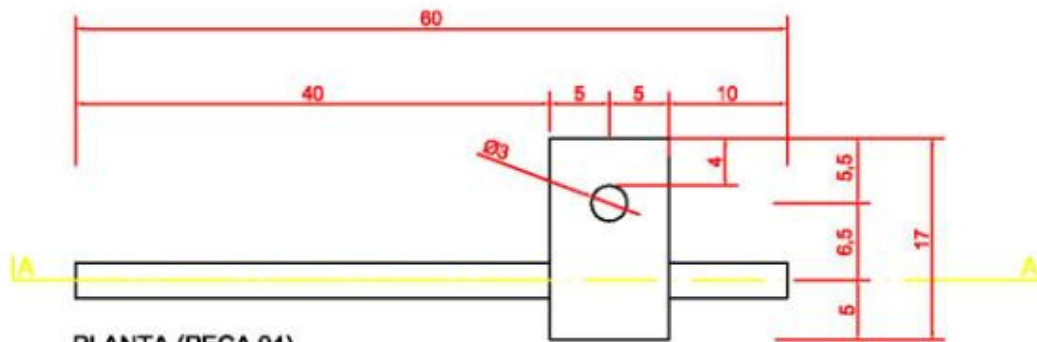
PLANTA (PEÇA 03)



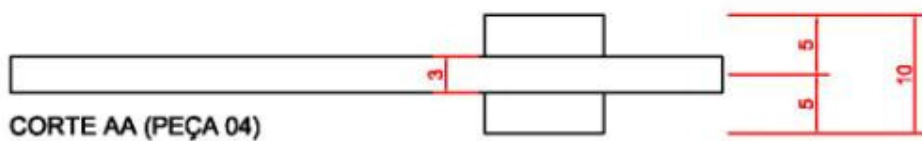
ISOMÉTRICA (PEÇA 03)



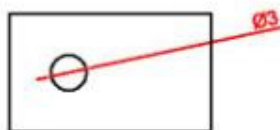
CORTE AA (PEÇA 03)



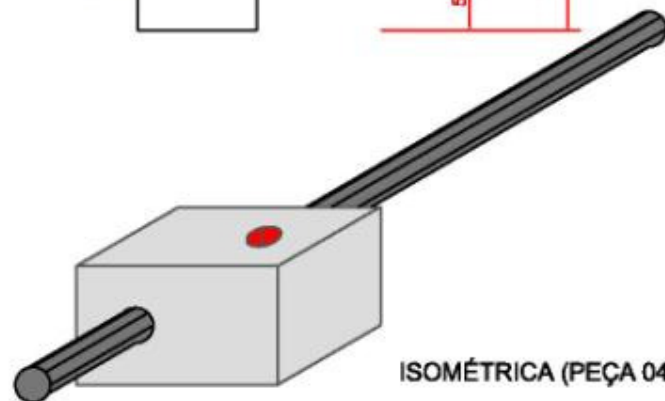
PLANTA (PEÇA 04)



CORTE AA (PEÇA 04)



VISTA FRONTAL (PEÇA 04)

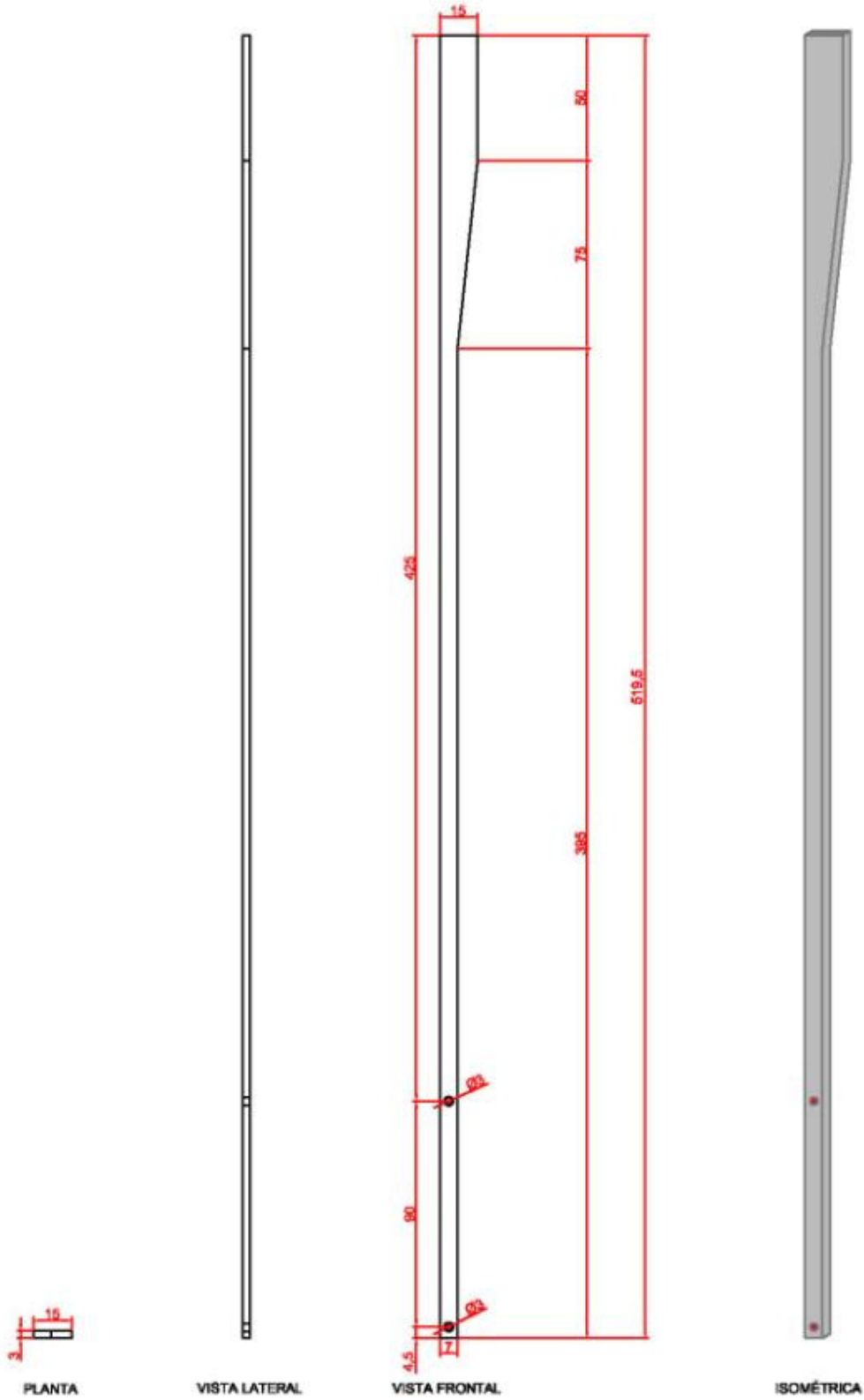


ISOMÉTRICA (PEÇA 04)

Obs.: Dimensões cotadas em mm

| | | |
|---------------------|-----------------------------|------------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 14 |
| Escala: 1:0.6 | Designação: PEÇA 03 E 04 | Materiais: Aço Inox |
| | | Quantidade: 3/6 |

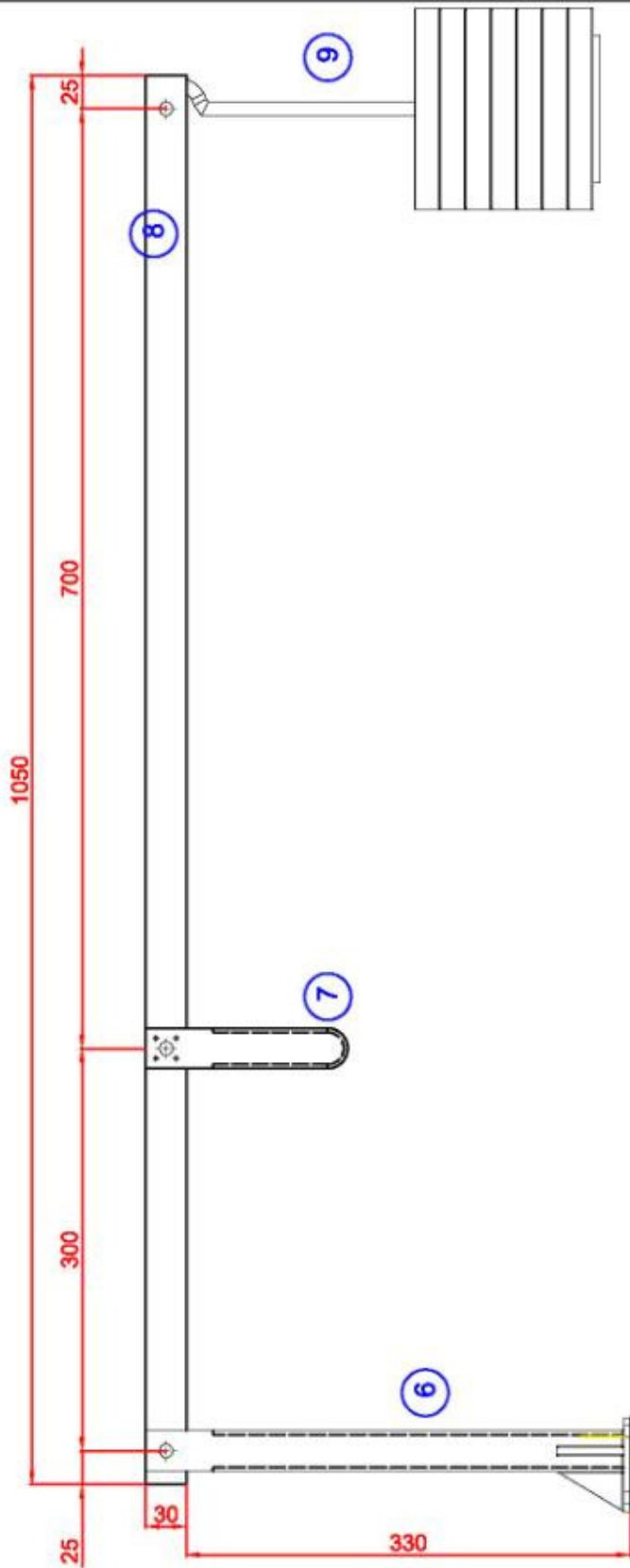
EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



Obs.: Dimensões cotadas em mm

| | | |
|---------------------|---------------------------|------------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 15 |
| Escala: 1:2.5 | Designação: PEÇA 05 | Materiais: Aço Inox |
| | | Quantidade: 6 |

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



SISTEMA DE CARGA - VISTA LATERAL

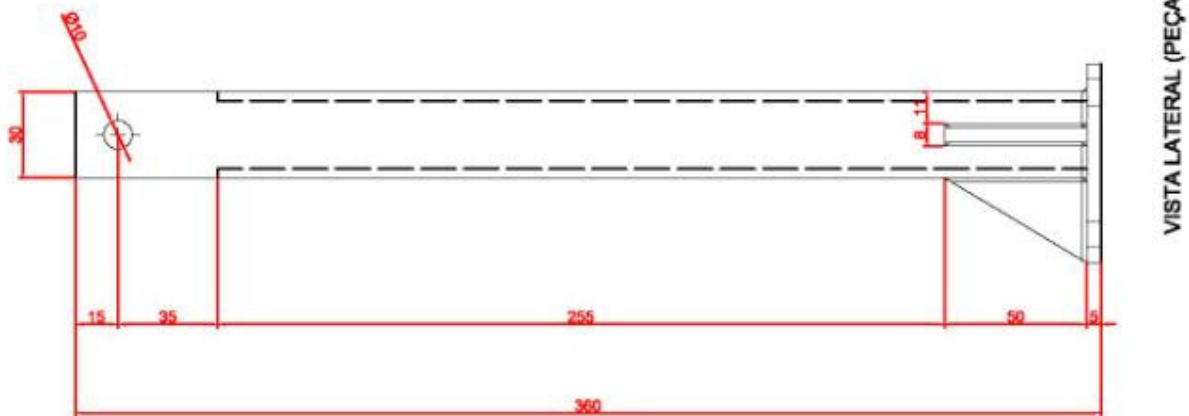
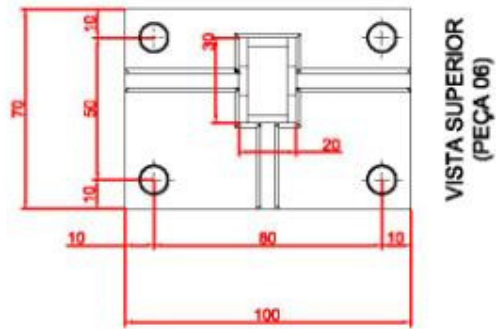
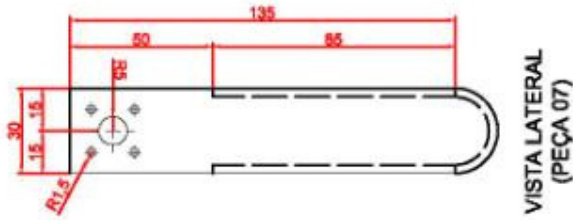
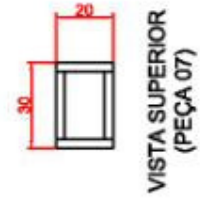
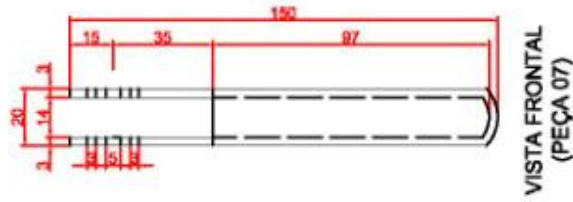


SISTEMA DE CARGA - VISTA SUPERIOR

Obs.: Dimensões cotadas em mm

| | | |
|---------------------|--|---------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 16 |
| Escala: 1:5 | Designação: SISTEMA DE APLICAÇÃO DE FORÇA | Materiais: Aço Inox |
| | | Quantidade: 3 |

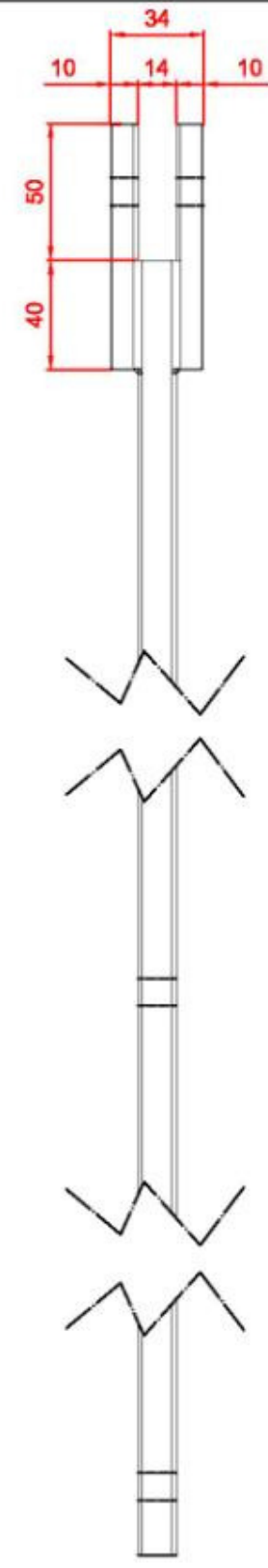
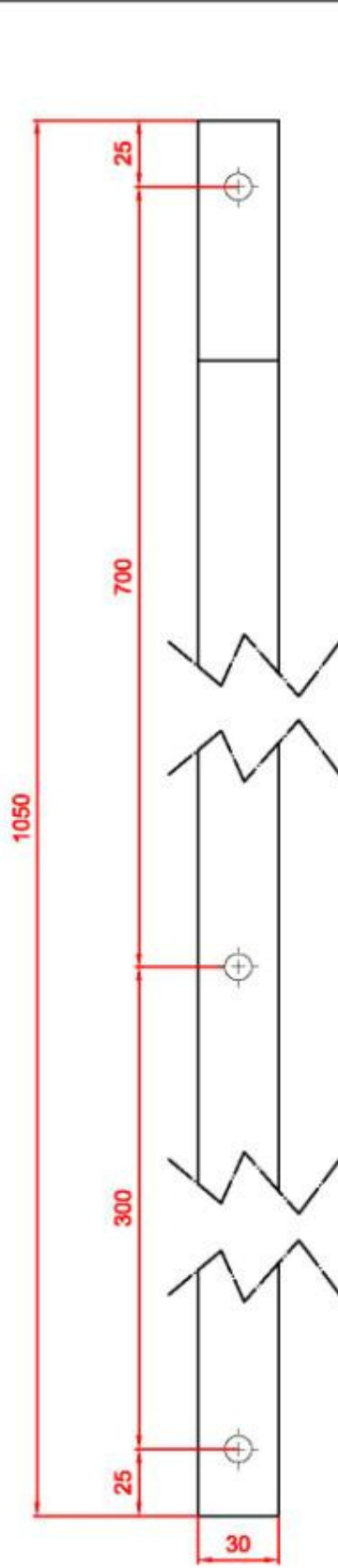
EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROÇÃO



| | | |
|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 17 |
| Escala: 1:2.5 | Designação: PEÇA 06 E 07 | Materiais: Aço Inox |
| | | Quantidade: 3 |

Obs.:Dimensões cotadas em mm

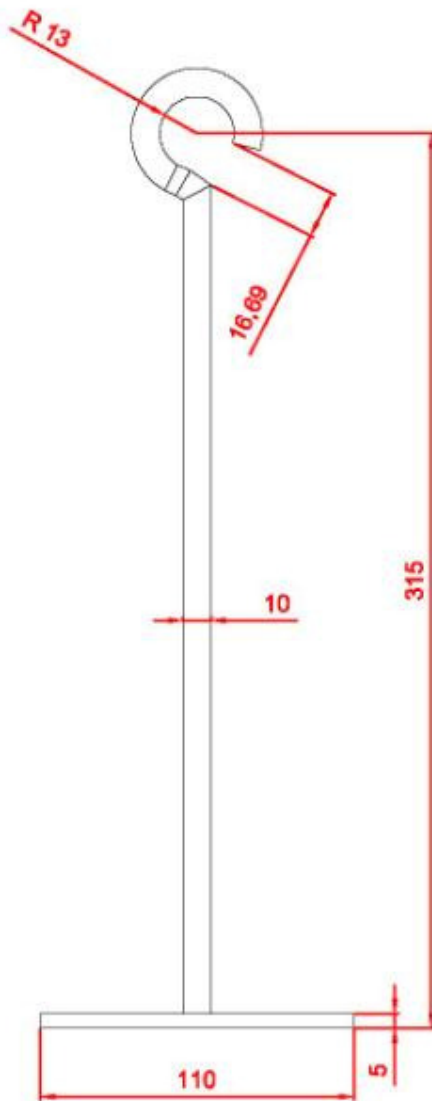
EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



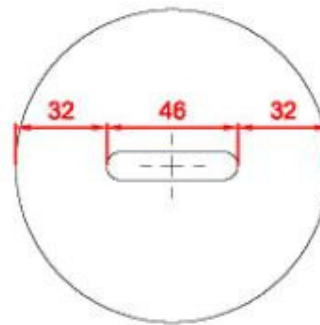
| | | |
|---------------------|---------------------------|-----------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 18 |
| Escala: 1:2.5 | Designação: PEÇA 08 | Material: Aço Inox |
| | | Quantidade: 3 |

Obs.: Dimensões cotadas em mm

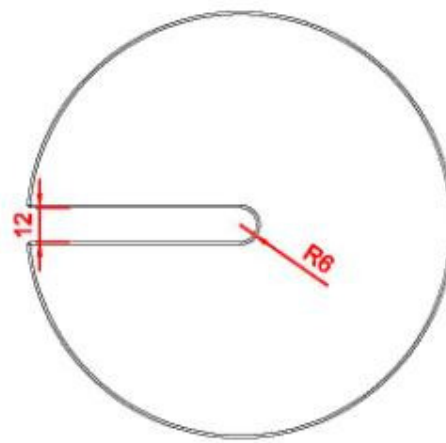
EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



VISTA LATERAL (PEÇA 9)



VISTA SUPERIOR (PEÇA 09)

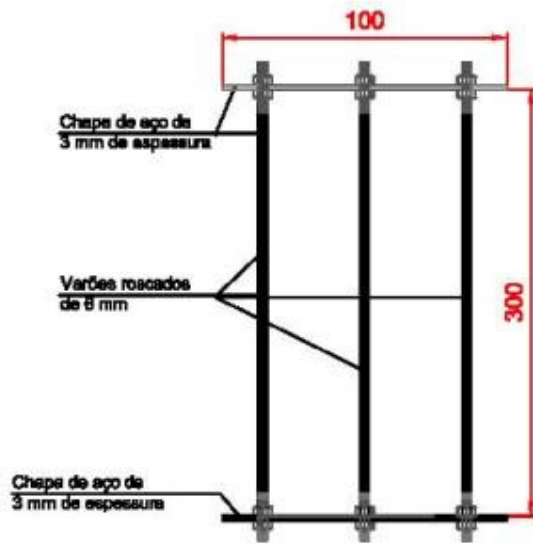
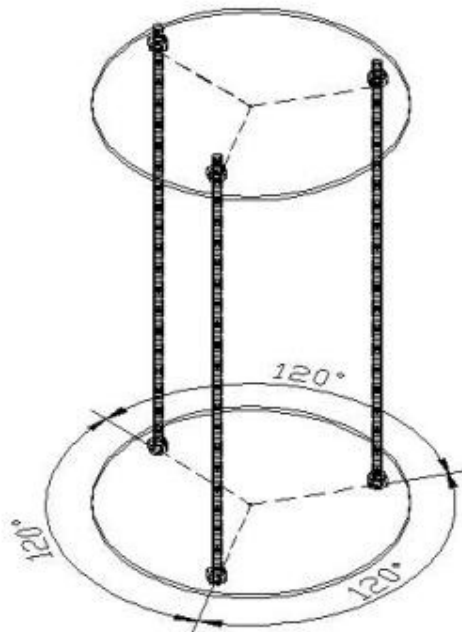


VISTA SUPERIOR E VISTA LATERAL (PEÇA 10)

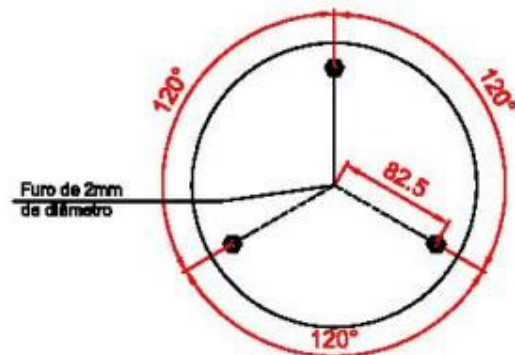
Obs.: Dimensões cotadas em mm

| | | |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 19 |
| Escala: 1:2.5 | Designação: PEÇA 09 E 10 | Materials: Aço Inox/Ferro Zincado |
| | | Quantidade: 3/42 |

EQUIPAMENTO PARA O ENSAIO DE ARRANCAMENTO DE FIBRAS SUJEITAS À AÇÃO DA CORROSÃO



VISTA LATERAL



PLANTA

Obs.: Dimensões cotadas em mm

| | | |
|---------------------|--|--------------------|
| Data: 27-09-2012 | Autor: Cristina Frazão | Desenho no.: 20 |
| Escala: 1:2.5 | Designação: ESTRUTURA POSICIONAMENTO DA FIBRA NO MOLDE | Materiais: Aço |
| | | Quantidade: 3 |