

Assunto *******SPAM*****Diligência PE 90012/2024**
De Leandro Lima <leandro@atlanticoengenharia.eng.br>
Para <geasi@conab.gov.br>
Cópia <comercial@atlanticoengenharia.eng.br>, 'Ricardo Seron Carvalho'
<ricardo@atlanticoengenharia.eng.br>, Ivanoé Tonussi <ivan@atlanticoengenharia.eng.br>,
<fernandagurgeladv@gmail.com>
Data 2025-01-31 17:01



- Diligência Relatórios Teste Estanqueidade.zip (~9,4 MB)

Ref.: PE 90012/2024

A/C: Luciano

Prezados, boa tarde!

Em atendimento à diligência solicitada, encaminhamos em anexo os relatórios dos testes de estanqueidade mencionados em nossa contrarrazão apresentada no âmbito do Pregão Eletrônico 90012/2024, cujo objeto é a **“seleção da proposta mais vantajosa para a contratação de empresa especializada para executar serviço de manutenção de sala-cofre certificada segundo as normas técnicas ABNT/NBR 15.247 e ABNT/NBR 60.529 e sua respectiva infraestrutura, com possível recarga de gás - FM-200 e substituição de bateria - UPS, para atendimento das necessidades da Companhia Nacional de Abastecimento - Conab, de acordo com as especificações, quantidades e exigências estabelecidas no Termo de Referência, Anexo I deste Edital.”**

Ficamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,



Leandro Lima
Engenheiro



☎ (61) 99816-0667
(61) 3029-7500

🌐 atlanticoengenharia.eng.br



SCS Qd.2 Bl. C Ed. Ananguera 115/116
Brasília/DF - CEP 70.315-900

RELATÓRIO DO TESTE DE ESTANQUEIDADE

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS
NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – SALA
COFRE CERTIFICADA ABNT NBR 15.247
(Quadra 603, Módulo I, Asa Norte, Brasília – DF)

Local e data da execução do teste:
Brasília, 29 de outubro de 2019



À

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS

ASSUNTO: Apresentação do Relatório do teste de estanqueidade realizado na Sala Cofre ANP – Brasília, conforme preconizam a norma ASTM E 779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

Prezados Senhores,

Vimos apresentar o relatório do teste de estanqueidade realizado na Sala Cofre certificada conforme ABNT NBR 15.247, da ANP em Brasília, localizada na quadra 603, módulo I, Asa Norte.

Atenciosamente,


Ivancé Pedro Tonussi Júnior
Eng. Mecânico-CREA 8522/D-DF


Atlan. Engenharia
Renato Dias Cesar
Engenheiro Civil
CREA 11053218-2



1. LOCAL DA EXECUÇÃO DO TESTE DE ESTANQUEIDADE:

Sala Cofre certificada conforme ABNT NBR 15.247, da ANP instalada na quadra 603, módulo I, Asa Norte, Brasília – DF, CEP 70.830-902.

2. OBJETIVO:

O procedimento executado tem o objetivo de efetuar um teste de estanqueidade da sala cofre certificada conforme ABNT NBR 15.247, com área de 51m², conforme preconizam a norma ASTM E 779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001, de modo a aferir as condições de conformidade do referido ambiente.

3. COLETA DE DADOS:

No dia 29 de outubro de 2019, no local onde está instalada a Sala Cofre foram coletadas as informações necessárias para a realização do relatório de teste de estanqueidade.

Foram coletadas as dimensões da sala, aferidas as temperaturas externa e interna da sala no momento da pressurização e despressurização, data e horários do início e fim de cada processo de teste, altitude, pressões, velocidades do vento, vazões e densidade do ar para cada etapa do teste, bem como a quantidade de portas da sala.

Foi efetuado o checklist conforme estabelece a norma ASTM E 779, tais como altura da sala x diferença de temperatura, abertura mínima de 1,60 m entre as zonas dentro da sala, dentre outros itens.

4. REALIZAÇÃO DO TESTE:

Foi verificado que a sala se encontra numa altitude de 1.069 metros do nível do mar, e a temperatura externa inicial de +26,50°C.

Removeu-se o degrau de acesso à sala, de modo a possibilitar acesso à abertura específica para execução dos testes de estanqueidade da sala cofre e possibilitar o início do teste.



Efetuu-se então a interligação do equipamento de teste à abertura específica da sala cofre para início do processo de coleta de dados para o teste de estanqueidade.

Conforme determina a norma ASTM E 779: “se a abertura for abaixo do piso elevado, deve-se ter uma abertura de no mínimo 1,60m² de área de interligação entre as zonas, dentro da sala a ser testada. (ambiente e piso elevado)”. Como a abertura específica para testes está localizada abaixo do piso elevado, foram removidas placas equivalentes a 1,60m².

Foi medida a temperatura interna da sala no início do teste.

Foram executados os levantamentos das medidas de pressurização e despressurização e suas respectivas velocidades do ar, para cálculos das vazões, e os horários de cada teste, conforme solicitação da norma.

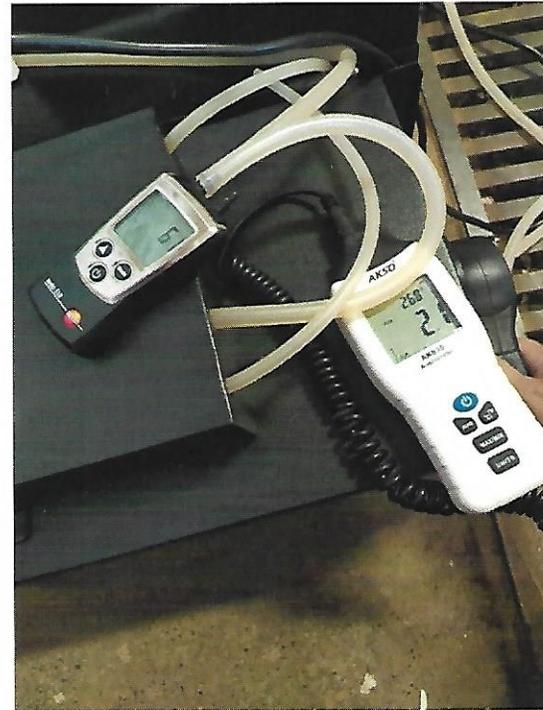
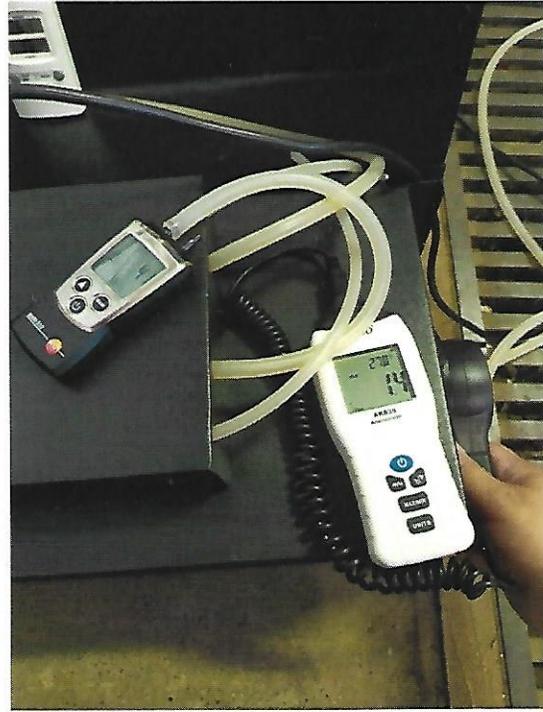
Após a realização dos procedimentos descritos acima, foram efetuadas as medidas de temperatura externa e interna da Sala Cofre, bem como efetuado o fechamento da abertura específica para execução do teste de estanqueidade da Sala Cofre.

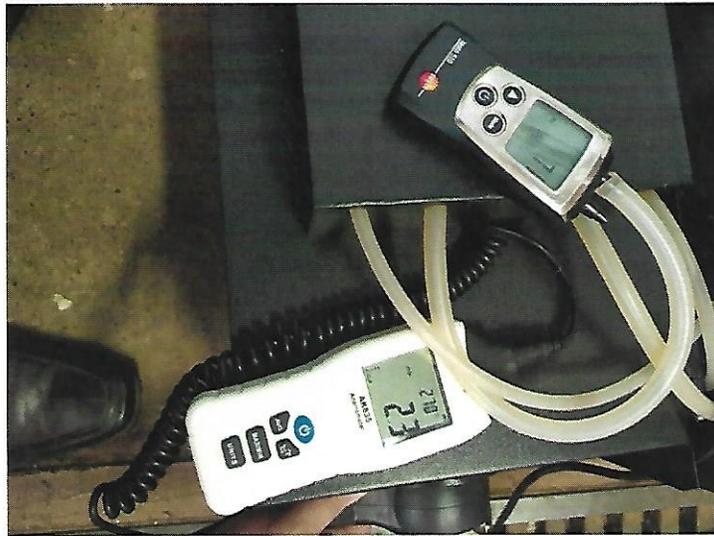
5. REGISTRO FOTOGRÁFICO DO ANDAMENTO DO TESTE:

Remoção da blindagem para executar o teste de estanqueidade e remoção das placas de piso elevado:

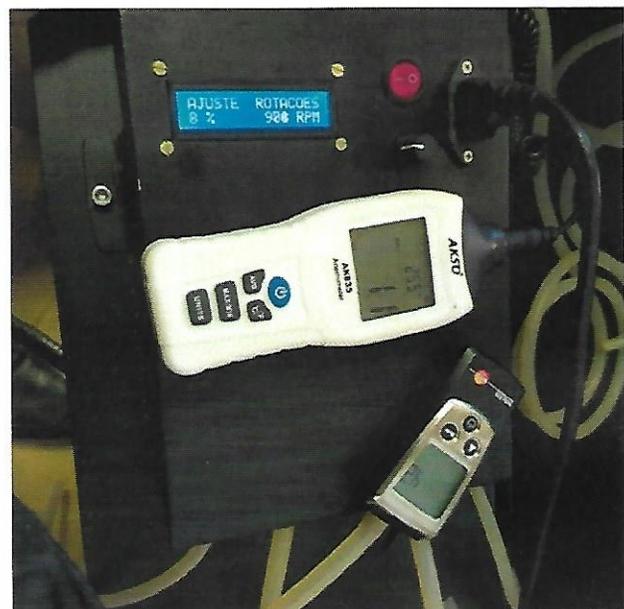


Procedimento de pressurização:

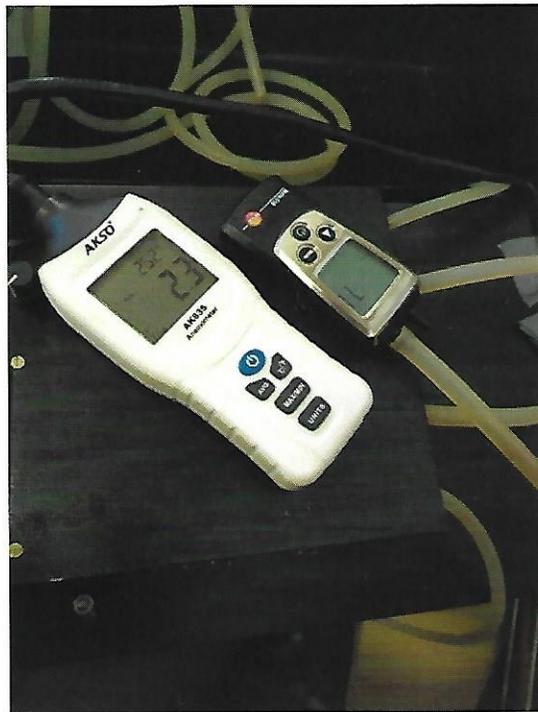




Procedimento de despressurização:



[Handwritten signature]



Handwritten signature



6. MEMÓRIAL DE CÁLCULO:

DIMENSÕES DO AMBIENTE

Largura	5,82 m
Comprimento	8,25 m
Altura	3,03 m
Perimetro	28,14 m
Área	48,02 m ²
Volume	145,49 m ³
Altitude	1.069,00 m
Portas	1,00 unid.

TEMPERATURA AFERIDA

Local	M ⁱ	M ^f	Média
Interna	26,40 °C	26,40 °C	26,40 °C
Externa	26,50 °C	26,50 °C	26,50 °C

PRESSURIZAÇÃO

Início: 10:40

Fim: 11:30

Duração total:

00:50:00

AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE (m/s)	VAZÃO Q (m ³ /h)
A	30,00	1,20	33,9291936
B	41,00	1,40	39,5840592
C	51,00	1,60	45,2389248
D	61,00	2,10	59,3760888
E	71,00	2,30	65,0309544

DESPRESSURIZAÇÃO

Início: 11:30

Fim: 12:00

Duração total:

00:30:00

AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE (m/s)	VAZÃO Q (m ³ /h)
A	31,00	0,90	25,4468952



B	42,00	1,10	31,1017608
C	50,00	1,40	39,5840592
D	60,00	1,70	48,0663576
E	71,00	2,30	65,0309544

DADOS DA DENSIDADE DO AR

Interno	1,039 kgf/m ³
Externo	1,038 kgf/m ³

PRESSURIZAÇÃO

Pressão medida – dPi comp	30,00 Pa	41,0 Pa	51,0 Pa	61,0 Pa	71,0 Pa
Logarítmo neperiano ln(dPi comp)	3,40120	3,71357	3,93183	4,11087	4,26268
Vazão medida – Qi	33,93m ³ /h	39,58m ³ /h	45,24m ³ /h	59,38m ³ /h	65,03m ³ /h
Vazão compensada – Qi comp	0,0094m ³ /s	0,0110m ³ /s	0,0126m ³ /s	0,0165m ³ /s	0,0181m ³ /s
Logarítmo neperiano – ln(dQi comp)	-4,6647	-4,5106	-4,3771	-4,1051	-4,0142

Covariança – S {ln(dPi comp); ln(Qi comp)} 0,090191110 Variância S²{ln dPi} 0,114825384 Fator n -0,020605384

Viscosidade dinâmica interna - μ int 1,843E-05 kgf/m.s 1,813E-05 kgf/m.s

Coefficiente de vazamento - C 0,014 0,012

ÁREA DE VAZAMENTO: 0,000006348 m² 0,06348 cm²

DESPRESSURIZAÇÃO

Pressão medida – dPi comp	31,00 Pa	42,0 Pa	50,0 Pa	60,0 Pa	71,0 Pa
Logarítmo neperiano ln(dPi comp)	3,4340	3,7377	3,9120	4,0943	4,2627
Vazão medida – Qi	25,45m ³ /h	31,10m ³ /h	39,58m ³ /h	48,07m ³ /h	65,03m ³ /h
Vazão compensada – Qi comp	0,0071m ³ /s	0,0086m ³ /s	0,0110m ³ /s	0,0134m ³ /s	0,0181m ³ /s
Logarítmo neperiano – ln(dQi comp)	-4,95176	-4,75109	-4,50993	-4,31577	-4,01349

Covariança – S {ln(dPi comp); ln(Qi comp)} 0,116 Variância S²{ln dPi} 0,103066734 Fator n -0,026

Viscosidade dinâmica interna - μ int 1,844E-05 kgf/m.s 1,813E-05 kgf/m.s

Coefficiente de vazamento - C 0,012172 cm² 0,010278 m³/s*(Pa)ⁿ

ÁREA DE VAZAMENTO: 0,000006303 m² 0,06303 cm²



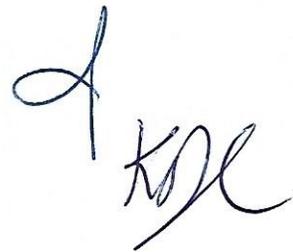
AGRUPADO

Parâmetros

p ext. desp. 1,0624 p int. press. 1,0657 pcomb. 1,0641 μ int. press. 1,8270E-05 μ ext. desp. 1,8313E-05

PRESSURIZAÇÃO					DESPRESSURIZAÇÃO				
Logarítmo neperiano ln (dPi comp)									
3,4012 m³/h	3,7136 m³/h	3,9318 m³/h	4,1109 m³/h	4,2627 m³/h	3,4340 m³/h	3,7377 m³/h	3,9120 m³/h	4,0943 m³/h	4,2627 m³/h
Logarítmo neperiano ln (dQi comp)									
-4,6647 m³/s	-4,5106 m³/s	-4,3771 m³/s	-4,1051 m³/s	-4,0142m³/s	-4,9518 m³/s	-4,7511m³/s	-4,5099m³/s	-4,3158m³/s	-4,0135m³/s

Covariança – S {ln(dPi comp); ln(Qi comp)}	0,038257527
Variança S²{(ln dPi)}	0,049381231
Fator n	0,774738211
Viscosidade dinâmica interna - μ int	1,829E-05 kgf/m.s
Viscosidade referência μ ref	1,813E-05 kgf/m.s
Coefficiente de vazamento – C	0,000592 cm²
Coefficiente de vazamento comp	0,000579 m³/s*(Pa)^n
Área de Vazamento Efetiva	0,00065693m² 6,5693cm²
Índice Unitário Vazamento = Área Vazamento Efetiva / Superfície Ambiente	3,62356E-07
Índice Unitário Vazamento Aceitável (fator de segurança para o volume desta sala e para o sistema de incêndio aplicado, em acordo com a norma ASTM E 779 e correlatas)	6,37358E-03
Relação Índice Unitário Vazamento / Índice Unitário Vazamento Aceitável	0,000057

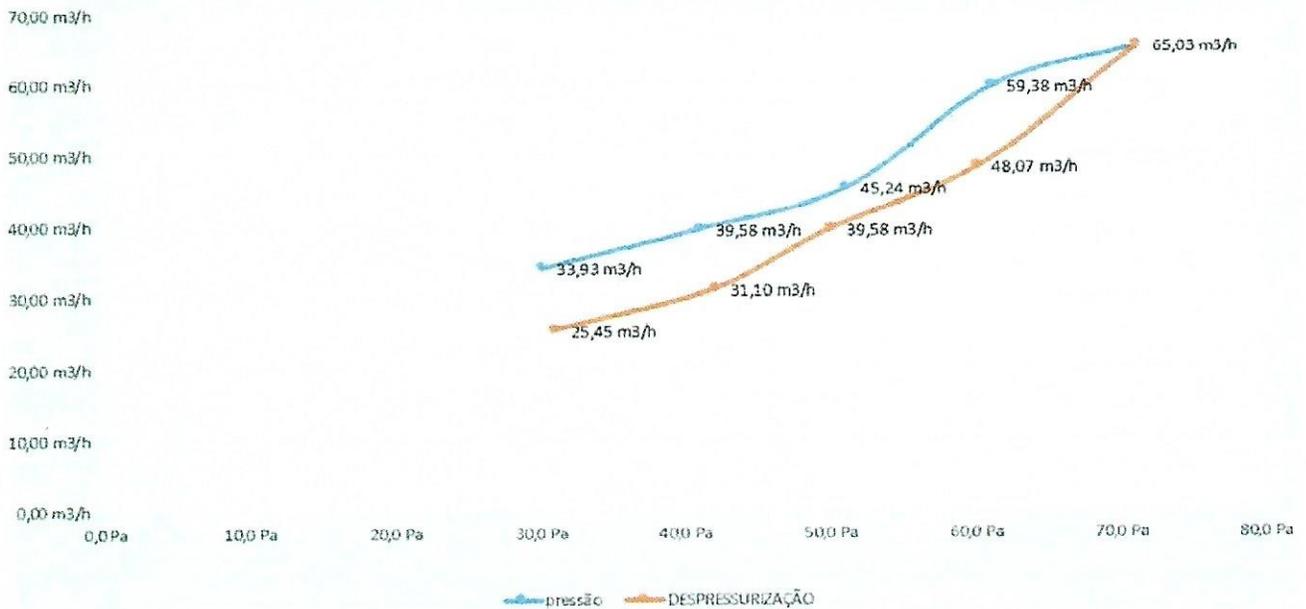


7. GRÁFICOS:

PRESSURIZAÇÃO X DESPRESSURIZAÇÃO (Pa)



PRESSURIZAÇÃO E DESPRESSURIZAÇÃO m³/h x Pa



[Handwritten signature]

8. CONCLUSÃO:

Após análise das informações coletadas e resultados obtidos com os cálculos executados, em conformidade com a norma ASTM E-779, verifica-se que a Sala Cofre da ANP – Brasília atende os requisitos de estanqueidade conforme preconizam a norma ASTM E 779 e o Anexo "A" da norma NFPA 2001.

Portanto, pode se afirmar que **a Sala Cofre está aprovada no teste de estanqueidade.**


Ivanoé Pedro Tonussi Júnior
Eng. Mecânico-CREA 8522/D-DF


Atlântico Engenharia
Kenya Dias Cesar
Engenheiro Civil
CREA 21053216-2



AC 485-2020 – Relatório Técnico do Teste de Estanqueidade

Elaborado para:

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP
SGAN, Quadra 603, Módulo I, 3º Andar, Asa Norte – Brasília-DF



Brasília, 20 de Novembro de 2020

1. DADOS INICIAIS

1.1. Dados do Contratante:

Contratante: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP

Endereço: SGAN, Quadra 603, Módulo I, 3º Andar, Asa Norte – Brasília-DF

CNPJ: 02.313.673/0002-08

Telefone: 3255-5204

1.2. Dados Contratado:

Contratado: Atlântico Engenharia Ltda

Endereço: SCS – quadra 2 – bloco C – nº 41 – Ed. Anhanguera – salas 115/116 – Brasília-DF

CNPJ: 14.355.750/0001-90

Telefone: 3029-7500

1.3. Responsáveis Técnicos:

João Bosco Barbosa de Faria – Engº Eletricista e de Segurança do Trabalho – CREA nº 10.625/D-MG

Ivanoé Pedro Tonussi Jr – Engº Mecânico – CREA nº 8.522/D-DF

Leandro da Silva Lima – Engº de Controle e Automação – CREA nº 13.392/D-DF

Kenya Dias Cesar – Engª Civil – CREA nº 4.800/D-RN

1.4. Data de Execução:

Coleta de dados: 17 de novembro de 2020

2. RESUMO

A estanqueidade de um ambiente é caracterizada pela capacidade de seus elementos laterais, teto e fundo de impedir a passagem de substâncias entre as partes internas e externas de um determinado ambiente.

O teste de estanqueidade é uma técnica não destrutiva, geralmente executada com o sistema em operação normal (plena carga) e permite aferir as condições de conformidade de uma Sala Cofre certificada ABNT NBR 15.247 e EN 1.047-2, por meio da pressurização e despressurização do ambiente.

A norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001 estabelecem os procedimentos a serem observados para realizar o teste de estanqueidade em uma Sala Cofre.

3. NORMAS TÉCNICAS

- ABNT NBR 15.247:2004 – Unidades de armazenagem segura - Salas cofre e cofres para hardware - Classificação e método de ensaio de resistência ao fogo.
- EN 1.047-2 – Secure storage units - Classification and methods of test for resistance to fire - Part 2: Data rooms and data container.
- ASTM E779:2019 – Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization.
- NFPA 2001:2018 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.

4. INTRODUÇÃO

O procedimento observado para execução do teste de estanqueidade seguiu o que preconiza a norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

No dia 17 de novembro de 2020, no local onde está instalada a Sala Cofre foram coletadas as informações necessárias para a realização do relatório de teste de estanqueidade.

Naquela oportunidade, foram coletadas as dimensões da sala, aferidas as temperaturas externa e interna da sala no momento da pressurização e despressurização, data e horários do início e fim de cada processo de teste, altitude, as pressões, velocidades do vento, vazões e densidade do ar para cada etapa do teste, bem como a quantidade de portas da sala.

E finalmente foi efetuado o checklist conforme estabelece a norma ASTM E779, tais como altura da sala x diferença de temperatura, abertura mínima de 1,60m entre as zonas dentro da sala, dentre outros itens.



Figura 01: Selo da certificação NBR 15.247 e EN 1.047-2 da Sala Cofre

5. METODOLOGIA

Foi identificado que a sala se encontra a uma altitude de 1.069 metros e a temperatura externa inicial de +22,70°C.

Removeu-se o degrau de acesso à sala, liberando o acesso à abertura específica para execução dos testes de estanqueidade da sala cofre e possibilitando o início do teste.

Efetuuou-se então a interligação do equipamento de teste à abertura específica da sala cofre para início do processo de coleta de dados para o teste de estanqueidade.

Conforme determina a norma ASTM E 779: “se a abertura for abaixo do piso elevado, deve-se ter uma abertura de no mínimo 1,60m² de área de interligação entre as zonas, dentro da sala a ser testada. (ambiente e piso elevado)”. Como a abertura específica para testes está localizada abaixo do piso elevado, foram removidas placas equivalentes a 1,60m².

Foi medida a temperatura interna da sala no início do teste.

Foram executados os levantamentos das medidas de pressurização e despressurização, e suas respectivas velocidades do ar, para cálculos das vazões, e os horários de cada teste, conforme solicitações da norma.

Após a realização dos procedimentos descritos acima, foram efetuadas as medidas de temperatura externa e interna da Sala Cofre, bem como efetuado o fechamento da abertura específica para execução do teste de estanqueidade e reinstalação do degrau de acesso à Sala Cofre.

6. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Tipo: Manometro Diferencial

Fabricante: Testo

Modelo: 512

Número de Série: BK340296/008

Certificado de Calibração n°: 78447/1

Tipo: Termo Anemometro digital

Fabricante: Akso

Modelo: AK835

Número de Série: 2016020643

Certificado de Calibração n°: 21575/16

7. REGISTRO FOTOGRÁFICO DO TESTE:

Remoção da blindagem para executar o teste de estanqueidade e remoção das placas de piso elevado:



Figura 02: Remoção da blindagem.

Medição da temperatura inicial externa e interna:



Figura 03: Temperatura inicial externa



Figura 04: Temperatura inicial interna.

Procedimento de pressurização:



Figura 05: Início da pressurização.



Figura 06: Pressurização 2.



Figura 07: Pressurização 3.



Figura 08: Pressurização 4.



Figura 09: Fim da pressurização.

Procedimento de depressurização:



Figura 10: Início da depressurização.



Figura 11: Depressurização 2.



Figura 12: Despressurização 3.



Figura 13: Despressurização 4.



Figura 14: Fim da despressurização.

8. MEMÓRIAL DE CÁLCULO

DIMENSÕES DO AMBIENTE

Largura	5,82 m
Comprimento	8,25 m
Altura	3,03 m
Perímetro	28,14 m
Área	48,02 m ²
Volume	145,49 m ³
Altitude	1.069,00 m
Portas	1,00 unid.

TEMPERATURA AFERIDA

Local	M ⁱ	M ^f	Média
Interna	22,1 °C	22,3 °C	22,2 °C
Externa	22,7 °C	22,5 °C	22,6 °C

PRESSURIZAÇÃO

Início^P: 10:22
Fim^P: 10:36

Duração total:
00:14:00

AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE (m/s)	VAZÃO Q (m ³ /h)
A ^P	29,20	0,90	25,4468952
B ^P	40,80	0,80	22,6194624
C ^P	50,50	1,10	31,1017608
D ^P	61,30	1,20	33,9291936
E ^P	70,30	1,60	45,2389248

DESPRESSURIZAÇÃO

Início^D: 09:37
Fim^D: 10:05

Duração total:
00:28:00

AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE (m/s)	VAZÃO Q (m ³ /h)
A ^D	35,70	0,30	8,4822984
B ^D	48,50	0,80	22,6194624
C ^D	57,70	1,20	33,9291936
D ^D	67,30	1,30	36,7566264
E ^D	77,80	1,30	36,7566264

DADOS DA DENSIDADE DO AR

Interno	1,054 kgf/m ³
Externo	1,052 kgf/m ³

PRESSURIZAÇÃO

Pressão medida – dPi comp	29,2 Pa	40,8 Pa	50,5 Pa	61,3 Pa	70,3 Pa
Logarítmo neperiano ln(dPi comp)	3,37417	3,70868	3,92197	4,11578	4,25277
Vazão medida – Qi	25,45 m ³ /h	22,62 m ³ /h	31,10 m ³ /h	33,93 m ³ /h	45,24 m ³ /h
Vazão compensada – Qi comp	0,0071m ³ /s	0,0063 m ³ /s	0,0086 m ³ /s	0,0094 m ³ /s	0,0125 m ³ /s
Logarítmo neperiano – ln(dQi comp)	-4,9534	-5,0712	-4,7528	-4,6658	-4,3781

Covariança – S {ln(dPi comp); ln(Qi comp)} 0,078986819 Variança S²{(ln dPi)} 0,120346516 Fator n -0,016619082

Viscosidade dinâmica interna - μ int 1,823E-05 kgf/m.s 1,813E-05 kgf/m.s
Coeficiente de vazamento - C 0,009 0,008

ÁREA DE VAZAMENTO: 0,000006425 m² 0,06425 cm²

DESPRESSURIZAÇÃO

Pressão medida – dPi comp	35,7 Pa	48,5 Pa	57,7 Pa	67,3 Pa	77,8 Pa
Logarítmo neperiano ln(dPi comp)	3,5752	3,8816	4,0553	4,2092	4,3541
Vazão medida – Qi	8,48 m ³ /h	22,62 m ³ /h	33,93 m ³ /h	36,76 m ³ /h	36,76 m ³ /h
Vazão compensada – Qi comp	0,0024 m ³ /s	0,0063 m ³ /s	0,0094 m ³ /s	0,0102 m ³ /s	0,0102 m ³ /s
Logarítmo neperiano – ln(dQi comp)	-6,04935	-5,06852	-4,66306	-4,58302	-4,58302

Covariança – S {ln(dPi comp); ln(Qi comp)} 0,177 Variança S²{(ln dPi)} 0,091402092 Fator npp -0,038

Viscosidade dinâmica interna - μ int 1,825E-05 kgf/m.s 1,813E-05 kgf/m.s
Coeficiente de vazamento - C 0,007929 cm² 0,006853 m³/s*(Pa)ⁿ

ÁREA DE VAZAMENTO: 0,000006238 m² 0,06238 cm²

AGRUPADO

Parâmetros

p ext. desp. 1,0624 **p int. press.** 1,0657 **pcomb.** 1,0641 **μ int. press.** 1,8270E-05 **μ ext. desp.** 1,8313E-05

PRESSURIZAÇÃO	DESPRESSURIZAÇÃO
---------------	------------------

Logarítmo neperiano ln (dPi comp)

3,3742 m³/h	3,7087 m³/h	3,9220 m³/h	4,1158 m³/h	4,2528 m³/h	3,5752 m³/h	3,8816 m³/h	4,0553 m³/h	4,2092 m³/h	4,3541 m³/h
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

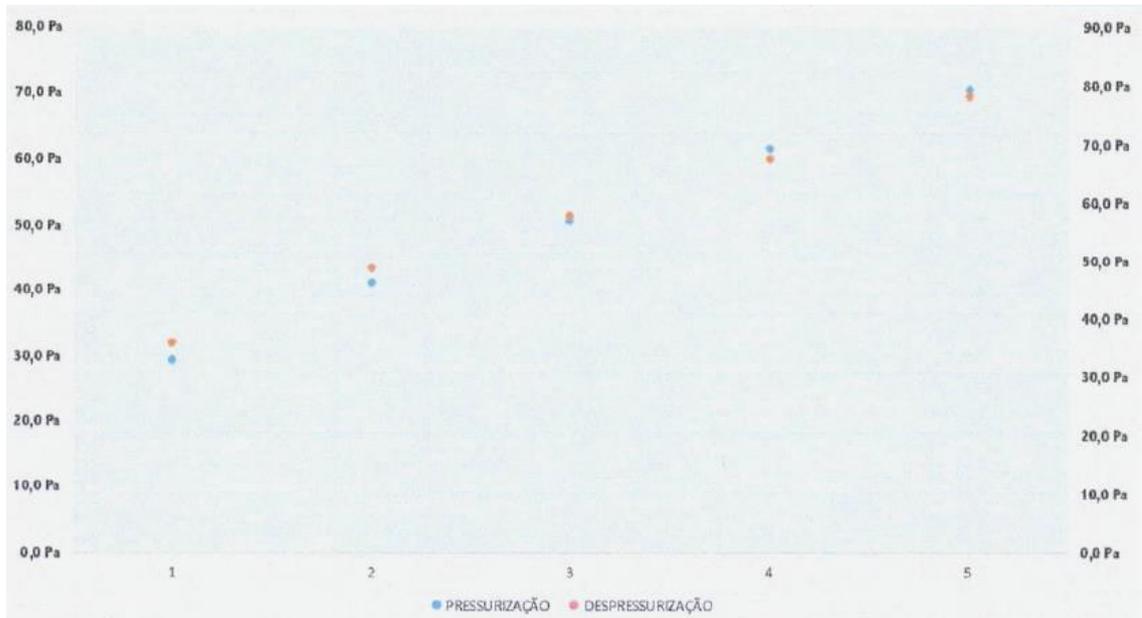
Logarítmo neperiano ln (dQi comp)

-4,9534 m³/s	-5,0712 m³/s	-4,7528 m³/s	-4,6658 m³/s	-4,3781 m³/s	-6,0494 m³/s	-5,0685 m³/s	-4,6631 m³/s	-4,5830 m³/s	-4,5830 m³/s
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Covariança – S {ln(dPi comp); ln(Qi comp)}	0,031582419
Variança S ² {ln dPi}	0,054987098
Fator n	0,574360539
Viscosidade dinâmica interna - μ int	1,829E-05 kgf/m.s
Viscosidade referência μ ref	1,813E-05 kgf/m.s
Coefficiente de vazamento – C	0,000791 cm ²
Coefficiente de vazamento comp	0,000751 m ³ /s*(Pa) ⁿ
Área de Vazamento Efetiva	0,00064609m ² 6,4609cm ²
Índice Unitário Vazamento = Área Vazamento Efetiva / Superfície Ambiente	3,56375E-07
Índice Unitário Vazamento Aceitável (fator de segurança para o volume desta sala e para o sistema de incêndio aplicado, em acordo com a norma ASTM E 779 e correlatas)	6,37358E-03
Relação Índice Unitário Vazamento / Índice Unitário Vazamento Aceitável	0,000056

9. GRÁFICOS

PRESSURIZAÇÃO X DESPRESSURIZAÇÃO (Pa)



PRESSURIZAÇÃO E DESPRESSURIZAÇÃO m³/h x Pa



10. CONCLUSÃO:

Após análise das informações coletadas e resultados obtidos com os cálculos executados, em conformidade com a norma ASTM E-779, verifica-se que a Sala Cofre da ANP – Brasília atende os requisitos de estanqueidade conforme preconizam a norma ASTM E 779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

Portanto, pode se afirmar que a Sala Cofre está aprovada no teste de estanqueidade.

Eng°. Leandro da Silva Lima | CREA 13.392/D-DF
+55 (61) 99816 0667

Relatório Técnico do Teste de Estanqueidade

Elaborado para:

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP
SGAN, Quadra 603, Módulo I, 3º Andar, Asa Norte – Brasília-DF



Brasília, 27 de Maio de 2022

1. DADOS INICIAIS

1.1. Dados do Contratante:

Contratante: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP

Endereço: SGAN, Quadra 603, Módulo I, 3º Andar, Asa Norte – Brasília-DF

CNPJ: 02.313.673/0002-08

Telefone: 3255-5204

1.2. Dados Contratado:

Contratado: Atlântico Engenharia Ltda

Endereço: SCS – quadra 2 – bloco C – nº 41 – Ed. Anhanguera – salas 115/116 – Brasília-DF

CNPJ: 14.355.750/0001-90

Telefone: 3029-7500

1.3. Responsáveis Técnicos:

João Bosco Barbosa de Faria – Engº Eletricista e de Segurança do Trabalho – CREA nº 10.625/D-MG

Ivanoé Pedro Tonussi Jr – Engº Mecânico – CREA nº 8.522/D-DF

Leandro da Silva Lima – Engº de Controle e Automação – CREA nº 13.392/D-DF

Kenya Dias Cesar – Engª Civil – CREA nº 4.800/D-RN

1.4. Data de Execução:

Coleta de dados: 23 de maio de 2022

2. RESUMO

A estanqueidade de um ambiente é caracterizada pela capacidade de seus elementos laterais, teto e fundo de impedir a passagem de substâncias entre as partes internas e externas de um determinado ambiente.

O teste de estanqueidade é uma técnica não destrutiva, geralmente executada com o sistema em operação normal (plena carga) e permite aferir as condições de conformidade de uma Sala Cofre certificada ABNT NBR 15.247 e EN 1.047-2, por meio da pressurização e despressurização do ambiente.

A norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001 estabelecem os procedimentos a serem observados para realizar o teste de estanqueidade em uma Sala Cofre.

3. NORMAS TÉCNICAS

- ABNT NBR 15.247:2004 – Unidades de armazenagem segura - Salas cofre e cofres para hardware - Classificação e método de ensaio de resistência ao fogo.
- EN 1.047-2 – Secure storage units - Classification and methods of test for resistance to fire - Part 2: Data rooms and data container.
- ASTM E779:2019 – Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization.
- NFPA 2001:2018 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.

4. INTRODUÇÃO

O procedimento observado para execução do teste de estanqueidade seguiu o que preconiza a norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

No dia **23 de maio de 2022**, no local onde está instalada a Sala Cofre foram coletadas as informações necessárias para a realização do relatório de teste de estanqueidade.

Naquela oportunidade, foram coletadas as dimensões da sala, aferidas as temperaturas externa e interna da sala no momento da pressurização e despressurização, data e horários do início e fim de cada processo de teste, altitude, as pressões, velocidades do vento, vazões e densidade do ar para cada etapa do teste, bem como a quantidade de portas da sala.

E finalmente foi efetuado o checklist conforme estabelece a norma ASTM E779, tais como altura da sala x diferença de temperatura, abertura mínima de 1,60m entre as zonas dentro da sala, dentre outros itens.



Figura 01: Selo da certificação NBR 15.247 e EN 1.047-2 da Sala Cofre

5. METODOLOGIA

Foi identificado que a sala se encontra a uma altitude de **1.069 metros** e a temperatura externa inicial de **+22,10°C**.

Removeu-se o degrau de acesso à sala, liberando o acesso à abertura específica para execução dos testes de estanqueidade da sala cofre e possibilitando o início do teste.

Efetuuou-se então a interligação do equipamento de teste à abertura específica da sala cofre para início do processo de coleta de dados para o teste de estanqueidade.

Conforme determina a norma ASTM E 779: “se a abertura for abaixo do piso elevado, deve-se ter uma abertura de no mínimo 1,60m² de área de interligação entre as zonas, dentro da sala a ser testada. (ambiente e piso elevado)”. Como a abertura específica para testes está localizada abaixo do piso elevado, foram removidas placas equivalentes a 1,60m².

Foi medida a temperatura interna da sala no início do teste.

Foram executados os levantamentos das medidas de pressurização e despressurização, e suas respectivas velocidades do ar, para cálculos das vazões, e os horários de cada teste, conforme solicitações da norma.

Após a realização dos procedimentos descritos acima, foram efetuadas as medidas de temperatura externa e interna da Sala Cofre, bem como efetuado o fechamento da abertura específica para execução do teste de estanqueidade e reinstalação do degrau de acesso à Sala Cofre.

6. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Tipo: Manometro Diferencial

Fabricante: Testo

Modelo: 512

Número de Série: BK340296/008

Tipo: Termo Anemometro digital

Fabricante: Akso

Modelo: AK835

Número de Série: 2016020643

7. REGISTRO FOTOGRÁFICO DO TESTE:

Remoção da blindagem para executar o teste de estanqueidade e remoção das placas de piso elevado:



Figura 02: Remoção da blindagem.

Medição da temperatura inicial externa e interna:



Figura 03: Temperatura inicial externa



Figura 04: Temperatura inicial interna.

Procedimento de pressurização:



Figura 05: Início da pressurização.



Figura 06: Velocidade inicial.



Figura 07: Pressurização 2.



Figura 08: Velocidade 2.



Figura 09: Pressurização 3.



Figura 10: Velocidade 3.



Figura 11: Pressurização 4.



Figura 12: Velocidade 4.



Figura 13: Pressurização 5.



Figura 14: Velocidade 5.

Procedimento de despressurização:



Figura 15: Início da despressurização.



Figura 16: Velocidade inicial.



Figura 17: despressurização 2.



Figura 18: Velocidade 2.



Figura 19: despressurização 3.

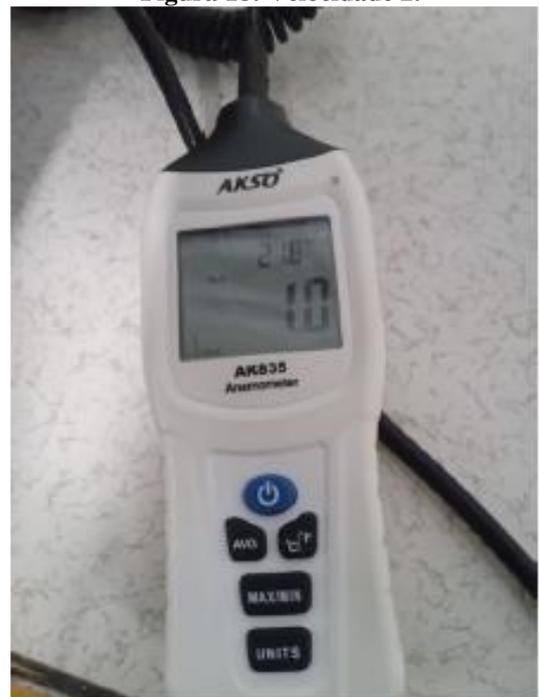


Figura 20: Velocidade 3.



Figura 21: despressurização 4.



Figura 22: Velocidade 4.



Figura 23: despressurização 5.



Figura 24: Velocidade 5.

8. MEMÓRIAL DE CÁLCULO

DIMENSÕES DO AMBIENTE			
LARGURA		5,82	m
COMPRIMENTO		8,25	m
ALTURA		3,03	m
PERIMETRO		28,14	m
ÁREA		48,02	m ²
VOLUME		145,49	m ³
ALTITUDE		1069,00	m
PORTAS		1,00	un

TEMPERATURA AFERIDA			
	M ⁱ	M ^f	MÉDIA
INTERNA	21,70 °C	20,90 °C	21,3 °C
EXTERNA	22,10 °C	21,90 °C	22 °C

PRESSURIZAÇÃO			
INICIO ^P	10:17		DURAÇÃO
FIM ^P	10:28		00:11:00
AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE M/s	VAZÃO Q(m3/h)
A ^P	32,50	0,50	14,1371640
B ^P	44,60	1,00	28,2743280
C ^P	55,80	1,20	33,9291936
D ^P	66,70	1,40	39,5840592
E ^P	84,30	1,80	50,8937904

DESPRESSURIZAÇÃO			
INICIO ^D	10:31		DURAÇÃO
FIM ^D	10:51:00		00:20:00
AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE M/s	VAZÃO Q(m3/h)
A ^D	32,30	0,20	5,6548656
B ^D	42,40	0,70	19,7920296
C ^D	56,90	1,00	28,2743280
D ^D	64,20	1,20	33,9291936
E ^D	83,40	1,40	39,5840592

DADOS DA DENSIDADE DO AR	
DENSIDADE DO AR - INTERNO	1,057 kgf/m ³
DENSIDADE DO AR - EXTERNO	1,054 kgf/m ³

PRESSURIZAÇÃO

Pressão medida - dPi comp	32,5 Pa	44,6 Pa	55,8 Pa	66,7 Pa	84,3 Pa
Logarítmo neperiano ln (dPi comp)	3,48124	3,79773	4,02177	4,20020	4,43438
Vazão medida - Qi	14,14 m3/h	28,27 m3/h	33,93 m3/h	39,58 m3/h	50,89 m3/h
Vazão compensada - Qi comp	0,0039 m3/s	0,0078 m3/s	0,0094 m3/s	0,0110 m3/s	0,0141 m3/s
Logarítmo neperiano - ln (dQi comp)	-5,5423	-4,8491	-4,6668	-4,5126	-4,2613
Covariância - S { ln (dPi comp); ln (Qi	0,172895263	Variança S ² { (ln dPi) }		0,134607711	Fator n -0,037048014
Viscosidade dinâmica interna - μ int	1,819E-05 kgf/m.s			1,813E-05 kgf/m.s	
Coefficiente de vazamento - C	0,010			0,009	

AREA DE VAZAMENTO **0,000006252 m2** **0,06252 cm2**

DESPRESSURIZAÇÃO

Pressão medida - dPi comp	32,3 Pa	42,4 Pa	56,9 Pa	64,2 Pa	83,4 Pa
Logarítmo neperiano ln (dPi comp)	3,4751	3,7471	4,0413	4,1620	4,4236
Vazão medida - Qi	5,65 m3/h	19,79 m3/h	28,27 m3/h	33,93 m3/h	39,58 m3/h
Vazão compensada - Qi comp	0,0016 m3/s	0,0055 m3/s	0,0079 m3/s	0,0094 m3/s	0,0110 m3/s
Logarítmo neperiano - ln (dQi comp)	-6,45380	-5,20103	-4,84436	-4,66204	-4,50789
Covariância - S { ln (dPi comp); ln (Qi	0,266	Variança S ² { (ln dPi) }		0,135591551	Fator n -0,055
Viscosidade dinâmica interna - μ int	1,822E-05 kgf/m.s			1,813E-05 kgf/m.s	
Coefficiente de vazamento - C	0,007329 cm2			0,00635 m3/s*(Pa)^n	

AREA DE VAZAMENTO **0,000006099 m2** **0,06099 cm2**

AGRUPADO

PARÂMETROS										
p ext. desp.	1,0624	p int. press.	1,0657	pcomb.	1,0641	μ int press.	1,8270E-05	μ ext desp.	1,8313E-05	
PRESSURIZAÇÃO					DESPRESSURIZAÇÃO					
Logarítmo neperiano ln (dPi comp)										
3,4812 m3/h	3,7977 m3/h	4,0218 m3/h	4,2002 m3/h	4,4344 m3/h	3,4751 m3/h	3,7471 m3/h	4,0413 m3/h	4,1620 m3/h	4,4236 m3/h	
Logarítmo neperiano - ln (dQi comp)										
-5,5423 m3/s	-4,8491 m3/s	-4,6668 m3/s	-4,5126 m3/s	-4,2613 m3/s	-6,4538 m3/s	-5,2010 m3/s	-4,8444 m3/s	-4,6620 m3/s	-4,5079 m3/s	
Covariância - S { ln (dPi comp); ln (Qi comp)				0,081294566						
Variança S ² { (ln dPi) }				0,060462302						
Fator n				1,344549633						
Viscosidade dinâmica interna - μ int				1,829E-05 kgf/m.s						
Viscosidade referência μ ref				1,813E-05 kgf/m.s						
Coefficiente de vazamento - C				0,000034 cm2						
Coefficiente de vazamento co				0,000036 m3/s*(Pa)^n						
Area de Vazamento Efetiva				0,00008919 m2			0,8919 cm2			

Índice Unitário Vazamento = Área vazamento Efetiva / Superfície Ambiente **4,91975E-08**

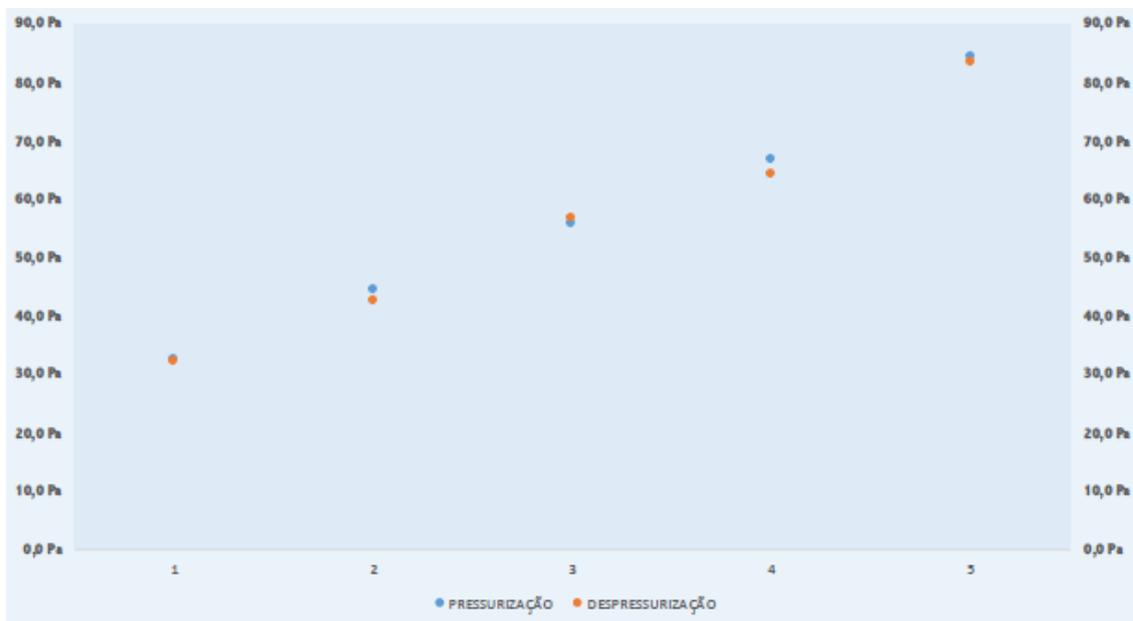
Índice Unitário Vazamento Aceitável (fator de segurança para o volume desta sala e para o sistema de incêndio aplicado) **6,37358E-03**

Relação Índice Unitário Vazamento / Índice Unitário Vazamento Aceitável **0,000008**

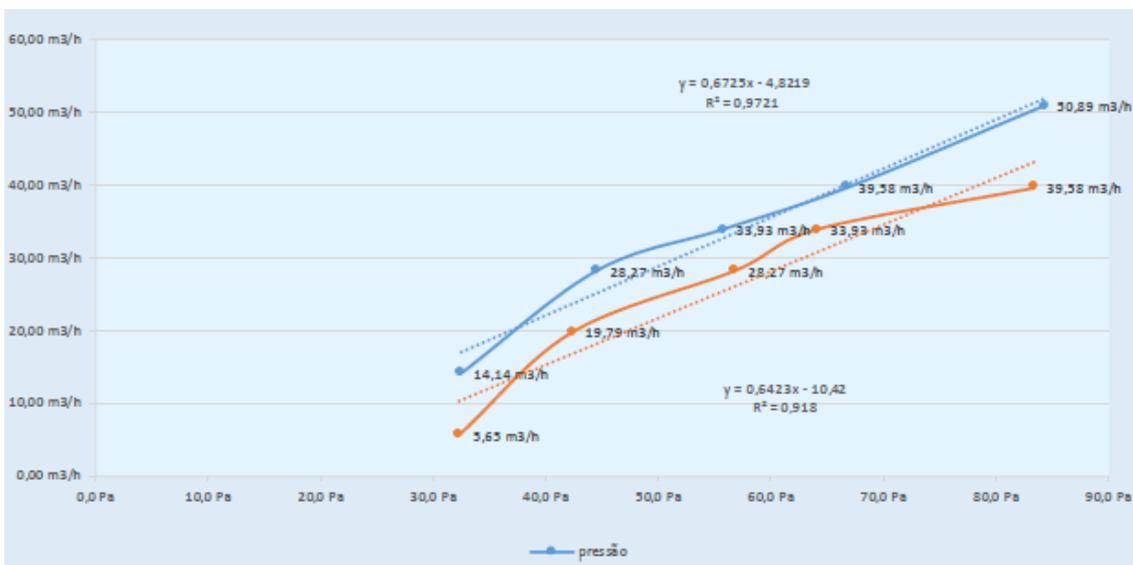
Atende a norma ASTM E779 e correlatas

9. GRÁFICOS

PRESSURIZAÇÃO X DESPRESSURIZAÇÃO (Pa)



PRESSURIZAÇÃO E DESPRESSURIZAÇÃO m³/h x Pa



10. CONCLUSÃO:

Após análise das informações coletadas e resultados obtidos com os cálculos executados, em conformidade com a norma ASTM E-779, verifica-se que a Sala Cofre da ANP – Brasília atende os requisitos de estanqueidade conforme preconizam a norma ASTM E 779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

Portanto, pode se afirmar que a **Sala Cofre está aprovada no teste de estanqueidade.**

Eng°. Leandro da Silva Lima | CREA 13.392/D-DF
+55 (61) 99816 0667

Relatório Técnico do Teste de Estanqueidade

Elaborado para:

Centro Integrado de Telemática do Exército - CITEX
Avenida Duque de Caxias S/N Setor Militar Urbano – Brasília/DF



Brasília, 05 de Dezembro de 2022

1. DADOS INICIAIS

1.1. Dados do Contratante:

Contratante: Centro Integrado de Telemática do Exército - CITEX

Endereço: Avenida Duque de Caxias S/N Setor Militar Urbano -
Brasília-DF

CNPJ: 07.518.297/0001-20

Telefone: (61) 3415-7733/ (61) 3415-7730

1.2. Dados Contratado:

Contratado: Atlântico Engenharia Ltda

Endereço: SCS – quadra 2 – bloco C – nº 41 – Ed. Anhanguera –
salas 115/116 – Brasília-DF

CNPJ: 14.355.750/0001-90

Telefone: 3029-7500

1.3. Responsáveis Técnicos:

João Bosco Barbosa de Faria – Eng^o Eletricista e de Segurança do
Trabalho – CREA nº 10.625/D-MG

Ivanoé Pedro Tonussi Jr – Eng^o Mecânico – CREA nº 8.522/D-DF

Leandro da Silva Lima – Eng^o de Controle e Automação – CREA
nº 13.392/D-DF

Kenya Dias Cesar – Eng^a Civil – CREA nº 4.800/D-RN

1.4. Data de Execução:

Coleta de dados: 21 de Novembro de 2022

2. RESUMO

A estanqueidade de um ambiente é caracterizada pela capacidade de seus elementos laterais, teto e fundo de impedir a passagem de substâncias entre as partes internas e externas de um determinado ambiente.

O teste de estanqueidade é uma técnica não destrutiva, geralmente executada com o sistema em operação normal (plena carga) e permite aferir as condições de conformidade de uma Sala Cofre certificada ABNT NBR 15.247 e EN 1.047-2, por meio da pressurização e despressurização do ambiente.

A norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001 estabelecem os procedimentos a serem observados para realizar o teste de estanqueidade em uma Sala Cofre.

3. NORMAS TÉCNICAS

- ABNT NBR 15.247:2004 – Unidades de armazenagem segura - Salas cofre e cofres para hardware - Classificação e método de ensaio de resistência ao fogo.
- EN 1.047-2 – Secure storage units - Classification and methods of test for resistance to fire - Part 2: Data rooms and data container.
- ASTM E779:2019 – Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization.
- NFPA 2001:2018 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.

4. INTRODUÇÃO

O procedimento observado para execução do teste de estanqueidade seguiu o que preconiza a norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

No dia **21 de novembro de 2022**, no local onde está instalada a Sala Cofre foram coletadas as informações necessárias para a realização do relatório de teste de estanqueidade.

Naquela oportunidade, foram coletadas as dimensões da sala e aferida a temperatura externa e interna da sala no momento da pressurização e despressurização, data e horários do início e fim de cada processo de teste, altitude, pressões, velocidades do vento, vazões e densidade do ar para cada etapa do teste, bem como a quantidade de portas da sala.

Foi efetuado o checklist conforme estabelece a norma ASTM E779, tais como altura da sala x diferença de temperatura, abertura mínima de 1,60m entre as zonas dentro da sala, dentre outros itens.



Figura 01: Selo da certificação NBR 15.247 da Sala Cofre



Figura 02: EN 1.047-2 da Sala Cofre

5. METODOLOGIA

Foi identificado que a sala se encontra a uma altitude de **1.081 metros** e a temperatura externa inicial de **+24,50°C**.

Removeu-se o degrau de acesso à sala, liberando o acesso à abertura específica para execução dos testes de estanqueidade da sala cofre e possibilitando o início do teste.

Efetuuou-se então a interligação do equipamento de teste à abertura específica da sala cofre para início do processo de coleta de dados para o teste de estanqueidade.

Conforme determina a norma ASTM E 779: “se a abertura for abaixo do piso elevado, deve-se ter uma abertura de no mínimo 1,60m² de área de interligação entre as zonas, dentro da sala a ser testada. (ambiente e piso elevado)”. Como a abertura específica para testes está localizada abaixo do piso elevado, foram removidas placas equivalentes a 1,60m².

Foi medida a temperatura interna da sala no início do teste.

Foram executados os levantamentos das medidas de pressurização e despressurização, e suas respectivas velocidades do ar, para cálculos das vazões, e os horários de cada teste, conforme solicitações da norma.

Após a realização dos procedimentos descritos acima, foram efetuadas as medidas de temperatura externa e interna da Sala Cofre, bem como efetuado o fechamento da abertura específica para execução do teste de estanqueidade e reinstalação do degrau de acesso à Sala Cofre.

6. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Tipo: Manômetro Diferencial

Fabricante: Testo

Modelo: 512

Número de Série: BK340296/008

Tipo: Termo Anemômetro digital

Fabricante: Akso

Modelo: AK835

Número de Série: 2016020643

7. REGISTRO FOTOGRÁFICO DO TESTE:

Remoção da blindagem para executar o teste de estanqueidade e remoção das placas de piso elevado:



Figura 03: Remoção da blindagem.

Medição da temperatura inicial externa e interna:



Figura 04: Temperatura inicial externa



Figura 05: Temperatura inicial interna.

Procedimento de pressurização:



Figura 06: Início da pressurização.



Figura 07: Velocidade inicial.



Figura 08: Pressurização 2.



Figura 09: Velocidade 2.



Figura 10: Pressurização 3.



Figura 11: Velocidade 3.



Figura 12: Pressurização 4.



Figura 13: Velocidade 4.



Figura 14: Pressurização 5.

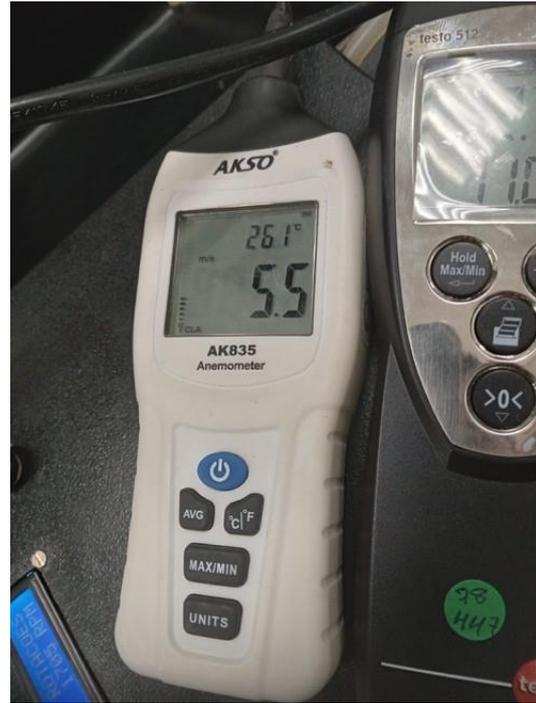


Figura 15: Velocidade 5.

Procedimento de despressurização:



Figura 16: Início da despressurização.

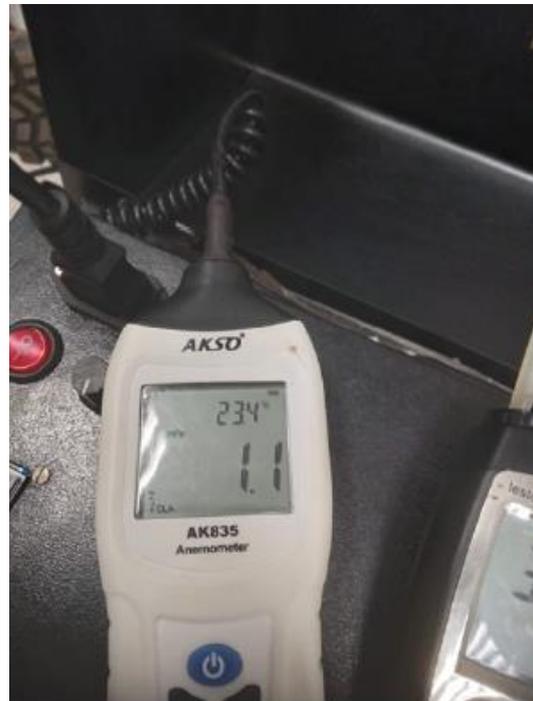


Figura 17: Velocidade inicial.



Figura 18: despressurização 2.



Figura 19: Velocidade 2.



Figura 20: despressurização 3.



Figura 21: Velocidade 3.



Figura 22: despressurização 4.



Figura 23: Velocidade 4.

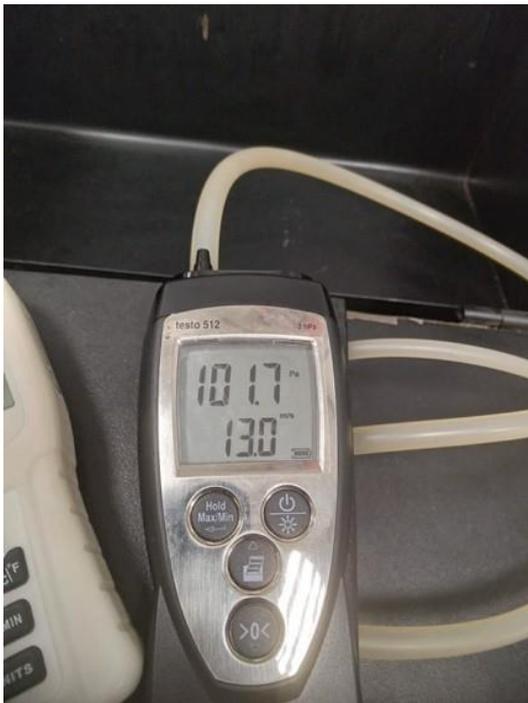


Figura 24: despressurização 5.

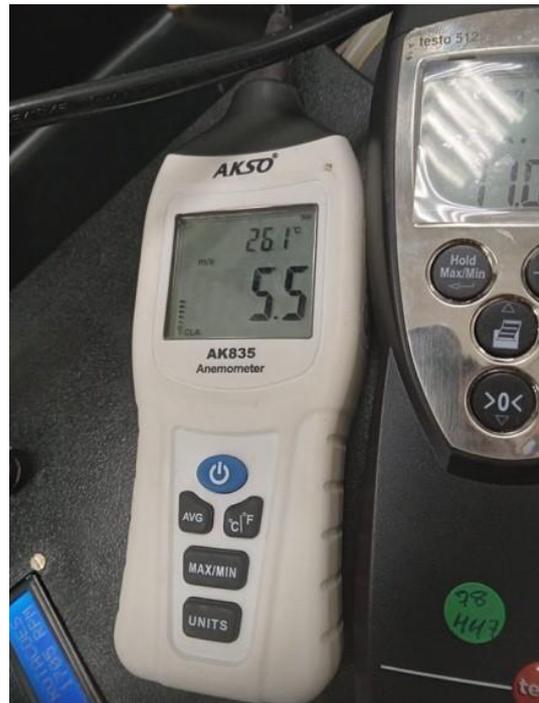


Figura 25: Velocidade 5.

Medição da Temperatura Final Externa e Interna:



8. MEMÓRIAL DE CÁLCULO

DIMENSÕES DO AMBIENTE			
LARGURA		5,85	m
COMPRIMENTO		7,96	m
ALTURA		3,01	m
PERIMETRO		27,61	m
ÁREA		46,53	m ²
VOLUME		140,06	m ³
ALTITUDE		1081,00	m
PORTAS		1,00	un

TEMPERATURA AFERIDA				
		<i>Mⁱ</i>	<i>M^f</i>	<i>MÉDIA</i>
INTERNA		15,90 °C	14,40 °C	15,15 °C
EXTERNA		24,50 °C	25,30 °C	24,90 °C

PRESSURIZAÇÃO				
INICIO ^P		10:00		DURAÇÃO
FIM ^P		10:20		00:20:00
AFERIÇÃO		PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE M/s	VAZÃO Q(m3/h)
A ^P		26,90	3,10	87,6504168
B ^P		31,10	3,60	101,7875808
C ^P		58,80	3,80	107,4424464
D ^P		66,40	4,20	118,7521776
E ^P		95,50	5,50	155,5088040

DESPRESSURIZAÇÃO			
INICIO ^D	10:25	DURAÇÃO	
FIM ^D	10:35	00:10:00	
AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE M/s	VAZÃO Q(m3/h)
A ^D	33,70	1,10	31,1017608
B ^D	40,80	1,50	42,4114920
C ^D	55,80	2,10	59,3760888
D ^D	87,10	2,40	67,8583872
E ^D	101,70	3,50	98,9601480

DADOS DA DENSIDADE DO AR	
DENSIDADE DO AR - INTERNO	1,078 kgf/m ³
DENSIDADE DO AR - EXTERNO	1,042 kgf/m ³

PRESSURIZAÇÃO

Pressão medida - dPi comp	26,9 Pa	31,1 Pa	58,8 Pa	66,4 Pa	95,5 Pa
Logarítmo neperiano ln (dPi comp)	3,29213	3,43721	4,07414	4,19570	4,55913
Vazão medida - Qi	87,65 m ³ /h	101,79 m ³ /h	107,44 m ³ /h	118,75 m ³ /h	155,51 m ³ /h
Vazão compensada - Qi comp	0,0236 m ³ /s	0,0273 m ³ /s	0,0289 m ³ /s	0,0319 m ³ /s	0,0418 m ³ /s
Logarítmo neperiano - ln (dQi comp)	-3,7486	-3,5991	-3,5450	-3,4449	-3,1753
Covariança - S { ln (dPi comp); ln (Qi	0,104903722	Variança S ² { (ln dPi) }	0,28380421	Fator n	-0,029591936
Viscosidade dinâmica interna - μ int	1,789E-05 kgf/m.s				1,813E-05 kgf/m.s
Coefficiente de vazamento - C	0,034				0,031

AREA DE VAZAMENTO	0,000006282 m²	0,06282 cm²
--------------------------	----------------------------------	-------------------------------

DESPRESSURIZAÇÃO

Pressão medida - dPi comp	33,7 Pa	40,8 Pa	55,8 Pa	87,1 Pa	101,7 Pa
Logarítmo neperiano ln (dPi comp)	3,5175	3,7087	4,0218	4,4671	4,6220
Vazão medida - Qi	31,10 m ³ /h	42,41 m ³ /h	59,38 m ³ /h	67,86 m ³ /h	98,96 m ³ /h
Vazão compensada - Qi comp	0,0089 m ³ /s	0,0112 m ³ /s	0,0171 m ³ /s	0,0195 m ³ /s	0,0284 m ³ /s
Logarítmo neperiano - ln (dQi comp)	-4,71815	-4,40799	-4,07152	-3,93799	-3,56070
Covariança - S { ln (dPi comp); ln (Qi	0,203	Variança S ² { (ln dPi) }	0,225122437	Fator n	-0,050
Viscosidade dinâmica interna - μ int	1,836E-05 kgf/m.s				1,813E-05 kgf/m.s
Coefficiente de vazamento - C	0,019522 cm ²				0,017137 m ³ /s*(Pa) ⁿ

AREA DE VAZAMENTO	0,000006107 m²	0,06107 cm²
--------------------------	----------------------------------	-------------------------------

AGRUPADO

PARÂMETROS

p ext. desp.	1,0624	p int. press.	1,0657	pcomb.	1,0641	μ int press.	1,8270E-05	μ ext desp.	1,8313E-05
PRESSURIZAÇÃO					DESPRESSURIZAÇÃO				
Logaritmo neperiano ln (dPi comp)									
3,2921 m3/h	3,4372 m3/h	4,0741 m3/h	4,1957 m3/h	4,5591 m3/h	3,5175 m3/h	3,7087 m3/h	4,0218 m3/h	4,4671 m3/h	4,6220 m3/h
Logaritmo neperiano - ln (dQi comp)									
-3,7486 m3/s	-3,5991 m3/s	-3,5450 m3/s	-3,4449 m3/s	-3,1753 m3/s	-4,7181 m3/s	-4,4080 m3/s	-4,0715 m3/s	-3,9380 m3/s	-3,5607 m3/s
Covariância - S { ln (dPi comp); ln (Qi comp)	0,049961445								
Variança S² { (ln dPi) }	0,124986370								
Fator n	0,399735146								
Viscosidade dinâmica interna - μ int	1,836E-05 kgf/m.s								
Viscosidade referência μ ref	1,813E-05 kgf/m.s								
Coefficiente de vazamento - C	0,004446 cm²								
Coefficiente de vazamento co	0,004121 m³/s*(Pa)^n								
Area de Vazamento Efetiva	0,00278245 m²			27,8245 cm²					

Índice Unitário Vazamento = Área vazamento Efetiva / Superfície Ambiente 1,5794E-06

Índice Unitário Vazamento Aceitável (fator de segurança para o volume desta sala e para o sistema de incêndio aplicado) 9,11745E-03

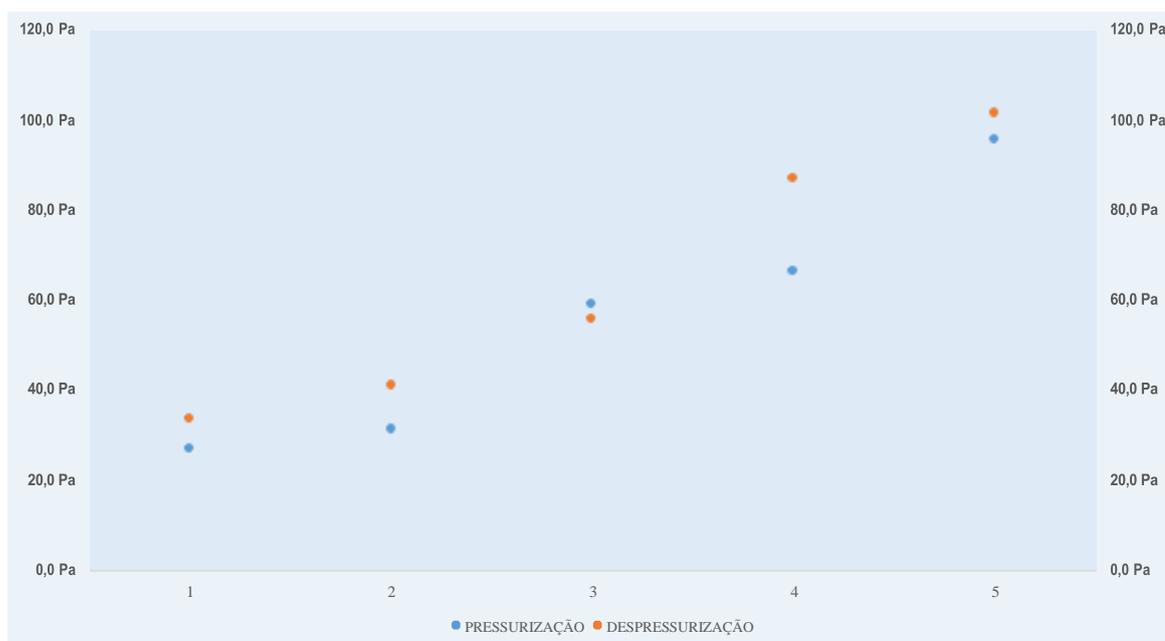
0,000173

Relação Índice Unitário Vazamento / Índice Unitário Vazamento Aceitável

Atende a norma ASTM E779 e correlatas

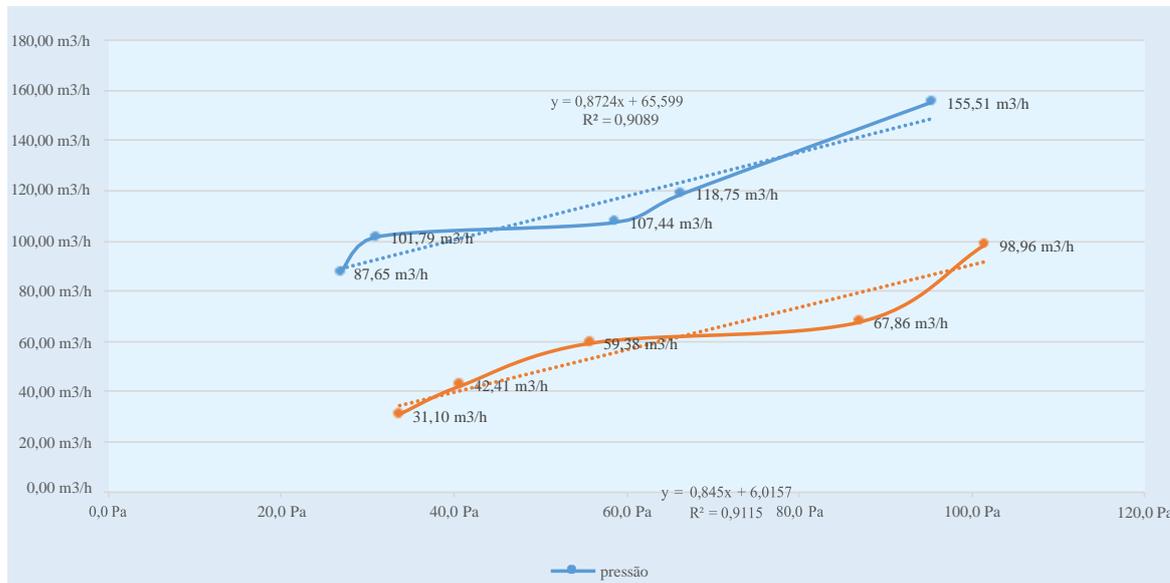
9. GRÁFICOS

PRESSURIZAÇÃO X DESPRESSURIZAÇÃO (Pa)



PRESSURIZAÇÃO E DESPRESSURIZAÇÃO m³/h x Pa

Pressurização e Despressurização m³/h x Pa



10. CONCLUSÃO:

Após análise das informações coletadas e resultados obtidos com os cálculos executados, em conformidade com a norma ASTM E-779, verifica-se que a Sala Cofre do CITEx atende os requisitos de estanqueidade conforme preconizam a norma ASTM E 779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

Portanto, pode se afirmar que a **Sala Cofre está aprovada no teste de estanqueidade.**

Eng^o. Leandro da Silva Lima | CREA 13.392/D-DF
+55 (61) 99816 0667

Relatório Técnico do Teste de Estanqueidade

Elaborado para:

Centro Integrado de Telemática do Exército - CITEX
Avenida Duque de Caxias S/N Setor Militar Urbano – Brasília/DF



Brasília, 05 de janeiro de 2022

1. DADOS INICIAIS

1.1. Dados do Contratante:

Contratante: Centro Integrado de Telemática do Exército - CITEX

Endereço: Avenida Duque de Caxias S/N Setor Militar Urbano -
Brasília-DF

CNPJ: 07.518.297/0001-20

Telefone: (61) 3415-7733/ (61) 3415-7730

1.2. Dados Contratado:

Contratado: Atlântico Engenharia Ltda

Endereço: SCS – quadra 2 – bloco C – nº 41 – Ed. Anhanguera –
salas 115/116 – Brasília-DF

CNPJ: 14.355.750/0001-90

Telefone: 3029-7500

1.3. Responsáveis Técnicos:

João Bosco Barbosa de Faria – Engº Eletricista e de Segurança do
Trabalho – CREA nº 10.625/D-MG

Ivanoé Pedro Tonussi Jr – Engº Mecânico – CREA nº 8.522/D-DF

Leandro da Silva Lima – Engº de Controle e Automação – CREA
nº 13.392/D-DF

Kenya Dias Cesar – Engª Civil – CREA nº 4.800/D-RN

1.4. Data de Execução:

Coleta de dados: 12 de dezembro de 2023

2. RESUMO

A estanqueidade de um ambiente é caracterizada pela capacidade de seus elementos laterais, teto e fundo de impedir a passagem de substâncias entre as partes internas e externas de um determinado ambiente.

O teste de estanqueidade é uma técnica não destrutiva, geralmente executada com o sistema em operação normal (plena carga) e permite aferir as condições de conformidade de uma Sala Cofre certificada ABNT NBR 15.247 e EN 1.047-2, por meio da pressurização e despressurização do ambiente.

A norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001 estabelecem os procedimentos a serem observados para realizar o teste de estanqueidade em uma Sala Cofre.

3. NORMAS TÉCNICAS

- ABNT NBR 15.247:2004 – Unidades de armazenagem segura - Salas cofre e cofres para hardware - Classificação e método de ensaio de resistência ao fogo.
- EN 1.047-2 – Secure storage units - Classification and methods of test for resistance to fire - Part 2: Data rooms and data container.
- ASTM E779:2019 – Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization.
- NFPA 2001:2018 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.

4. INTRODUÇÃO

O procedimento observado para execução do teste de estanqueidade seguiu o que preconiza a norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

No dia **12 de dezembro de 2023**, no local onde está instalada a Sala Cofre foram coletadas as informações necessárias para a realização do relatório de teste de estanqueidade.

Naquela oportunidade, foram coletadas as dimensões da sala e aferida a temperatura externa e interna da sala no momento da pressurização e despressurização, data e horários do início e fim de cada processo de teste, altitudes, pressões, velocidades do vento, vazões e densidade do ar para cada etapa do teste, bem como a quantidade de portas da sala.

Foi efetuado o checklist conforme estabelece a norma ASTM E779, tais como altura da sala x diferença de temperatura, abertura mínima de 1,60m entre as zonas dentro da sala, dentre outros itens.



Figura 01: Selo da certificação NBR 15.247 da Sala Cofre

Figura 02: EN 1.047-2 da Sala Cofre

5. METODOLOGIA

Foi identificado que a sala se encontra a uma altitude de **1.136 metros** e a temperatura externa inicial de **+24,00°C**.

Removeu-se o degrau de acesso à sala, liberando o acesso à abertura específica para execução dos testes de estanqueidade da sala cofre e possibilitando o início do teste.

Efetuuou-se então a interligação do equipamento de teste à abertura específica da sala cofre para início do processo de coleta de dados para o teste de estanqueidade.

Conforme determina a norma ASTM E 779: “se a abertura for abaixo do piso elevado, deve-se ter uma abertura de no mínimo 1,60m² de área de interligação entre as zonas, dentro da sala a ser testada. (ambiente e piso elevado)”. Como a abertura específica para testes está localizada abaixo do piso elevado, foram removidas placas equivalentes a 1,60m².

Foi medida a temperatura interna da sala no início do teste.

Foram executados os levantamentos das medidas de pressurização e despressurização, e suas respectivas velocidades do ar, para cálculos das vazões, e os horários de cada teste, conforme solicitações da norma.

Após a realização dos procedimentos descritos acima, foram efetuadas as medidas de temperatura externa e interna da Sala Cofre, bem como efetuado o fechamento da abertura específica para execução do teste de estanqueidade e reinstalação do degrau de acesso à Sala Cofre.

6. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Tipo: Manômetro Diferencial

Fabricante: Highmed

Modelo: HM – 920-1

Número de Série: 2017.04.3792

Tipo: Termo Anemômetro digital

Fabricante: Skill-TEC

Modelo: SKTAFQ-01

Número de Série: Q807696

7. MEMÓRIAL DE CÁLCULO

Dados iniciais:

Descrição	Símbolo	Valor	Unidade
Altitude	h	1.136	m
Número de Portas	np	1	un
Comprimento	C	7,97	m
Largura	L	5,88	m
Altura	A	2,57	m
Volume Interno	Vi	120,43945	m ³
Área do Piso	Sp	46,86	m ²
Área do Teto	St	46,86	m ²
Área da Parede Frontal (Porta)	Apf	15,1116	m ²
Área da Parede Traseira	Apt	15,1116	m ²
Área da Parede Direita	Apd	20,4829	m ²
Área da Parede Esquerda	Ape	20,4829	m ²
Área de Vazamento	Av	118,0526	m ²

Descrição	Temperatura Média (° C)	Temperatura Mínima (° C)	Temperatura Máxima (° C)	Número de Medições Realizadas
Temperatura Interna	22,5	22,8	22,0	16
Temperatura Externa	23,975	24,05	23,85	16

7.1. PRESSURIZAÇÃO

O volume interno da Sala-Cofre foi pressurizado até a estabilidade do sistema, atingindo uma pressão positiva (pressurização) inicial de 10 mmH₂O. Em seguida, foram realizadas medições da pressão interna da Sala-Cofre a cada 60 segundos.

Horário de Início: 10 horas e 07 minutos

Horário de Conclusão: 10 horas e 25 minutos

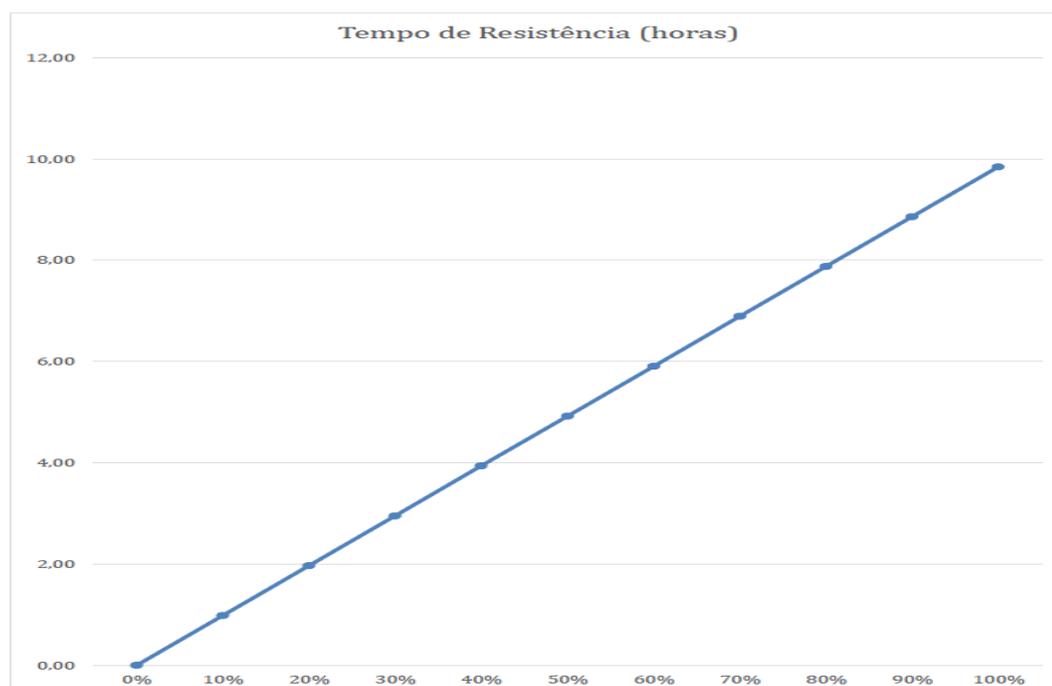
Duração: 18 minutos

Viscosidade Dinâmica Interna: 0,00001823 kgf/m.s

Variação do Tempo (segundos)	Símbolo	Valor	LN (Pn)	V (m/s)	Q (m³/s)	LN (Qn)
0	P1	4 mmH ₂ O	1,38629	10,5	0,32987	-1,1091
60	P2	4 mmH ₂ O	1,38629	10,4	0,18378	-1,694
120	P3	3 mmH ₂ O	1,09861	10,6	0,18732	-1,675
180	P4	2 mmH ₂ O	0,69315	10,7	0,18908	-1,6656
240	P5	6 mmH ₂ O	1,79176	9,8	0,17318	-1,7534
300	P6	4 mmH ₂ O	1,38629	11,5	0,20322	-1,5935
360	P7	2 mmH ₂ O	0,69315	11,2	0,19792	-1,6199
420	P8	4 mmH ₂ O	1,38629	9,5	0,16788	-1,7845
480	P9	6 mmH ₂ O	1,79176	9,9	0,17495	-1,7433
540	P10	4 mmH ₂ O	1,38629	10,1	0,17848	-1,7233
600	P11	8 mmH ₂ O	2,07944	10,2	0,18025	-1,7134
660	P12	7 mmH ₂ O	1,94591	9,8	0,17318	-1,7534
720	P13	7 mmH ₂ O	1,94591	10,5	0,18555	-1,6844
780	P14	5 mmH ₂ O	1,60944	10,3	0,18202	-1,7037
840	P15	6 mmH ₂ O	1,79176	10,4	0,18378	-1,694

Considerando a área total de vazamento, e a variação da pressão pelo tempo, tem-se uma vazão média de 0,0033 m³/s. A referida vazão média representa uma taxa de vazamento média de 0,00002821% do volume interno por segundo.

Desta forma, o tempo de resistência para o vazamento de 100% do volume interno para o meio externo, de 09 horas e 51 minutos, conforme apresentado na Figura e na Tabela a seguir. Onde 0% é o momento inicial do vazamento e 100% é quando todo o volume interno da Sala-Cofre é vazado.



TEMPO DE RESISTÊNCIA A ESTANQUEIDADE
(VAZAMENTO)

Descrição	Percentual	Valor	Unidade
Volume Inicial	0%	0,00	Horas
Volume 1	10%	0,98	Horas
Volume 2	20%	1,97	Horas
Volume 3	30%	2,95	Horas
Volume 4	40%	3,94	Horas
Volume 5	50%	4,92	Horas
Volume 6	60%	5,91	Horas
Volume 7	70%	6,89	Horas
Volume 8	80%	7,88	Horas
Volume 9	90%	8,86	Horas
Volume Final	100%	9,85	Horas

7.2. DESPRESSURIZAÇÃO

O volume interno da Sala-Cofre foi despressurizado até a estabilidade do sistema, atingindo uma pressão negativa (despressurização) inicial de -6,6 mmH₂O. Em seguida, foram realizadas medições da pressão interna da Sala-Cofre a cada 60 segundos.

Horário de Início: 10 horas e 26 minutos

Horário de Conclusão: 10 horas e 45 minutos

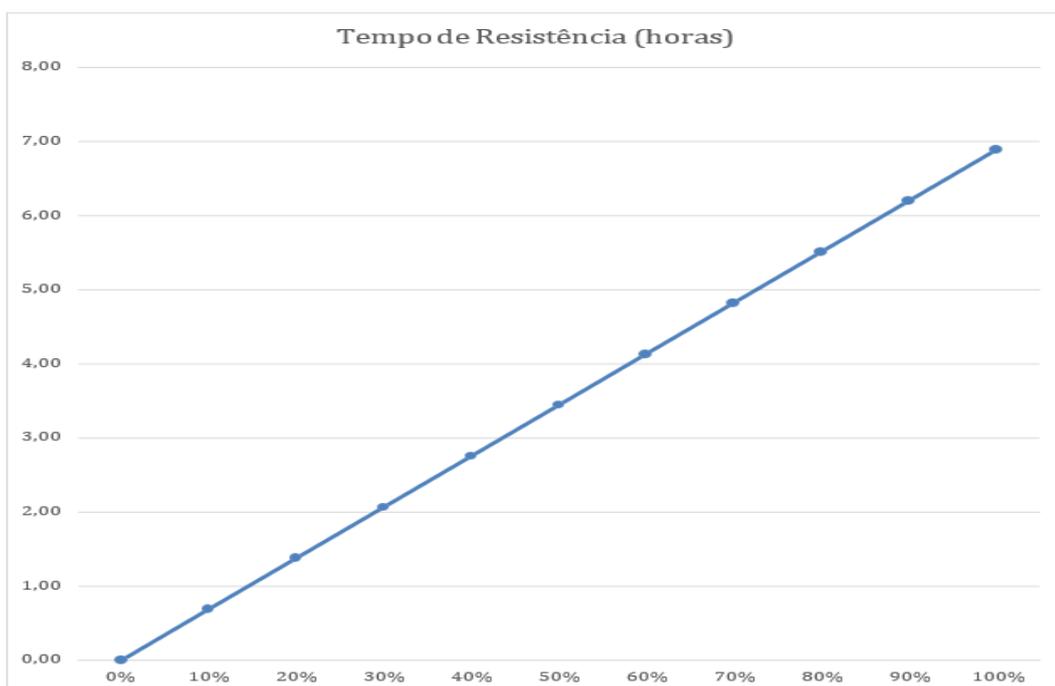
Duração: 19 minutos

Viscosidade Dinâmica Interna: 0,00001819 kgf/m.s

Variação do Tempo (segundos)	Símbolo	Valor	LN (Pn)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	LN (Qn)
0	P1	-6,6 mmH ₂ O	1,887	11,2	0,352	-1,045
60	P2	-7,3 mmH ₂ O	1,988	11	0,194	-1,638
120	P3	-6,9 mmH ₂ O	1,932	1,1	0,019	-3,940
180	P4	-7,3 mmH ₂ O	1,988	10,7	0,189	-1,666
240	P5	-6,3 mmH ₂ O	1,841	11,4	0,201	-1,602
300	P6	-6,5 mmH ₂ O	1,872	10,9	0,193	-1,647
360	P7	-6,9 mmH ₂ O	1,932	11	0,194	-1,638
420	P8	-6,8 mmH ₂ O	1,917	10,8	0,191	-1,656
480	P9	-7,4 mmH ₂ O	2,001	10,6	0,187	-1,675
540	P10	-6,9 mmH ₂ O	1,932	11,4	0,201	-1,602
600	P11	-6,6 mmH ₂ O	1,887	10,1	0,178	-1,723
660	P12	-6,9 mmH ₂ O	1,932	10,4	0,184	-1,694
720	P13	-6,9 mmH ₂ O	1,932	10,9	0,193	-1,647
780	P14	-7,1 mmH ₂ O	1,946	11,1	0,196	-1,629
840	P15	-6,7 mmH ₂ O	1,902	10,3	0,182	-1,704

Considerando a área total de vazamento, e a variação da pressão pelo tempo, tem-se uma vazão média de $-0,0049 \text{ m}^3/\text{s}$. A referida vazão média representa uma taxa de vazamento média de $-0,0000404\%$ do volume interno por segundo.

Desta forma, o tempo de resistência para o vazamento de 100% do volume interno para o meio externo, de 06 horas e 53 minutos, conforme apresentado na Figura e na Tabela a seguir. Onde 0% é o momento inicial da contaminação e 100% é quando todo o volume interno da Sala-Cofre é preenchido com ar externo.



**TEMPO DE RESISTÊNCIA A ESTANQUEIDADE
(CONTAMINAÇÃO)**

Descrição	Percentual	Valor	Unidade
Volume Inicial	0%	0,00	Horas
Volume 1	10%	0,69	Horas
Volume 2	20%	1,38	Horas
Volume 3	30%	2,07	Horas
Volume 4	40%	2,75	Horas
Volume 5	50%	3,44	Horas
Volume 6	60%	4,13	Horas
Volume 7	70%	4,82	Horas
Volume 8	80%	5,51	Horas
Volume 9	90%	6,20	Horas
Volume Final	100%	6,88	Horas

7.3. AGRUPAMENTO

Índice Unitário de Vazamento:

$$\frac{\text{Área de Vazamento Efetiva}}{\text{Superfície do Ambiente}} = \frac{0,000586137}{164,92} = 0,00000355$$

Índice Unitário de Vazamento Aceitável (fator de segurança para o volume da sala e para o sistema de combate a incêndio instalado) = 0,0248314.

Relação Índice Unitário Vazamento / Índice Unitário Vazamento Aceitável:

$$\frac{0,00000355}{0,0248314} = 0,0000143$$

8. CONCLUSÃO:

Após análise das informações coletadas e resultados obtidos com os cálculos executados, em conformidade com a norma ASTM E-779, verifica-se que a Sala Cofre do CITEx atende os requisitos de estanqueidade conforme preconizam a norma ASTM E 779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

Portanto, pode se afirmar que a **Sala Cofre está aprovada no teste de estanqueidade.**

Eng°. Leandro da Silva Lima | CREA 13.392/D-DF
+55 (61) 99816 0667

Relatório Técnico do Teste de Estanqueidade

Elaborado para:

7º CENTRO DE TELEMÁTICA DE ÁREA

Avenida Duque de Caxias S/N Setor Militar Urbano – Brasília/DF



Brasília, 05 de dezembro de 2024

1. DADOS INICIAIS

1.1. Dados do Contratante:

Contratante: 7º Centro de Telemática de Área

Endereço: Avenida Duque de Caxias S/N Setor Militar Urbano -
Brasília-DF

CNPJ: 07.518.297/0001-20

Telefone: (61) 3415-7733/ (61) 3415-7730

1.2. Dados Contratado:

Contratado: Atlântico Engenharia Ltda

Endereço: SCS – quadra 2 – bloco C – nº 41 – Ed. Anhanguera –
salas 115/116 – Brasília-DF

CNPJ: 14.355.750/0001-90

Telefone: 3029-7500

1.3. Responsáveis Técnicos:

Ivanoé Pedro Tonussi Jr – Engº Mecânico – CREA nº 8.522/D-DF

Ricardo Seron Carvalho – Engº Eletricista e de Segurança do
Trabalho – CREA nº 5.061.768.392/D-SP

Leandro da Silva Lima – Engº de Controle e Automação – CREA
nº 13.392/D-DF

Kenya Dias Cesar – Engª Civil – CREA nº 4.800/D-RN

1.4. Data de Execução:

Coleta de dados: 25 de novembro de 2024

2. RESUMO

A estanqueidade de um ambiente é caracterizada pela capacidade de seus elementos laterais, teto e fundo de impedir a passagem de substâncias entre as partes internas e externas de um determinado ambiente.

O teste de estanqueidade é uma técnica não destrutiva, geralmente executada com o sistema em operação normal (plena carga) e permite aferir as condições de conformidade de uma Sala Cofre certificada ABNT NBR 15.247 e EN 1.047-2, por meio da pressurização e despressurização do ambiente.

A norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001 estabelecem os procedimentos a serem observados para realizar o teste de estanqueidade em uma Sala Cofre.

3. NORMAS TÉCNICAS

- ABNT NBR 15.247:2004 – Unidades de armazenagem segura - Salas cofre e cofres para hardware - Classificação e método de ensaio de resistência ao fogo.
- EN 1.047-2 – Secure storage units - Classification and methods of test for resistance to fire - Part 2: Data rooms and data container.
- ASTM E779:2019 – Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization.
- NFPA 2001:2018 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.

4. INTRODUÇÃO

O procedimento observado para execução do teste de estanqueidade seguiu o que preconiza a norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

No dia **25 de novembro de 2024**, no local onde está instalada a Sala Cofre foram coletadas as informações necessárias para a realização do relatório de teste de estanqueidade.

Naquela oportunidade, foram coletadas as dimensões da sala e aferida a temperatura externa e interna da sala no momento da pressurização e despressurização, data e horários do início e fim de cada processo de teste, altitude, pressões, velocidades do vento, vazões e densidade do ar para cada etapa do teste, bem como a quantidade de portas da sala.

Foi efetuado o checklist conforme estabelece a norma ASTM E779, tais como altura da sala x diferença de temperatura, abertura mínima de 1,60m entre as zonas dentro da sala, dentre outros itens.



Figura 01: Selo da certificação NBR 15247 da Sala Cofre



Figura 02: EN 1.047-2 da Sala Cofre

5. METODOLOGIA

Foi identificado que a sala se encontra a uma altitude de **1.136 metros** e a temperatura externa inicial de **+24,00°C**.

Removeu-se o degrau de acesso à sala, liberando o acesso à abertura específica para execução dos testes de estanqueidade da sala cofre e possibilitando o início do teste.

Efetuuou-se então a interligação do equipamento de teste à abertura específica da sala cofre para início do processo de coleta de dados para o teste de estanqueidade.

Conforme determina a norma ASTM E 779: “se a abertura for abaixo do piso elevado, deve-se ter uma abertura de no mínimo 1,60m² de área de interligação entre as zonas, dentro da sala a ser testada. (ambiente e piso elevado)”. Como a abertura específica para testes está localizada abaixo do piso elevado, foram removidas placas equivalentes a 1,60m².

Foi medida a temperatura interna da sala no início do teste.

Foram executados os levantamentos das medidas de pressurização e despressurização, e suas respectivas velocidades do ar, para cálculos das vazões, e os horários de cada teste, conforme solicitações da norma.

Após a realização dos procedimentos descritos acima, foram efetuadas as medidas de temperatura externa e interna da Sala Cofre, bem como efetuado o fechamento da abertura específica para execução do teste de estanqueidade e reinstalação do degrau de acesso à Sala Cofre.

6. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Tipo: Manômetro Diferencial

Fabricante: Highmed

Modelo: HM – 920-1

Número de Série: 2017.04.3792

Tipo: Termo Anemômetro digital

Fabricante: Skill-TEC

Modelo: SKTAFQ-01

Número de Série: Q807696

7. MEMÓRIAL DE CÁLCULO

Dados iniciais:

Descrição	Símbolo	Valor	Unidade
Altitude	h	1.136	m
Número de Portas	np	1	un
Comprimento	C	7,97	m
Largura	L	5,88	m
Altura	A	2,57	m
Volume Interno	Vi	120,43945	m ³
Área do Piso	Sp	46,86	m ²
Área do Teto	St	46,86	m ²
Área da Parede Frontal (Porta)	Apf	15,1116	m ²
Área da Parede Traseira	Apt	15,1116	m ²
Área da Parede Direita	Apd	20,4829	m ²
Área da Parede Esquerda	Ape	20,4829	m ²
Área de Vazamento	Av	118,0526	m ²

Descrição	Temperatura Média (° C)	Temperatura Mínima (° C)	Temperatura Máxima (° C)	Número de Medições Realizadas
Temperatura Interna (Pressurização)	22,5	22,8	22,0	16
Temperatura Externa (Pressurização)	23,975	24,05	23,85	16
Temperatura Interna (Despressurização)	21,4	21,1	22,2	16
Temperatura Externa (Despressurização)	23,975	24,05	23,85	16

7.1. PRESSURIZAÇÃO

O volume interno da Sala-Cofre foi pressurizado até a estabilidade do sistema, atingindo uma pressão positiva (pressurização) inicial de 10 mmH₂O. Em seguida, foram realizadas medições da pressão interna da Sala-Cofre a cada 60 segundos.

Horário de Início: 14 horas e 20 minutos

Horário de Conclusão: 14 horas e 43 minutos

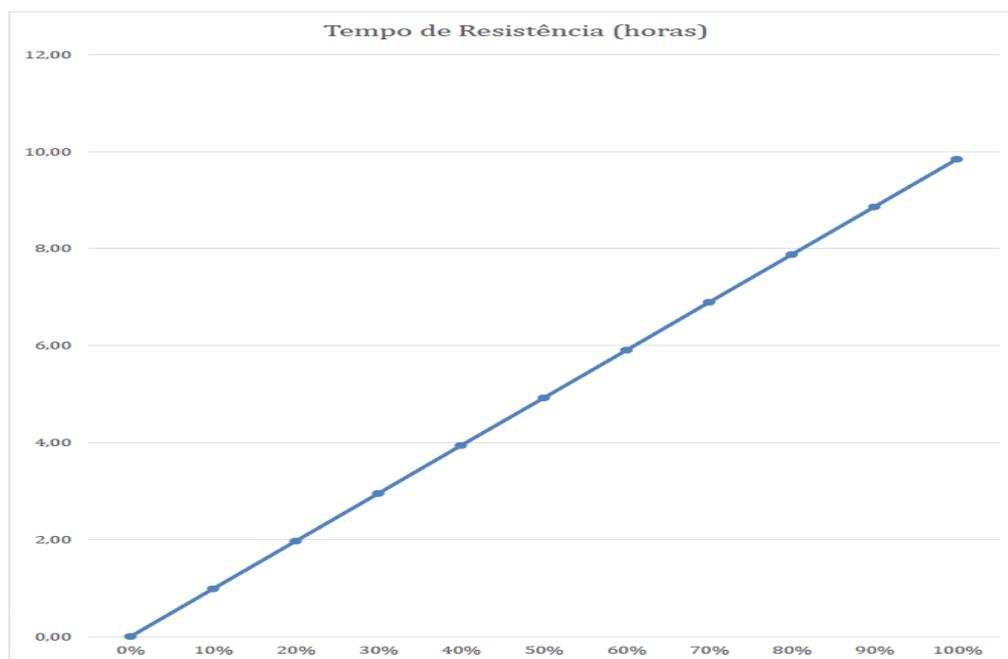
Duração: 23 minutos

Viscosidade Dinâmica Interna: 0,00001823 kgf/m.s

Variação do Tempo (segundos)	Símbolo	Valor	LN (Pn)	V (m/s)	Q (m³/s)	LN (Qn)
0	P1	16,80 mmH ₂ O	2,821	11,2	0,352	-1,045
60	P2	16,90 mmH ₂ O	2,827	11	0,194	-1,638
120	P3	16,90 mmH ₂ O	2,827	1,1	0,019	-3,940
180	P4	17,00 mmH ₂ O	2,833	10,7	0,189	-1,666
240	P5	17,00 mmH ₂ O	2,833	11,4	0,201	-1,602
300	P6	17,10 mmH ₂ O	2,839	10,9	0,193	-1,647
360	P7	17,20 mmH ₂ O	2,845	11	0,194	-1,638
420	P8	17,10 mmH ₂ O	2,839	10,8	0,191	-1,656
480	P9	17,00 mmH ₂ O	2,833	10,6	0,187	-1,675
540	P10	17,10 mmH ₂ O	2,839	11,4	0,201	-1,602
600	P11	17,20 mmH ₂ O	2,845	10,4	0,178	-1,723
660	P12	17,20 mmH ₂ O	2,845	10,4	0,184	-1,694
720	P13	17,20 mmH ₂ O	2,845	10,9	0,193	-1,647
780	P14	17,30 mmH ₂ O	2,851	11,1	0,196	-1,629
840	P15	17,30 mmH ₂ O	2,851	10,3	0,182	-1,704
900	P16	17,40 mmH ₂ O	2,856	11,3	0,200	-1,611
960	P17	17,20 mmH ₂ O	2,845	12,3	0,217	-1,526
1020	P18	17,20 mmH ₂ O	2,845	13,3	0,235	-1,448
1080	P19	17,40 mmH ₂ O	2,856	14,3	0,253	-1,376
1140	P20	17,40 mmH ₂ O	2,856	15,3	0,270	-1,308
1200	P21	17,50 mmH ₂ O	2,862	16,3	0,288	-1,245
1260	P22	17,50 mmH ₂ O	2,862	17,3	0,306	-1,185
1320	P23	17,50 mmH ₂ O	2,862	18,3	0,323	-1,129
1380	P24	17,60 mmH ₂ O	2,868	19,3	0,341	-1,076
1440	P25	17,60 mmH ₂ O	2,868	20,3	0,359	-1,025

Considerando a área total de vazamento, e a variação da pressão pelo tempo, tem-se uma vazão média de 0,0033 m³/s. A referida vazão média representa uma taxa de vazamento média de 0,00002821% do volume interno por segundo.

Desta forma, o tempo de resistência para o vazamento de 100% do volume interno para o meio externo, de 09 horas e 51 minutos, conforme apresentado na Figura e na Tabela a seguir. Onde 0% é o momento inicial do vazamento e 100% é quando todo o volume interno da Sala-Cofre é vazado.



**TEMPO DE RESISTÊNCIA A ESTANQUEIDADE
(VAZAMENTO)**

Descrição	Percentual	Valor	Unidade
Volume Inicial	0%	0,00	Horas
Volume 1	10%	1,02	Horas
Volume 2	20%	2,05	Horas
Volume 3	30%	3,07	Horas
Volume 4	40%	4,10	Horas
Volume 5	50%	5,12	Horas
Volume 6	60%	6,15	Horas
Volume 7	70%	7,17	Horas
Volume 8	80%	8,20	Horas
Volume 9	90%	9,22	Horas
Volume Final	100%	10,25	Horas

7.2. DESPRESSURIZAÇÃO

O volume interno da Sala-Cofre foi despressurizado até a estabilidade do sistema, atingindo uma pressão negativa (despressurização) inicial de -6,7 mmH₂O. Em seguida, foram realizadas medições da pressão interna da Sala-Cofre a cada 60 segundos.

Horário de Início: 14 horas e 50 minutos

Horário de Conclusão: 15 horas e 25 minutos

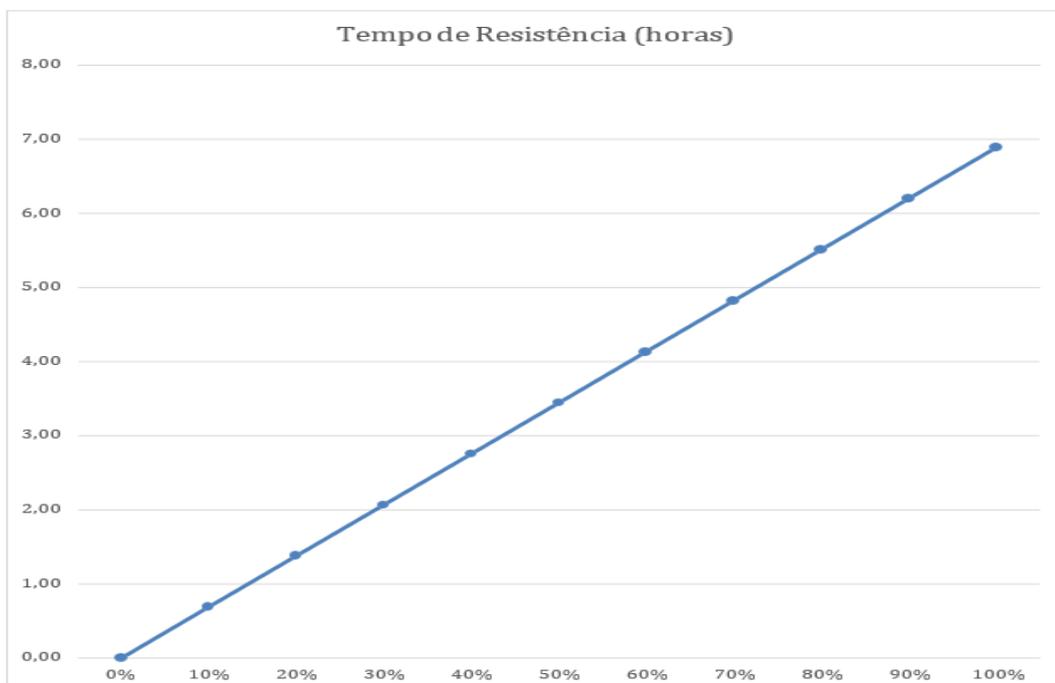
Duração: 25 minutos

Viscosidade Dinâmica Interna: 0,00001819 kgf/m.s

Variação do Tempo (segundos)	Símbolo	Valor	LN (Pn)	V (m/s)	Q (m³/s)	LN (Qn)
0	P1	-27,20 mmH ₂ O	3,303	11,2	0,352	-1,045
60	P2	-27,40 mmH ₂ O	3,311	11	0,194	-1,638
120	P3	-27,10 mmH ₂ O	3,300	1,1	0,019	-3,940
180	P4	-27,20 mmH ₂ O	3,303	10,7	0,189	-1,666
240	P5	-27,20 mmH ₂ O	3,303	11,4	0,201	-1,602
300	P6	-27,40 mmH ₂ O	3,311	10,9	0,193	-1,647
360	P7	-27,10 mmH ₂ O	3,300	11	0,194	-1,638
420	P8	-27,20 mmH ₂ O	3,303	10,8	0,191	-1,656
480	P9	-27,00 mmH ₂ O	3,296	10,6	0,187	-1,675
540	P10	-26,90 mmH ₂ O	3,292	11,4	0,201	-1,602
600	P11	-26,60 mmH ₂ O	3,281	10,1	0,178	-1,723
660	P12	-26,90 mmH ₂ O	3,292	10,4	0,184	-1,694
720	P13	-26,90 mmH ₂ O	3,292	10,9	0,193	-1,647
780	P14	-27,10 mmH ₂ O	3,300	11,1	0,196	-1,629
840	P15	-27,30 mmH ₂ O	3,307	10,3	0,182	-1,704
900	P16	-27,00 mmH ₂ O	3,296	11,3	0,200	-1,611
960	P17	-27,40 mmH ₂ O	3,311	12,3	0,217	-1,526
1020	P18	-27,60 mmH ₂ O	3,318	13,3	0,235	-1,448
1080	P19	-27,20 mmH ₂ O	3,303	14,3	0,253	-1,376
1140	P20	-27,50 mmH ₂ O	3,314	15,3	0,270	-1,308
1200	P21	-27,60 mmH ₂ O	3,318	16,3	0,288	-1,245
1260	P22	-27,00 mmH ₂ O	3,296	17,3	0,306	-1,185
1320	P23	-26,90 mmH ₂ O	3,292	18,3	0,323	-1,129
1380	P24	-27,10 mmH ₂ O	3,300	19,3	0,341	-1,076
1440	P25	-27,30 mmH ₂ O	3,307	20,3	0,359	-1,025

Considerando a área total de vazamento, e a variação da pressão negativa pelo tempo, tem-se uma vazão média de $-0,000192 \text{ m}^3/\text{s}$. A referida vazão média representa uma taxa de vazamento média de $-0,000024\%$ do volume interno por segundo.

Desta forma, o tempo de resistência para o vazamento de 100% do volume interno para o meio externo, de 08 horas e 43 minutos, conforme apresentado na Figura e na Tabela a seguir. Onde 0% é o momento inicial da contaminação e 100% é quando todo o volume interno da Sala-Cofre é preenchido com ar externo.



**TEMPO DE RESISTÊNCIA A ESTANQUEIDADE
(CONTAMINAÇÃO)**

Descrição	Percentual	Valor	Unidade
Volume Inicial	0%	0,00	Horas
Volume 1	10%	0,87	Horas
Volume 2	20%	1,74	Horas
Volume 3	30%	2,62	Horas
Volume 4	40%	3,49	Horas
Volume 5	50%	4,36	Horas
Volume 6	60%	5,23	Horas
Volume 7	70%	6,10	Horas
Volume 8	80%	6,98	Horas
Volume 9	90%	7,85	Horas
Volume Final	100%	8,72	Horas

7.3. AGRUPAMENTO

Índice Unitário de Vazamento:

$$\frac{\text{Área de Vazamento Efetiva}}{\text{Superfície do Ambiente}} = \frac{0,000119}{118,0526} = 0,0000001$$

Índice Unitário de Vazamento Aceitável (fator de segurança para o volume da sala e para o sistema de combate a incêndio instalado) = 0,0248314.

Relação Índice Unitário Vazamento / Índice Unitário Vazamento Aceitável:

$$\frac{0,0000001}{0,0248314} = 0,0000404$$

8. CONCLUSÃO:

Após análise das informações coletadas e resultados obtidos com os cálculos executados, em conformidade com a norma ASTM E-779, verifica-se que a Sala Cofre do CITEx atende os requisitos de estanqueidade conforme preconizam a norma ASTM E 779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

Portanto, pode se afirmar que a **Sala Cofre está aprovada no teste de estanqueidade.**

Engº. Leandro da Silva Lima | CREA 13.392/D-DF
+55 (61) 99816 0667

RELATÓRIO DO TESTE DE ESTANQUEIDADE.pdf

Documento número #30b188c3-52c0-4aa7-a901-7d81a7af7f18

Hash do documento original (SHA256): 464de9ac6740b7d43a66deb436a5a69f1876187ff0d94b3fb5a1025fe982b3f6

Assinaturas

 **Leandro da Silva Lima**
CPF: 955.843.231-87
Assinou em 05 dez 2024 às 14:56:20

Log

- 05 dez 2024, 14:44:09 Operador com email laisa.sousa@atlanticoengenharia.eng.br na Conta 37e4a892-0388-4604-b16f-cb720babefb8 criou este documento número 30b188c3-52c0-4aa7-a901-7d81a7af7f18. Data limite para assinatura do documento: 04 de janeiro de 2025 (14:44). Finalização automática após a última assinatura: habilitada. Idioma: Português brasileiro.
- 05 dez 2024, 14:44:23 Operador com email laisa.sousa@atlanticoengenharia.eng.br na Conta 37e4a892-0388-4604-b16f-cb720babefb8 adicionou à Lista de Assinatura: leandro@atlanticoengenharia.eng.br para assinar, via E-mail, com os pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Leandro da Silva Lima e CPF 955.843.231-87.
- 05 dez 2024, 14:56:20 Leandro da Silva Lima assinou. Pontos de autenticação: Token via E-mail leandro@atlanticoengenharia.eng.br. CPF informado: 955.843.231-87. IP: 177.174.211.80. Localização compartilhada pelo dispositivo eletrônico: latitude -16.6723584 e longitude -49.2634112. URL para abrir a localização no mapa: <https://app.clicksign.com/location>. Componente de assinatura versão 1.1065.0 disponibilizado em <https://app.clicksign.com>.
- 05 dez 2024, 14:56:20 Processo de assinatura finalizado automaticamente. Motivo: finalização automática após a última assinatura habilitada. Processo de assinatura concluído para o documento número 30b188c3-52c0-4aa7-a901-7d81a7af7f18.



Documento assinado com validade jurídica.

Para conferir a validade, acesse <https://www.clicksign.com/validador> e utilize a senha gerada pelos signatários ou envie este arquivo em PDF.

As assinaturas digitais e eletrônicas têm validade jurídica prevista na Medida Provisória nº. 2200-2 / 2001

Este Log é exclusivo e deve ser considerado parte do documento nº 30b188c3-52c0-4aa7-a901-7d81a7af7f18, com os efeitos prescritos nos Termos de Uso da Clicksign, disponível em www.clicksign.com.

Relatório Técnico do Teste de Estanqueidade

Elaborado para:

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET
Eixo Monumental Sul, Via S1, Setor Sudoeste – Brasília-DF



Brasília, 14 de Julho de 2021

1. DADOS INICIAIS

1.1. Dados do Contratante:

Contratante: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Endereço: Eixo Monumental Sul, Via S1, Setor Sudoeste –
Brasília-DF

CNPJ: 00.396.895/0010-16

Telefone: (61)2102-4700

1.2. Dados Contratado:

Contratado: Atlântico Engenharia Ltda

Endereço: SCS – quadra 2 – bloco C – nº 41 – Ed. Anhanguera –
salas 115/116 – Brasília-DF

CNPJ: 14.355.750/0001-90

Telefone: 3029-7500

1.3. Responsáveis Técnicos:

João Bosco Barbosa de Faria – Engº Eletricista e de Segurança do
Trabalho – CREA nº 10.625/D-MG

Ivanoé Pedro Tonussi Jr – Engº Mecânico – CREA nº 8.522/D-
DF

Ricardo Seron Carvalho – Engº Eletricista e de Segurança do
Trabalho – CREA nº 5.061.768.392/D-SP

Leandro da Silva Lima – Engº de Controle e Automação – CREA
nº 13.392/D-DF

Kenya Dias Cesar – Engª Civil – CREA nº 4.800/D-RN

1.4. Data de Execução:

Coleta de dados: 14 de julho de 2021

2. RESUMO

A estanqueidade de um ambiente é caracterizada pela capacidade de seus elementos laterais, teto e fundo de impedir a passagem de substâncias entre as partes internas e externas de um determinado ambiente.

O teste de estanqueidade é uma técnica não destrutiva, geralmente executada com o sistema em operação normal (plena carga) e permite aferir as condições de conformidade de uma Sala Cofre por meio da pressurização e despressurização do ambiente.

A norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001 estabelecem os procedimentos a serem observados para realizar o teste de estanqueidade em uma Sala Cofre.

3. NORMAS TÉCNICAS

- ABNT NBR 15.247:2004 – Unidades de armazenagem segura - Salas cofre e cofres para hardware - Classificação e método de ensaio de resistência ao fogo.
- EN 1.047-2 – Secure storage units - Classification and methods of test for resistance to fire - Part 2: Data rooms and data container.
- ASTM E779:2019 – Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization.
- NFPA 2001:2018 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.

4. INTRODUÇÃO

O procedimento observado para execução do teste de estanqueidade seguiu o que preconiza a norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

No dia 14 de julho de 2021, no local onde está instalada a Sala Cofre II foram coletadas as informações necessárias para a realização do relatório de teste de estanqueidade.

Naquela oportunidade, foram coletadas as dimensões da sala, aferidas as temperaturas externa e interna da sala no momento da pressurização e despressurização, data e horários do início e fim de cada processo de teste, altitude, as pressões, velocidades do vento, vazões e densidade do ar para cada etapa do teste, bem como a quantidade de portas da sala.

E finalmente foi efetuado o checklist conforme estabelece a norma ASTM E779, tais como altura da sala x diferença de temperatura, abertura mínima entre as zonas dentro da sala, dentre outros itens.

5. METODOLOGIA

Foi identificado que a sala se encontra a uma altitude de 1.161 metros e a temperatura externa inicial de +23,90°C.

Foi efetuado a liberação da abertura específica para execução dos testes de estanqueidade da Sala Cofre II, possibilitando o início do teste.

Efetuuou-se então a interligação do equipamento de teste à abertura específica da sala cofre para início do processo de coleta de dados para o teste de estanqueidade.

Foi medida a temperatura interna da sala no início do teste.

Foram executados os levantamentos das medidas de pressurização e despressurização, e suas respectivas velocidades do ar, para cálculos das vazões, e os horários de cada teste, conforme solicitações da norma.

Após a realização dos procedimentos descritos acima, foram efetuadas as medidas de temperatura externa e interna da Sala Cofre II, bem como efetuado o fechamento da abertura específica para execução do teste de estanqueidade.

6. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Tipo: Manometro Diferencial

Fabricante: Testo

Modelo: 512

Número de Série: BK340296/008

Certificado de Calibração n°: 78447/1

Tipo: Termo Anemometro digital

Fabricante: Akso

Modelo: AK835

Número de Série: 2016020643

Certificado de Calibração n°: 21575/16

7. REGISTRO FOTOGRÁFICO DO TESTE:

Medição da temperatura inicial externa e interna:



Figura 01: Temperatura inicial externa

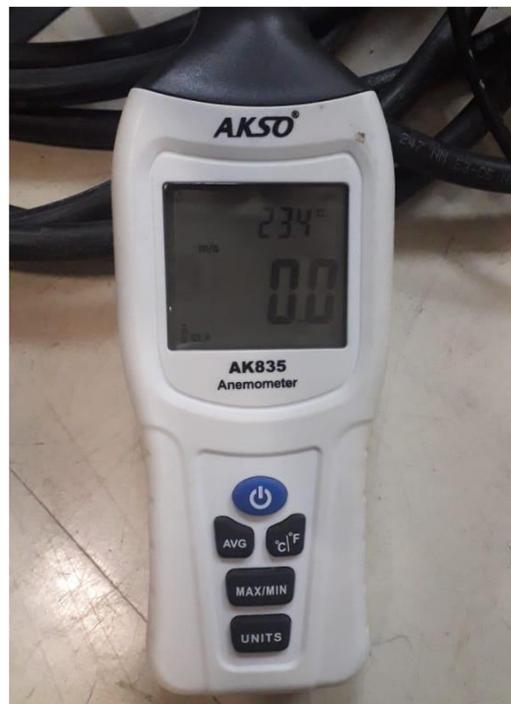


Figura 02: Temperatura inicial interna.

Procedimento de pressurização:



Figura 03: Início da pressurização.

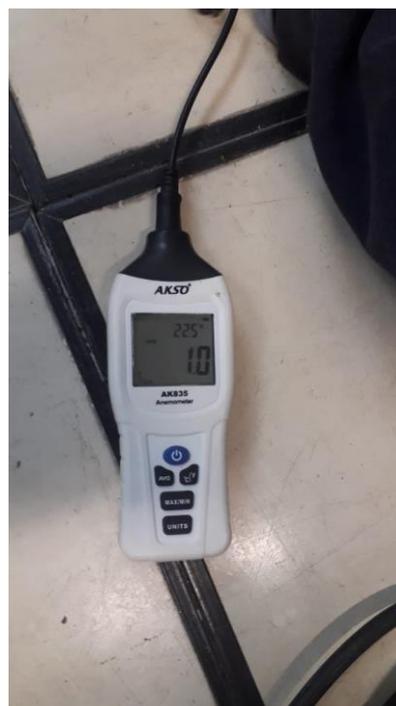


Figura 04: Início da pressurização.



Figura 05: Pressurização 2.



Figura 06: Pressurização 2.



Figura 07: Pressurização 3.



Figura 08: Pressurização 3.



Figura 09: Pressurização 4.



Figura 10: Pressurização 4.



Figura 11: Fim da pressurização.



Figura 12: Fim da pressurização.

Procedimento de despressurização:



Figura 13: Início da despressurização.



Figura 14: Início da despressurização.



Figura 15: Despressurização 2.



Figura 16: Despressurização 2.



Figura 17: Despressurização 3.



Figura 18: Despressurização 3.



Figura 19: Despressurização 4.



Figura 20: Despressurização 4.



Figura 21: Fim da despressurização.



Figura 22: Fim da despressurização.

Medição da temperatura inicial externa e interna:



Figura 23: Temperatura inicial externa



Figura 24: Temperatura inicial interna.

8. MEMÓRIAL DE CÁLCULO

DIMENSÕES INTERNAS DO AMBIENTE

Largura	5,85 m
Comprimento	10,82 m
Altura	2,86 m
Perímetro	33,34 m
Área	63,30 m ²
Volume	181,03 m ³
Altitude	1.161,00 m
Portas	1,00 un

TEMPERATURA AFERIDA

Local	M ⁱ	M ^f	Média
Interna	23,40 °C	24,00 °C	23,70 °C
Externa	23,90 °C	23,40 °C	23,65 °C

PRESSURIZAÇÃO

Início^P: 10:07
Fim^P: 10:25

Duração total:
00:18:00

AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE (m/s)	VAZÃO Q (m ³ /h)
A ^P	19,60	1,00	28,2743280
B ^P	37,60	3,10	87,6504168
C ^P	49,00	2,40	67,8583872
D ^P	60,00	3,50	98,9601480
E ^P	80,90	3,70	104,6150136

DESPRESSURIZAÇÃO

Início^D: 10:30
Fim^D: 10:45

Duração total:
00:15:00

AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE (m/s)	VAZÃO Q (m ³ /h)
A ^D	20,90	3,00	84,8229840
B ^D	37,60	3,10	87,6504168
C ^D	49,50	3,60	101,7875808
D ^D	62,00	3,50	98,9601480
E ^D	78,30	3,30	93,3052824

DADOS DA DENSIDADE DO AR

Interno	1,037 kgf/m ³
Externo	1,037 kgf/m ³

PRESSURIZAÇÃO

Pressão medida – dPi comp	19,6 Pa	37,6 Pa	49,0 Pa	60,0 Pa	80,9 Pa
Logarítmo neperiano ln(dPi comp)	2,97553	3,62700	3,89182	4,09434	4,39321
Vazão medida – Qi	28,27 m ³ /h	87,65 m ³ /h	67,86 m ³ /h	98,96 m ³ /h	104,62 m ³ /h
Vazão compensada – Qi comp	0,0079 m ³ /s	0,0244 m ³ /s	0,0189 m ³ /s	0,0275 m ³ /s	0,0291 m ³ /s
Logarítmo neperiano – ln(dQi comp)	-4,8466	-3,7152	-3,9711	-3,5938	-3,5382

Covariância – S {ln(dPi comp); ln(Qi comp)} 0,261511925 Variância S²{(ln dPi)} 0,289146498 Fator n -0,065853815

Viscosidade dinâmica interna - μ int 1,830E-05 kgf/m.s 1,813E-05 kgf/m.s

Coefficiente de vazamento - C 0,025 0,021

ÁREA DE VAZAMENTO: 0,000005958 m² 0,05958 cm²

ENSAIO DE ESTANQUEIDADE SEGUNDO A NORMA ASTM E779

DESPRESSURIZAÇÃO

Pressão medida – dPi comp	20,9 Pa	37,6 Pa	49,5 Pa	62,0 Pa	78,3 Pa
Logarítmo neperiano ln(dPi comp)	3,0397	3,6270	3,9020	4,1271	4,3605
Vazão medida – Qi	84,82 m ³ /h	87,65 m ³ /h	101,79 m ³ /h	98,96 m ³ /h	93,31 m ³ /h
Vazão compensada – Qi comp	0,0236 m ³ /s	0,0243 m ³ /s	0,0283 m ³ /s	0,0275 m ³ /s	0,0259 m ³ /s
Logarítmo neperiano – ln(dQi comp)	-3,74829	-3,71550	-3,56597	-3,59414	-3,65298

Covariância – S {ln(dPi comp); ln(Qi comp)} 0,028 Variância S²{(ln dPi)} 0,259725379 Fator npp -0,008

Viscosidade dinâmica interna - μ int 1,830E-05 kgf/m.s 1,813E-05 kgf/m.s

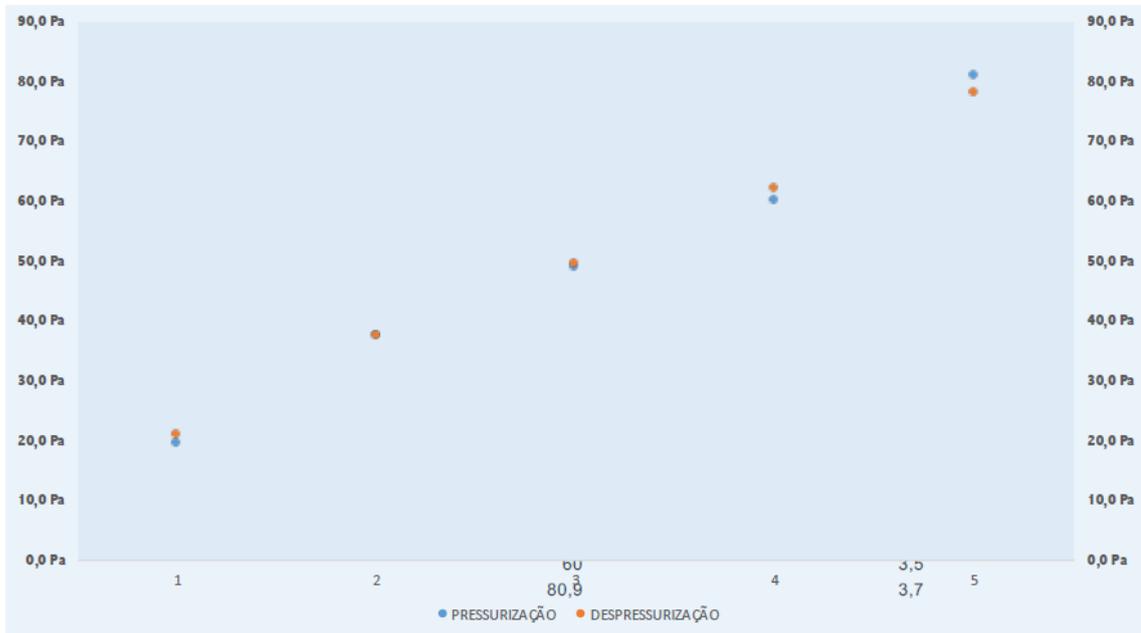
Coefficiente de vazamento - C 0,026634 cm² 0,022687 m³/s*(Pa)ⁿ

ÁREA DE VAZAMENTO: 0,000006457 m² 0,06457 cm²

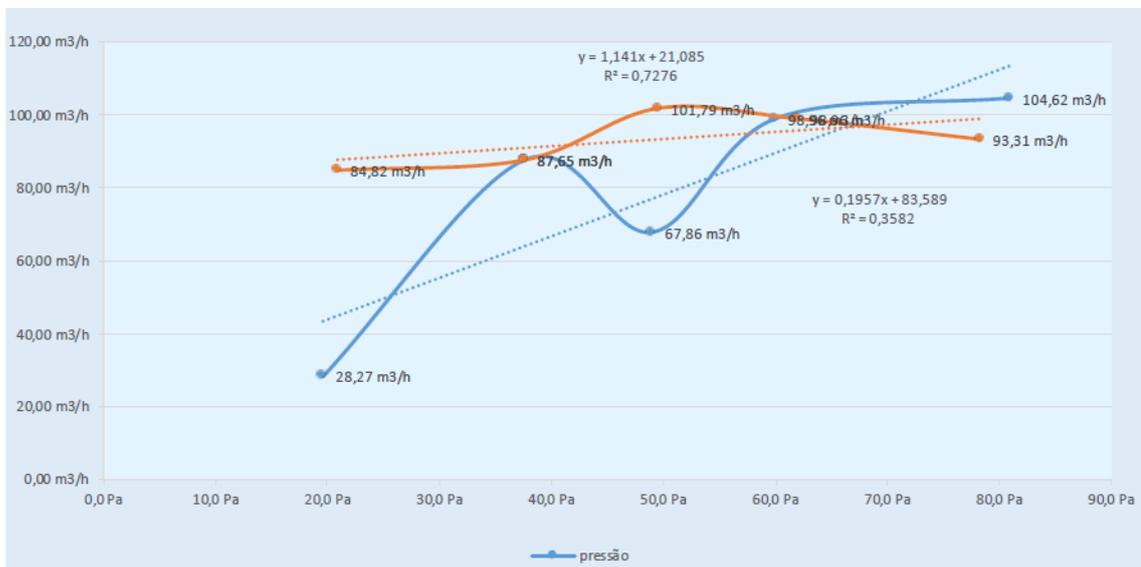
ENSAIO DE ESTANQUEIDADE SEGUNDO A NORMA ASTM E779

9. GRÁFICOS

PRESSURIZAÇÃO X DESPRESSURIZAÇÃO (Pa)



PRESSURIZAÇÃO E DESPRESSURIZAÇÃO m³/h x Pa



10. CONCLUSÃO:

Esse relatório foi realizado com base no item 10 da norma ASTM E779, após análise das informações coletadas e resultados obtidos com os cálculos executados, verifica-se que **a Sala Cofre II do INMET atende os requisitos de estanqueidade conforme preconizam a norma ASTM E779.**

Portanto, pode se afirmar que a Sala Cofre está aprovada no teste de estanqueidade.

Eng°. Leandro da Silva Lima | CREA 13.392/D-DF
+55 (61) 99816 0667

Relatório Técnico do Teste de Estanqueidade

Elaborado para:

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP
Setor de Indústrias Gráficas, Quadra 04, Lote 327 – Edifício Villa Lobos – Brasília/DF



Brasília, 02 de Agosto de 2022

1. DADOS INICIAIS

1.1. Dados do Contratante:

Contratante: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas
Educaionais Anísio Teixeira – INEP

Endereço: Setor de Indústrias Gráficas, Quadra 04, Lote 327 –
Edifício Villa Lobos – Brasília/DF

CNPJ: 01.678.363/0001-43

Telefone: (61) 2022-3780

1.2. Dados Contratado:

Contratado: Atlântico Engenharia Ltda

Endereço: SCS – quadra 2 – bloco C – nº 41 – Ed. Anhanguera –
salas 115/116 – Brasília-DF

CNPJ: 14.355.750/0001-90

Telefone: 3029-7500

1.3. Responsáveis Técnicos:

João Bosco Barbosa de Faria – Engº Eletricista e de Segurança do
Trabalho – CREA nº 10.625/D-MG

Ivanoé Pedro Tonussi Jr – Engº Mecânico – CREA nº 8.522/D-DF

Ricardo Seron de Carvalho – Engº Eletricista e de Segurança do
Trabalho – CREA nº 5.061.768.392/D-SP

Leandro da Silva Lima – Engº de Controle e Automação – CREA
nº 13.392/D-DF

Kenya Dias Cesar – Engª Civil – CREA nº 4.800/D-RN

1.4. Data de Execução:

Coleta de dados: 27 de julho de 2022

2. RESUMO

A estanqueidade de um ambiente é caracterizada pela capacidade de seus elementos laterais, teto e fundo de impedir a passagem de substâncias entre as partes internas e externas de um determinado ambiente.

O teste de estanqueidade é uma técnica não destrutiva, geralmente executada com o sistema em operação normal (plena carga) e permite aferir as condições de conformidade de uma Sala Cofre certificada ABNT NBR 15.247 e EN 1.047-2, por meio da pressurização e despressurização do ambiente.

A norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001 estabelecem os procedimentos a serem observados para realizar o teste de estanqueidade em uma Sala Cofre.

3. NORMAS TÉCNICAS

- ABNT NBR 15.247:2004 – Unidades de armazenagem segura - Salas cofre e cofres para hardware - Classificação e método de ensaio de resistência ao fogo.
- EN 1.047-2 – Secure storage units - Classification and methods of test for resistance to fire - Part 2: Data rooms and data container.
- ASTM E779:2019 – Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization.
- NFPA 2001:2018 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.

4. INTRODUÇÃO

O procedimento observado para execução do teste de estanqueidade seguiu o que preconiza a norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

No dia **27 de julho de 2022**, no local onde está instalada a Sala Cofre foram coletadas as informações necessárias para a realização do relatório de teste de estanqueidade.

Naquela oportunidade, foram coletadas as dimensões da sala e aferida a temperatura externa e interna da sala no momento da pressurização e despressurização, data e horários do início e fim de cada processo de teste, altitude, pressões, velocidades do vento, vazões e densidade do ar para cada etapa do teste, bem como a quantidade de portas da sala.

Foi efetuado o checklist conforme estabelece a norma ASTM E779, tais como altura da sala x diferença de temperatura, abertura mínima de 1,60m entre as zonas dentro da sala, dentre outros itens.

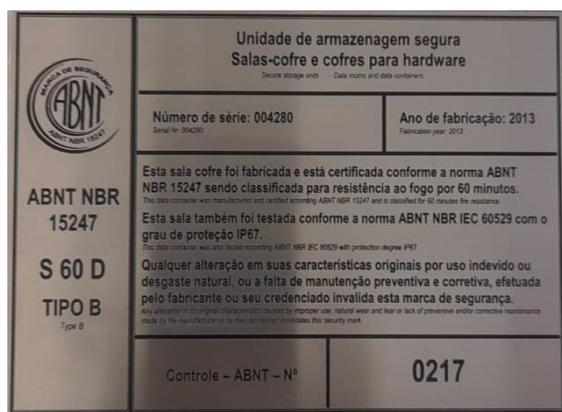


Figura 01: Selo da certificação NBR 15.247 da Sala Cofre

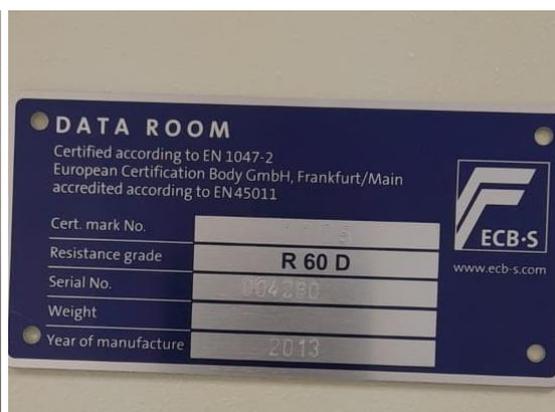


Figura 02: EN 1.047-2 da Sala Cofre

5. METODOLOGIA

Foi identificado que a sala se encontra a uma altitude de **1.178 metros** e a temperatura externa inicial de **+24,50°C**.

Removeu-se o degrau de acesso à sala, liberando o acesso à abertura específica para execução dos testes de estanqueidade da sala cofre e possibilitando o início do teste.

Efetuuou-se então a interligação do equipamento de teste à abertura específica da sala cofre para início do processo de coleta de dados para o teste de estanqueidade.

Conforme determina a norma ASTM E 779: “se a abertura for abaixo do piso elevado, deve-se ter uma abertura de no mínimo 1,60m² de área de interligação entre as zonas, dentro da sala a ser testada. (ambiente e piso elevado)”. Como a abertura específica para testes está localizada abaixo do piso elevado, foram removidas placas equivalentes a 1,60m².

Foi medida a temperatura interna da sala no início do teste.

Foram executados os levantamentos das medidas de pressurização e despressurização, e suas respectivas velocidades do ar, para cálculos das vazões, e os horários de cada teste, conforme solicitações da norma.

Após a realização dos procedimentos descritos acima, foram efetuadas as medidas de temperatura externa e interna da Sala Cofre, bem como efetuado o fechamento da abertura específica para execução do teste de estanqueidade e reinstalação do degrau de acesso à Sala Cofre.

6. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Tipo: Manômetro Diferencial

Fabricante: Testo

Modelo: 512

Número de Série: BK340296/008

Tipo: Termo Anemômetro digital

Fabricante: Akso

Modelo: AK835

Número de Série: 2016020643

7. REGISTRO FOTOGRÁFICO DO TESTE:

Remoção da blindagem para executar o teste de estanqueidade e remoção das placas de piso elevado:



Figura 03: Remoção da blindagem.

Medição da temperatura inicial externa e interna:



Figura 04: Temperatura inicial externa



Figura 05: Temperatura inicial interna.

Procedimento de pressurização:



Figura 06: Início da pressurização.



Figura 07: Velocidade inicial.



Figura 08: Pressurização 2.

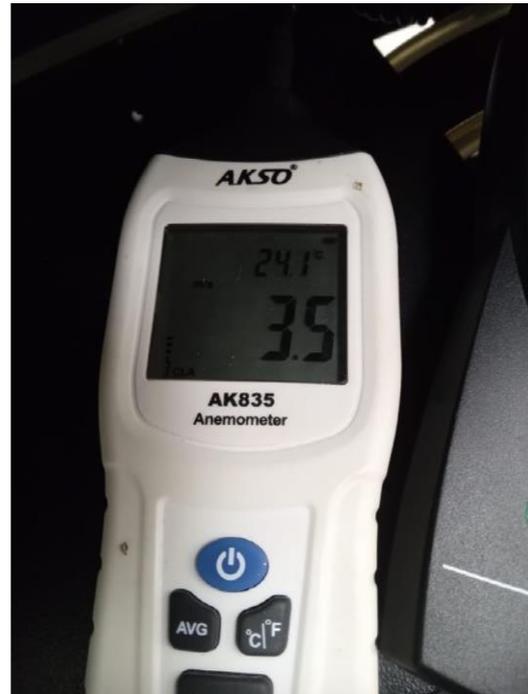


Figura 09: Velocidade 2.



Figura 10: Pressurização 3.

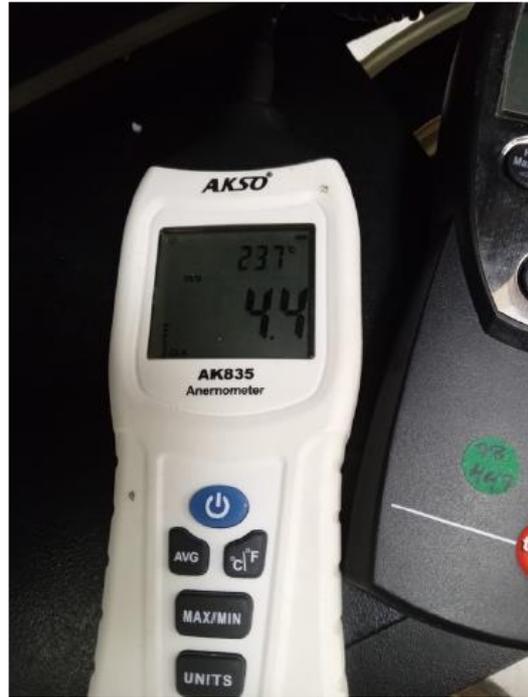


Figura 11: Velocidade 3.



Figura 12: Pressurização 4.



Figura 13: Velocidade 4.



Figura 14: Pressurização 5.



Figura 15: Velocidade 5.

Procedimento de despressurização:



Figura 16: Início da despressurização.



Figura 17: Velocidade inicial.



Figura 18: despressurização 2.



Figura 19: Velocidade 2.



Figura 20: despressurização 3.



Figura 21: Velocidade 3.



Figura 22: despressurização 4.



Figura 23: Velocidade 4.



Figura 24: despressurização 5.



Figura 25: Velocidade 5.

Medição da Temperatura Final Externa e Interna:



Figura 26: Temperatura final externa.



Figura 27: Temperatura final interna.

8. MEMÓRIAL DE CÁLCULO

DIMENSÕES DO AMBIENTE			
LARGURA		8,87	m
COMPRIMENTO		13,69	m
ALTURA		2,80	m
PERIMETRO		45,12	m
ÁREA		121,43	m ²
VOLUME		340,00	m ³
ALTITUDE		1178,00	m
PORTAS		1,00	un

TEMPERATURA AFERIDA				
		<i>Mⁱ</i>	<i>M^f</i>	<i>MÉDIA</i>
INTERNA		22,60 °C	23,50 °C	23,05 °C
EXTERNA		24,50 °C	23,00 °C	23,75 °C

PRESSURIZAÇÃO			
INICIO ^P	10:35	DURAÇÃO	
FIM ^P	10:54	00:19:00	
AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE M/s	VAZÃO Q(m3/h)
A^P	31,70	3,10	87,6504168
B^P	46,80	3,50	98,9601480
C^P	53,80	4,40	124,4070432
D^P	67,10	4,70	132,8893416
E^P	89,00	5,10	144,1990728

DESPRESSURIZAÇÃO			
INICIO ^D	11:25	DURAÇÃO	
FIM ^D	11:40	00:15:00	
AFERIÇÃO	PRESSÃO (Pa)	VELOCIDADE M/s	VAZÃO Q(m3/h)
A^D	35,30	1,50	42,4114920
B^D	47,90	1,60	45,2389248
C^D	52,60	2,20	62,2035216
D^D	69,40	2,40	67,8583872
E^D	91,20	3,30	93,3052824

DADOS DA DENSIDADE DO AR	
DENSIDADE DO AR - INTERNO	1,037 kgf/m ³
DENSIDADE DO AR - EXTERNO	1,034 kgf/m ³

PRESSURIZAÇÃO

Pressão medida - dPi comp	31,7 Pa	46,8 Pa	53,8 Pa	67,1 Pa	89,0 Pa
Logarítmo neperiano ln (dPi comp)	3,45632	3,84588	3,98527	4,20618	4,48864
Vazão medida - Qi	87,65 m ³ /h	98,96 m ³ /h	124,41 m ³ /h	132,89 m ³ /h	144,20 m ³ /h
Vazão compensada - Qi comp	0,0243 m ³ /s	0,0274 m ³ /s	0,0345 m ³ /s	0,0368 m ³ /s	0,0400 m ³ /s
Logarítmo neperiano - ln (dQi comp)	-3,7177	-3,5963	-3,3675	-3,3015	-3,2199
Covariança - S { ln (dPi comp); ln (Qi	0,077528300	Variança S ² { (ln dPi) }		0,150193767	Fator n -0,023022564
Viscosidade dinâmica interna - μ int	1,827E-05 kgf/m.s			1,813E-05 kgf/m.s	
Coefficiente de vazamento - C	0,035 cm ²			0,030 m ³ /s*(Pa) ⁿ	

AREA DE VAZAMENTO	0,00006315m ²	0,06315 cm ²
-------------------	--------------------------	-------------------------

DESPRESSURIZAÇÃO

Pressão medida - dPi comp	35,3 Pa	47,9 Pa	52,6 Pa	69,4 Pa	91,2 Pa
Logarítmo neperiano ln (dPi comp)	3,5639	3,8691	3,9627	4,2399	4,5131
Vazão medida - Qi	42,41 m ³ /h	45,24 m ³ /h	62,20 m ³ /h	67,86 m ³ /h	93,31 m ³ /h
Vazão compensada - Qi comp	0,0118 m ³ /s	0,0126 m ³ /s	0,0173 m ³ /s	0,0189 m ³ /s	0,0260 m ³ /s
Logarítmo neperiano - ln (dQi comp)	-4,43891	-4,37437	-4,05592	-3,96890	-3,65045
Covariança - S { ln (dPi comp); ln (Qi	0,111	Variança S ² { (ln dPi) }		0,131267551	Fator n -0,027
Viscosidade dinâmica interna - μ int	1,831E-05 kgf/m.s			1,813E-05 kgf/m.s	
Coefficiente de vazamento - C	0,018547 cm ²			0,015745 m ³ /s*(Pa) ⁿ	

AREA DE VAZAMENTO	0,00006277 m ²	0,06277 cm ²
-------------------	---------------------------	-------------------------

AGRUPADO

PARÂMETROS									
ρ ext. desp.: 1,0624		ρ int. press.: 1,0657		ρ comb.: 1,0641		μ int press.: 1,8270E-05		μ ext desp.: 1,8313E-05	
PRESSURIZAÇÃO					DESPRESSURIZAÇÃO				
Logarítmo neperiano ln (dPi comp)									
3,4563 m3/h	3,8459 m3/h	3,9853 m3/h	4,2062 m3/h	4,4886 m3/h	3,5639 m3/h	3,8691 m3/h	3,9627 m3/h	4,2399 m3/h	4,5131 m3/h
Logarítmo neperiano - ln (dQi comp)									
-3,7177 m3/s	-3,5963 m3/s	-3,3675 m3/s	-3,3015 m3/s	-3,2199 m3/s	-4,4389 m3/s	-4,3744 m3/s	-4,0559 m3/s	-3,9689 m3/s	-3,6505 m3/s
Covariança - S { ln (dPi comp); ln (Qi comp)				0,029247173					
Variança S ² { (ln dPi) }				0,067675597					
Fator n				0,432167201					
Viscosidade dinâmica interna - μ int				1,829E-05 kgf/m.s					
Viscosidade referência μ ref				1,813E-05 kgf/m.s					
Coeficiente de vazamento - C				0,004073 cm2					
Coeficiente de vazamento co				0,003792 m3/s*(Pa)^n					
Área de Vazamento Efetiva				0,00267804 m2		26,7804 cm2			

Índice Unitário Vazamento = Área vazamento Efetiva / Superfície Ambiente 4,46109E-07

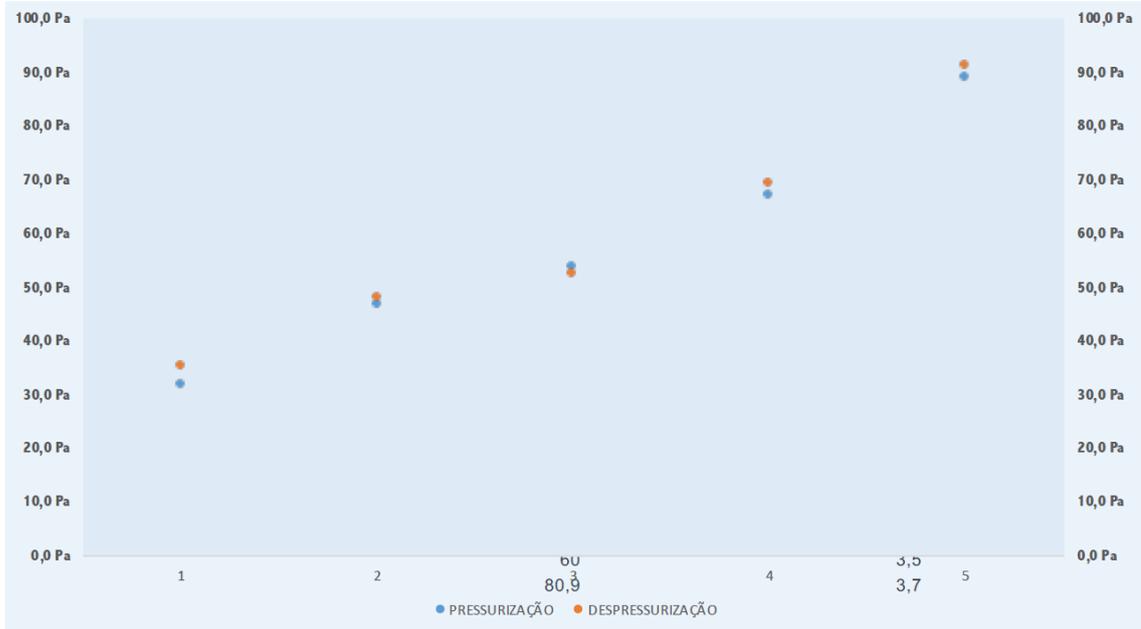
Índice Unitário Vazamento Aceitável (fator de segurança para o volume desta sala e para o sistema de incêndio aplicado) 2,28141E-02

Relação Índice Unitário Vazamento / Índice Unitário Vazamento Aceitável 0,000020

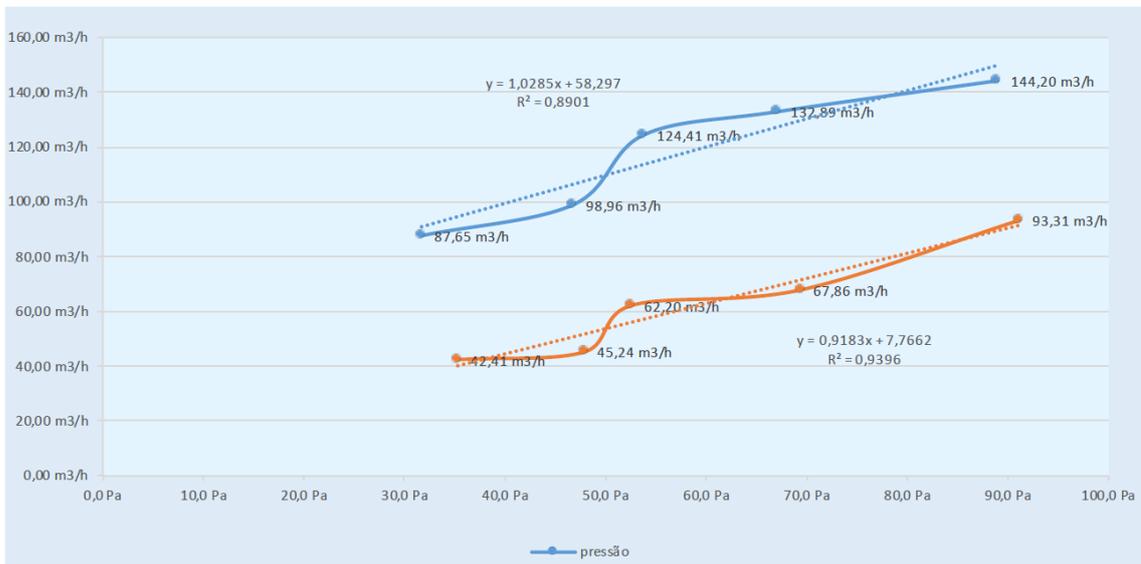
Atende a norma ASTM E779 e correlatas

9. GRÁFICOS

PRESSURIZAÇÃO X DESPRESSURIZAÇÃO (Pa)



PRESSURIZAÇÃO E DESPRESSURIZAÇÃO m³/h x Pa



10. CONCLUSÃO:

Após análise das informações coletadas e resultados obtidos com os cálculos executados, em conformidade com a norma ASTM E-779, verifica-se que a Sala Cofre do INEP atende os requisitos de estanqueidade conforme preconizam a norma ASTM E 779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

Portanto, pode se afirmar que a **Sala Cofre está aprovada no teste de estanqueidade.**

Eng°. Leandro da Silva Lima | CREA 13.392/D-DF
+55 (61) 99816 0667

Relatório Técnico do Teste de Estanqueidade

Elaborado para:

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP
Setor de Indústrias Gráficas, Quadra 04, Lote 327 – Edifício Villa Lobos – Brasília/DF



Brasília, 04 de Agosto de 2023

1. DADOS INICIAIS

1.1. Dados do Contratante:

Contratante: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas
Educaionais Anísio Teixeira – INEP

Endereço: Setor de Indústrias Gráficas, Quadra 04, Lote 327 –
Edifício Villa Lobos – Brasília/DF

CNPJ: 01.678.363/0001-43

Telefone: (61) 2022-3780

1.2. Dados Contratado:

Contratado: Atlântico Engenharia Ltda

Endereço: SCS – quadra 2 – bloco C – nº 41 – Ed. Anhanguera –
salas 115/116 – Brasília-DF

CNPJ: 14.355.750/0001-90

Telefone: 3029-7500

1.3. Responsáveis Técnicos:

João Bosco Barbosa de Faria – Engº Eletricista e de Segurança do
Trabalho – CREA nº 10.625/D-MG

Ivanoé Pedro Tonussi Jr – Engº Mecânico – CREA nº 8.522/D-DF

Ricardo Seron de Carvalho – Engº Eletricista e de Segurança do
Trabalho – CREA nº 5.061.768.392/D-SP

Leandro da Silva Lima – Engº de Controle e Automação – CREA
nº 13.392/D-DF

Kenya Dias Cesar – Engª Civil – CREA nº 4.800/D-RN

1.4. Data de Execução:

Coleta de dados: 26 de julho de 2023

2. RESUMO

A estanqueidade de um ambiente é caracterizada pela capacidade de seus elementos laterais, teto e fundo de impedir a passagem de substâncias entre as partes internas e externas de um determinado ambiente.

O teste de estanqueidade é uma técnica não destrutiva, geralmente executada com o sistema em operação normal (plena carga) e permite aferir as condições de conformidade de uma Sala Cofre certificada ABNT NBR 15.247 e EN 1.047-2, por meio da pressurização e despressurização do ambiente.

A norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001 estabelecem os procedimentos a serem observados para realizar o teste de estanqueidade em uma Sala Cofre.

3. NORMAS TÉCNICAS

- ABNT NBR 15.247:2004 – Unidades de armazenagem segura - Salas cofre e cofres para hardware - Classificação e método de ensaio de resistência ao fogo.
- EN 1.047-2 – Secure storage units - Classification and methods of test for resistance to fire - Part 2: Data rooms and data container.
- ASTM E779:2019 – Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization.
- NFPA 2001:2018 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems.

4. INTRODUÇÃO

O procedimento observado para execução do teste de estanqueidade seguiu o que preconiza a norma ASTM E779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

No dia **26 de julho de 2023**, no local onde está instalada a Sala Cofre foram coletadas as informações necessárias para a realização do relatório de teste de estanqueidade.

Naquela oportunidade, foram coletadas as dimensões da sala e aferida a temperatura externa e interna da sala no momento da pressurização e despressurização, data e horários do início e fim de cada processo de teste, altitude, pressões, velocidades do vento, vazões e densidade do ar para cada etapa do teste, bem como a quantidade de portas da sala.

Foi efetuado o checklist conforme estabelece a norma ASTM E779, tais como altura da sala x diferença de temperatura, abertura mínima de 1,60m entre as zonas dentro da sala, dentre outros itens.

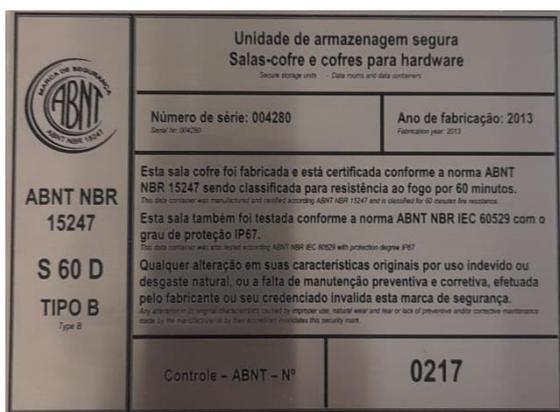


Figura 01: Selo da certificação NBR 15.247 da Sala Cofre

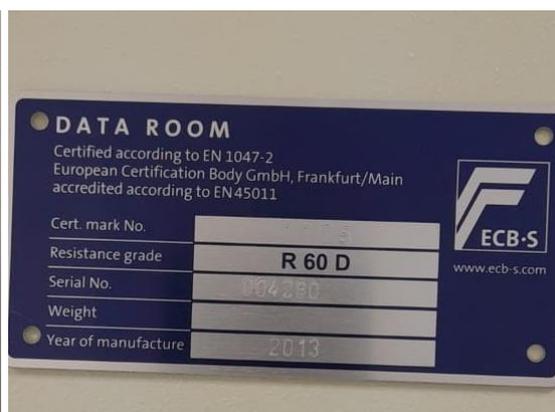


Figura 02: EN 1.047-2 da Sala Cofre

5. METODOLOGIA

Foi identificado que a sala se encontra a uma altitude de **1.178 metros** e a temperatura externa inicial de **+24,50°C**.

Removeu-se o degrau de acesso à sala, liberando o acesso à abertura específica para execução dos testes de estanqueidade da sala cofre e possibilitando o início do teste.

Efetuuou-se então a interligação do equipamento de teste à abertura específica da sala cofre para início do processo de coleta de dados para o teste de estanqueidade.

Conforme determina a norma ASTM E 779: “se a abertura for abaixo do piso elevado, deve-se ter uma abertura de no mínimo 1,60m² de área de interligação entre as zonas, dentro da sala a ser testada. (ambiente e piso elevado)”. Como a abertura específica para testes está localizada abaixo do piso elevado, foram removidas placas equivalentes a 1,60m².

Foi medida a temperatura interna da sala no início do teste.

Foram executados os levantamentos das medidas de pressurização e despressurização, e suas respectivas velocidades do ar, para cálculos das vazões, e os horários de cada teste, conforme solicitações da norma.

Após a realização dos procedimentos descritos acima, foram efetuadas as medidas de temperatura externa e interna da Sala Cofre, bem como efetuado o fechamento da abertura específica para execução do teste de estanqueidade e reinstalação do degrau de acesso à Sala Cofre.

6. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Tipo: Manômetro Diferencial

Fabricante: Highmed

Modelo: HM – 920-1

Número de Série: 2017.04.3792

Tipo: Termo Anemômetro digital

Fabricante: Skill-TEC

Modelo: SKTAFQ-01

Número de Série: Q807696

7. MEMÓRIA DE CÁLCULO

Dados iniciais:

Descrição	Símbolo	Valor	Unidade
Altitude	h	1178	m
Número de Portas	np	1	un
Comprimento	C	13,71	m
Largura	L	8,86	m
Altura	A	2,81	m
Volume Interno	Vi	341,33239	m ³
Área do Piso	Sp	121,4706	m ²
Área do Teto	St	121,4706	m ²
Área da Parede Frontal (Porta)	Apf	24,8966	m ²
Área da Parede Traseira	Apt	24,8966	m ²
Área da Parede Direita	Apd	38,5251	m ²
Área da Parede Esquerda	Ape	38,5251	m ²
Área de Vazamento	Av	248,314	m ²

Descrição	Temperatura Média (° C)	Temperatura Mínima (° C)	Temperatura Máxima (° C)	Número de Medições Realizadas
Temperatura Interna	22,125	22,25	22,05	10
Temperatura Externa	23,975	24,05	23,85	10

7.1. PRESSURIZAÇÃO

O volume interno da Sala-Cofre foi pressurizado até a estabilidade do sistema, atingindo uma pressão positiva (pressurização) inicial de 10 mmH₂O. Em seguida, foram realizadas medições da pressão interna da Sala-Cofre a cada 60 segundos.

Horário de Início: 14 horas e 38 minutos

Horário de Conclusão: 14 horas e 52 minutos

Duração: 14 minutos

Viscosidade Dinâmica Interna: 0,00001823 kgf/m.s

Variação do Tempo (segundos)	Símbolo	Valor	LN (Pn)	V (m/s)	Q (m³/s)	LN (Qn)
0	P1	10 mmH2O	2,3026	10,5	0,3299	-1,109
60	P2	11 mmH2O	2,3979	10,4	0,1838	-1,694
120	P3	12 mmH2O	2,4849	10,6	0,1873	-1,675
180	P4	11 mmH2O	2,3979	10,7	0,1891	-1,666
240	P5	11 mmH2O	2,3979	9,8	0,1732	-1,753
300	P6	11 mmH2O	2,3979	11,5	0,2032	-1,594
360	P7	12 mmH2O	2,4849	11,2	0,1979	-1,62
420	P8	13 mmH2O	2,565	9,5	0,1679	-1,785
480	P9	13 mmH2O	2,565	9,9	0,175	-1,743
540	P10	14 mmH2O	2,6391	10,1	0,1785	-1,723
600	P11	13 mmH2O	2,565	10,2	0,1803	-1,713
660	P12	13 mmH2O	2,565	9,8	0,1732	-1,753
720	P13	12 mmH2O	2,4849	10,5	0,1856	-1,684
780	P14	12 mmH2O	2,4849	10,3	0,1820	-1,704
840	P15	13 mmH2O	2,565	10,4	0,1838	-1,694

Considerando a área total de vazamento, e a variação da pressão pelo tempo, tem-se uma vazão média de 0,0041 m³/s. A referida vazão média representa uma taxa de vazamento média de 0,00001189% do volume interno por segundo.

Desta forma, o tempo de resistência para o vazamento de 100% do volume interno para o meio externo, de 23 horas e 21 minutos, conforme apresentado na Figura e na Tabela a seguir. Onde 0% é o momento inicial do vazamento e 100% é quando todo o volume interno da Sala-Cofre é vazado.



TEMPO DE RESISTÊNCIA A ESTANQUEIDADE
(VAZAMENTO)

Descrição	Percentual	Valor	Unidade
Volume Inicial	0%	0,00	Horas
Volume 1	10%	2,34	Horas
Volume 2	20%	4,67	Horas
Volume 3	30%	7,01	Horas
Volume 4	40%	9,34	Horas
Volume 5	50%	11,68	Horas
Volume 6	60%	14,01	Horas
Volume 7	70%	16,35	Horas
Volume 8	80%	18,68	Horas
Volume 9	90%	21,02	Horas
Volume Final	100%	23,35	Horas

7.2. DESPRESSURIZAÇÃO

O volume interno da Sala-Cofre foi despressurizado até a estabilidade do sistema, atingindo uma pressão negativa (despressurização) inicial de -14 mmH₂O. Em seguida, foram realizadas medições da pressão interna da Sala-Cofre a cada 60 segundos.

Horário de Início: 15 horas e 06 minutos

Horário de Conclusão: 15 horas e 20 minutos

Duração: 14 minutos

Viscosidade Dinâmica Interna: 0,00001819 kgf/m.s

Variação do Tempo (segundos)	Símbolo	Valor	LN (Pn)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	LN (Qn)
0	P1	-14 mmH ₂ O	2,63906	11,2	0,35186	-1,0445
60	P2	-14 mmH ₂ O	2,63906	11	0,19439	-1,6379
120	P3	-13 mmH ₂ O	2,56495	1,1	0,01944	-3,9405
180	P4	-12 mmH ₂ O	2,48491	10,7	0,18908	-1,6656
240	P5	-12 mmH ₂ O	2,48491	11,4	0,20145	-1,6022
300	P6	-12 mmH ₂ O	2,48491	10,9	0,19262	-1,647
360	P7	-13 mmH ₂ O	2,56495	11	0,19439	-1,6379
420	P8	-12 mmH ₂ O	2,48491	10,8	0,19085	-1,6563
480	P9	-12 mmH ₂ O	2,48491	10,6	0,18732	-1,675
540	P10	-14 mmH ₂ O	2,63906	11,4	0,20145	-1,6022
600	P11	-13 mmH ₂ O	2,56495	10,1	0,17848	-1,7233
660	P12	-12 mmH ₂ O	2,48491	10,4	0,18378	-1,694
720	P13	-13 mmH ₂ O	2,56495	10,9	0,19262	-1,647
780	P14	-12 mmH ₂ O	2,48491	11,1	0,19615	-1,6289
840	P15	-13 mmH ₂ O	2,56495	10,3	0,18202	-1,7037

Considerando a área total de vazamento, e a variação da pressão pelo tempo, tem-se uma vazão média de $-0,0043 \text{ m}^3/\text{s}$. A referida vazão média representa uma taxa de vazamento média de $-0,00001255\%$ do volume interno por segundo.

Desta forma, o tempo de resistência para o vazamento de 100% do volume interno para o meio externo, de 22 horas e 08 minutos, conforme apresentado na Figura e na Tabela a seguir. Onde 0% é o momento inicial da contaminação e 100% é quando todo o volume interno da Sala-Cofre é preenchido com ar externo.



TEMPO DE RESISTÊNCIA A ESTANQUEIDADE (CONTAMINAÇÃO)

Descrição	Percentual	Valor	Unidade
Volume Inicial	0%	0,00	Horas
Volume 1	10%	2,21	Horas
Volume 2	20%	4,43	Horas
Volume 3	30%	6,64	Horas
Volume 4	40%	8,85	Horas
Volume 5	50%	11,06	Horas
Volume 6	60%	13,28	Horas
Volume 7	70%	15,49	Horas
Volume 8	80%	17,70	Horas
Volume 9	90%	19,92	Horas
Volume Final	100%	22,13	Horas

7.3. AGRUPAMENTO

Índice Unitário de Vazamento:

$$\frac{\text{Área de Vazamento Efetiva}}{\text{Superfície do Ambiente}} = \frac{0,005357}{248,314} = 2,1572\text{E-}05$$

Índice Unitário de Vazamento Aceitável (fator de segurança para o volume da sala e para o sistema de combate a incêndio instalado) = 0,0248314.

Relação Índice Unitário Vazamento / Índice Unitário Vazamento Aceitável:

$$\frac{2,1572\text{E-}05}{0,0248314} = 8,687\text{E-}04$$

8. CONCLUSÃO:

Após análise das informações coletadas e resultados obtidos com os cálculos executados, em conformidade com a norma ASTM E-779, verifica-se que a Sala Cofre do INEP atende os requisitos de estanqueidade conforme preconizam a norma ASTM E 779 e o Anexo “A” da norma NFPA 2001.

Portanto, pode se afirmar que a **Sala Cofre está aprovada no teste de estanqueidade.**

Eng°. Leandro da Silva Lima | CREA 13.392/D-DF
+55 (61) 99816 0667