



Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Escola Superior
de Tecnologia

Relatório de Estágio no Laboratório de Ensaios Especiais do ISQ

Paulo Jorge Monteiro Mendo

Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial

Orientador

Doutor Armando Lopes Ramalho

Coorientador externo

Engenheiro Vasco Pires

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciado em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Professor Coordenador, Doutor Armando Lopes Ramalho, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Outubro de 2024



Composição do júri

Presidente do júri

Doutor Armando Lopes Ramalho

Arguentes

Doutor Nuno Octávio Garcia Fernandes

Professor Coordenador do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Doutor Paulo Jorge Sequeira Gonçalves

Professor Coordenador do Instituto Politécnico de Castelo Branco



Dedicatória

Aos meus Pais, Firmino e Regina.

À minha esposa, Sara.

À minha filha, Esperança.



Agradecimentos

A conclusão deste estágio representa um marco importante na minha trajetória. Ao longo deste período, tive a oportunidade de aprender e crescer, graças ao apoio e à colaboração de diversas pessoas. É com grande satisfação que dedico este espaço para agradecer a todos aqueles que fizeram parte desta experiência.

Agradeço ao ISQ pela oportunidade de realizar este estágio no Laboratório de Ensaaios Especiais de Castelo Branco e por toda a experiência adquirida.

Ao Engenheiro Vasco Pires, do Laboratório de Ensaaios Especiais, pelas orientações e apoio no decorrer do estágio.

À equipa do Laboratório de Ensaaios Especiais pela integração na equipa e pela partilha de conhecimentos, fazendo com que a experiência adquirida neste estágio tenha sido fundamental para o meu crescimento profissional bem como um contacto com o mundo real da Engenharia.

Ao Professor Doutor Armando Lopes Ramalho, Professor Coordenador da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco, meu orientador de estágio, pela sua disponibilidade, pela leitura que fez deste relatório, por todas as críticas e sugestões ao longo deste estágio.

Aos professores do curso de Engenharia e Gestão Industrial da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco, que com a sua dedicação transmitiram conhecimentos das diversas matérias que contribuíram para o meu crescimento ao longo desta etapa e me deram ferramentas para desafios futuros.

Aos meus pais Firmino e Regina, pelo seu apoio incondicional que desde sempre me acompanharam e contribuíram para a pessoa que hoje sou desde os meus primeiros passos.

À minha esposa Sara, pois foi quem me desafiou a concluir este ciclo de estudos, pela sua paciência, apoio, incentivo e pela revisão deste texto.

À minha filha Esperança, para quem estou em dívida de muitas horas de brincadeira, motor da minha motivação para quem eu possa ser um exemplo de perseverança e de que o trabalho árduo dá os seus frutos.



Resumo

A busca constante por soluções mais eficientes e seguras na engenharia impulsiona a realização de ensaios estruturais cada vez mais rigorosos. Ao longo da história, esses testes evoluíram de métodos empíricos para técnicas sofisticadas, baseadas em conhecimentos científicos e em equipamentos precisos.

O presente relatório tem como objetivo detalhar a experiência adquirida durante o estágio realizado no Laboratório de Ensaios Especiais (LEE) do Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) em Castelo Branco, no período de 02/2024 a 06/2024. Através da participação em diversos ensaios, foi possível aprofundar o conhecimento sobre a importância desses ensaios para garantir a qualidade e a segurança de equipamentos e estruturas.

Os ensaios estruturais permitem caracterizar materiais, avaliar o comportamento de componentes sob diferentes condições de carga e temperatura, e validar modelos numéricos. Essas informações são fundamentais para o dimensionamento adequado de elementos estruturais, órgãos de máquinas, componentes e para a identificação de possíveis falhas e a otimização de projetos.

Durante o estágio tive a oportunidade de participar na preparação de ensaios de certificação ATP e observar a metodologia dos referidos ensaios. O acompanhamento de diferentes testes permitindo constatar e aplicar os conhecimentos adquiridos na Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial bem como desenvolver novas valências.

Este relatório apresenta um panorama das atividades desenvolvidas, e as contribuições dadas ao LEE na conceção, desenvolvimento e execução de vários projetos propostos, nomeadamente um instrumento de medida, uma estrutura de suporte de equipamentos e um controlador mecânico de rotação de motores de automóveis para testes de certificação ATP.

Palavras chave

Ensaios Estruturais

Certificação ATP

Laboratório de Ensaios Especiais

Engenharia e Gestão Industrial

Desenvolvimento de Projetos



Abstract

The constant search for more efficient and safer solutions in engineering drives the performance of increasingly rigorous structural tests. Throughout history, these tests have evolved from empirical methods to sophisticated techniques based on scientific knowledge and precise equipment.

The purpose of this report is to detail the experience gained during my internship at the Special Testing Laboratory (LEE) of the Welding and Quality Institute (ISQ) in Castelo Branco, from 02/2024 to 06/2024. By taking part in various tests, it was possible to deepen my knowledge of the importance of these tests in guaranteeing the quality and safety of equipment and structures.

Structural tests make it possible to characterize materials, assess the behaviour of components under different load and temperature conditions, and validate numerical models. This information is essential for the proper sizing of structural elements, machine parts and components and for identifying possible failures and optimizing projects.

During my internship I had the opportunity to take part in the preparation of ATP certification tests and observe the methodology of these tests. The monitoring of different tests allowed me to verify and apply the knowledge acquired during my degree in Industrial Engineering and Management, as well as to develop new skills.

This report presents an overview of the activities carried out and the contributions made to the LEE in the design, development and execution of various proposed projects, namely a measuring instrument, an equipment support structure and a mechanical car engine speed controller for ATP certification tests.

Keywords

Structural Tests

ATP Certification

Special Testing Laboratory

Engineering and Industrial Management

Project Development



Índice geral

Composição do júri	IV
Dedicatória.....	VI
Agradecimentos	VIII
Resumo	X
Abstract	XII
Índice geral.....	XIV
Índice de figuras.....	XVI
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos.....	XVIII
1. O ISQ.....	1
2. O ISQ em Castelo Branco	2
3. Atividades desenvolvidas	4
Ensaio de Vibração	4
Ensaio Estruturais	6
Ensaio termodinâmicos.....	8
4. Projetos Desenvolvidos	10
Acelerador de Mão.....	10
Sugestão de Melhoria.....	16
Placa de suporte de Banhos	16
Fase de construção	21
Paquímetro.....	23
5. Conclusão	26
6. Bibliografia	27
7. Apêndices.....	29
A- Caderno de encargos de Acelerador de Mão.....	29
B- Caderno de encargos de Base de suporte de Banhos	34
C- Caderno de encargos de Paquímetro	39
8. Anexos.....	44
Anexo A -- Apêndice 2 do anexo 1 Decreto 30-1987 14 de Agosto.....	44



Índice de figuras

Figura 2.1 — Câmara de Vácuo, Fonte: ISQ.....	3
Figura 3.1 — Sistema Shaker, Fonte: ISQ.....	5
Figura 3.2 — Câmara climática acoplada ao Shaker, Fonte: ISQ	5
Figura 3.3 — Ensaio de uma semi asa, Fonte: ISQ.....	6
Figura 3.4 — Piso estruturado 24m x 14m, Fonte: ISQ.....	7
Figura 3.5 — Conjunto de atuadores.....	8
Figura 3.6 — Ensaio em Túnel Termodinâmico, Fonte: ISQ	9
Figura 4.1 — Esquema simplificado do funcionamento do acelerador de mão, in Engilab Beam 2D.....	11
Figura 4.2 — Desenho CAD da montagem das peças, in Autodesk Inventor.....	11
Figura 4.3 — Representação de nova configuração.	12
Figura 4.4 — Nova configuração do acelerador, in Autodesk Inventor	14
Figura 4.5 — Acelerador concluído.....	15
Figura 4.6 — Acelerador concluído.....	15
Figura 4.7 — Montagem das peças do suporte de banhos, in Autodesk Inventor.....	16
Figura 4.8 — Vistas do suporte de banhos, in Autodesk Inventor.....	17
Figura 4.9 — Modelo Simplificado, in Patran.....	18
Figura 4.10 — Dados do material a utilizar, in Patran	18
Figura 4.11 — Carga a aplicada, in Patran	19
Figura 4.12 — Elementos criados, in Patran.....	19
Figura 4.13 — Resultados obtidos - Tensão Máxima, in Patran	20
Figura 4.14 — Resultados obtidos - Deslocamento, in Patran	20
Figura 4.15 — Suporte de banhos na sua versão final, in Autodesk Inventor	21
Figura 4.16 — Fase de construção - suporte acoplado ao tripé,.....	21
Figura 4.17 — Base de suporte de Banhos concluída 1.....	22
Figura 4.18 — Base de suporte de Banhos concluída 2.....	22
Figura 4.19 — Desenho CAD do paquímetro, in Autodesk Inventor	23
Figura 4.20 — Corte das peças de baquelite.	24
Figura 4.21 — Elementos cortados e furados prontos para montagem.....	24
Figura 4.22 — Fase de montagem.....	25
Figura 4.23 — Paquímetro terminado.....	25



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

Acrónimos

AS	Aviation Standard
ATP	Accord relatif aux Transports internationaux des denrées Périssables
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
CAD	Computer-aided Design
EN	European Standard
I&DT	Projetos de investigação e desenvolvimento tecnológico
ISO	International Organization for Standardization
ISQ	Instituto de Soldadura e Qualidade
LABET	Laboratório de Ensaios de Termodinâmica e Aeroespaciais
LEE	Laboratório de Ensaios Especiais
MEF	Método dos Elementos Finitos
NP	Norma Portuguesa



1. O ISQ

O ISQ é uma entidade privada com sede no Taguspark em Oeiras, independente, idónea e acreditada, com serviços de Engenharia, Consultoria, Inspeção, Ensaios, Inovação e atividades de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (I&DT). Atua para promover a qualidade de produtos, serviços, instalações e processos, tendo em vista trazer acreditação, competitividade e inovação aos seus clientes.

Fundado em 1965, o ISQ foi pioneiro na introdução de conceitos de qualidade e certificação em Portugal, contribuindo para a melhoria contínua dos produtos e processos nas empresas nacionais Com diversos Laboratórios das mais diversas áreas:

- CNE – ensaios em embalagens, materiais, produtos de grande consumo, contacto alimentar e brinquedos;
- dBWave.i – Laboratório de ruído e vibrações;
- Ecotermolab – Laboratório de I&D em climatização, energias renováveis e eficiência energética;
- ISQ&CTAG – Laboratório de ensaios para o setor automóvel;
- Lab SARS-COV2 – Laboratório de Química Molecular para SARS-COV2;
- Labend – Laboratório de ensaios não destrutivos;
- Labiagro – Laboratório químico, agroalimentar e microbiológico;
- Labmat – Laboratório de materiais;
- Labmetro – Laboratório de metrologia;
- Laboratório de Fabrico Aditivo;
- Labqui – Laboratório de química e ambiente;
- Labvalv – Laboratório de ensaios e ajuste de válvulas e dispositivos de segurança;
- Labvolume – Laboratório de verificação metrológica de tanques de armazenagem;
- LCM – Laboratório de Efluentes Gasosos e Odores;
- Leeque – Laboratórios de ensaios em equipamentos elétricos;
- QCPharma – Laboratório para a indústria farmacêutica;
- SONDAR.LAB – Laboratório da Qualidade do Ar;
- LEE – Laboratório de Ensaios Especiais;

O ISQ está presente em Portugal bem como no estrangeiro nomeadamente em: Angola, Argélia, Brasil, Cabo Verde, China, Espanha, Guiana Francesa e Timor Leste.

2. O ISQ em Castelo Branco

- 1995: O ISQ instala-se em Castelo Branco, com o objetivo de prestar serviços de apoio à indústria local, com foco em ensaios no setor agroalimentar e materiais de construção.
- 2011: O Laboratório de Ensaios de Termodinâmica e Aeroespaciais (LABET) instala-se nas suas novas instalações na Zona industrial de Castelo Branco.
- 2014: O Laboratório de Ensaios Especiais (LEE) em Castelo Branco, é inaugurado, tornando-se o único Laboratório em Portugal equipado para realizar ensaios ATP (Indústria de Alimentos Perecíveis) em túneis termodinâmicos, bem como de homologação de equipamentos de frio e Ensaios Especiais. Recebe a acreditação ISO 9001, demonstrando o seu compromisso com a qualidade e a excelência nos seus serviços.

As valências do LEE, incluem ensaios climáticos, ATP, estruturais, termodinâmicos e de vibrações, correspondendo às necessidades de variados setores tais como Automóvel, Ferroviário, Naval e Industrial pela gama de tecnologias e ensaios disponíveis.

São ainda efetuados ensaios e inspeções por Termografia standard e Termografia Lock-in, com técnicos inspetores certificados internacionalmente pelo Infrared Training Center (ITC). Auditorias e acompanhamento de obras nas áreas de Termodinâmica (sistemas de frio, sistemas de AVAC e sistema de geração de calor). Caracterização termodinâmica de materiais (calor específico, condutividade térmica e dilatométrica).

No LEE estão as maiores instalações laboratoriais do País no que diz respeito a Ensaios Estruturais, ensaios de Termo Vácuo (figura 2.1) e ensaios de Vibrações num *shaker* eletrodinâmico (figura 3.1), um dos maiores da Península Ibérica. É o Laboratório do ISQ mais bem preparado para desenvolver ensaios experimentais à medida tendo, por isso, clientes de todo o país e de vários países estrangeiros. Efetua ensaios em protótipos onde se procura reproduzir as condições de serviço a que esses equipamentos vão estar sujeitos de forma a verificar a sua adequação para essas condições de serviço.



Figura 2.1 – Câmara de Vácuo, Fonte: ISQ

3. Atividades desenvolvidas

Nota: Atendendo que no LEE, e como já referido anteriormente, são testados protótipos em desenvolvimento e tendo acesso a informação sigilosa relativa a produto, processo ou método de uma empresa, que não é conhecida pelo público e que, se fosse divulgada, poderia causar prejuízo à empresa que desenvolve o equipamento, bem como o LEE. Assim sendo, na descrição de ensaios em que participei não refiro todos os pormenores técnicos.

Ensaio de Vibração

O LEE integra ainda um Laboratório de vibrações, com Shaker de elevada capacidade (107 kN e 300 kW, na figura 3.1) e com controlo de temperatura, efetuando para além de ensaios standard de fadiga, determinação de ressonâncias próprias e choque, análise Modal Operacional.

É possível este sistema ser equipado com câmara climática (figura 3.2) e efetuar, em simultâneo, ensaios de vibração e climáticos. Dispõe de mesa de vibração horizontal (1,2m por 1,2m), expansor vertical (1m por 1m) e sistema vídeo para registo de ensaios. Atinge temperaturas de funcionamento entre -45°C e 150°C e humidade relativa de 10% a 90%. De entre os ensaios já realizados incluem-se ciclos de envelhecimento a diversas amostras no âmbito da indústria aeroespacial.

No decorrer do estágio foram efetuados ensaios em baterias para o ramo automóvel, e atendendo aos riscos inerentes aos mesmos, por exemplo de incêndio, foram preparadas medidas de segurança como a instalação de barreiras amovíveis para delimitar o espaço do ensaio, colocação de extintores de pó químico ABC, preparação de EPI's adequados, entre outros.



Figura 3.1 – Sistema Shaker, Fonte: ISQ



Figura 3.2 – Câmara climática acoplada ao Shaker, Fonte: ISQ

Ensaio Estruturais

O LEE dispõe também de um Laboratório para ensaios de componentes para a indústria Automóvel, Espacial, Aeronáutica (figura 3.3) e outras, equipado com sistemas de atuadores MTS (de 66kN a 1MN, figura 3.3) e sistema recolha de dados HBM de 1000 canais para realização de ensaios limite e de fadiga (análise de ciclos de vida). Este Laboratório está acreditado na EN/AS 9100C:2009. (A norma AS9100 é um sistema de gestão da qualidade adotado e padronizado pela indústria aeroespacial, incorpora a totalidade norma da ISO 9001, enquanto acrescenta requisitos adicionais relativos à qualidade e segurança.)



Figura 3.3 – Ensaio de uma semi asa, Fonte: ISQ



Figura 3.4 – Piso estruturado 24m x 14m, Fonte: ISQ

A Fadiga é o enfraquecimento de um material causado por cargas cíclicas e que resultam em danos estruturais progressivos levando à sua ruína. Ocorre com carregamento inferior ao limite nominal de resistência à tração, após este material ter permanecido sob a ação de ciclos repetidos de tensões. É um processo progressivo e localizado, que ocorre em um ou em vários pontos, e que pode culminar em fendas ou numa fratura completa após um número suficiente de variações de carga (ciclos). A falha por fadiga é do tipo frágil, com deformação plástica reduzida. O estudo da fadiga é muito importante na indústria, visto que 70% a 90% das ruturas de peças em serviço ocorrem devido a fadiga.

Ao longo dos meses de estágio foram efetuados diversos ensaios de fadiga e tendo a oportunidade de participar na preparação dos mesmos, nomeadamente de chassis de veículos automóveis:

- Transporte e colocação do chassis com ponte rolante no piso estruturado.
- Fixação do chassis ao piso estruturado (figura 3.4).
- Aplicação de atuadores e células de carga (figura 3.5) ao chassis segundo posição, angulo e com aperto pré-determinado pelo cliente com chave dinamométrica.
- Após a fixação é dado início ao ensaio. Após um determinado número de ciclos estabelecidos pelo cliente é feita uma verificação de possíveis fissuras e a haver fissuras, devem ser referenciadas e medidas. Este procedimento de ciclos de carga e verificação de fissuras é repetida por tempo/número de ciclos estipulados pelo cliente.

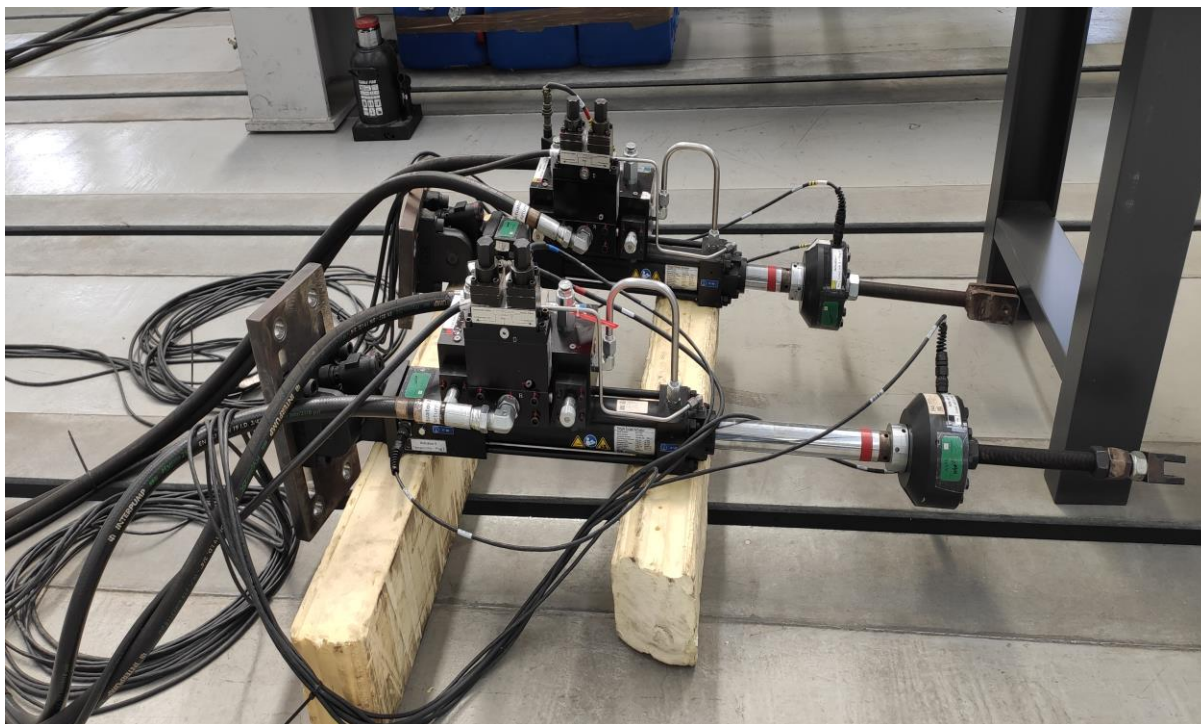


Figura 3.5 – Conjunto de atuadores.

Ensaio termodinâmicos

O Acordo ATP (Accord relatif aux Transports internationaux des denrées Périssables), em Português: Acordo Relativo a Transportes Internacionais de Produtos Alimentares Perecíveis e aos Equipamentos Especializados a utilizar nestes Transportes, é um tratado internacional das Nações Unidas, celebrado em Genebra em 1/09/1970, que estabelece normas e requisitos técnicos para o transporte de alimentos perecíveis, procurando garantir a segurança alimentar e a qualidade dos produtos durante o transporte internacional. O Acordo define os tipos de equipamentos especializados (isotérmicos, refrigerados, frigoríficos e caloríficos) que podem ser utilizados, as condições de temperatura a serem mantidas e os procedimentos para certificação desses equipamentos. Portugal ratificou o acordo ATP em 15/08/1988 e a sua vigência desde 15/08/1989 (Decreto do Governo n.º 30/87 de 14 de Agosto).

O Laboratório de certificação ATP do LEE é acreditado pelo IPAC, de acordo com a norma NP EN ISO 17025, e é reconhecido pela Divisão de Transportes das Nações Unidas e pelo Instituto Internacional do Frio. Está equipado para fazer ensaios ATP assim como homologação de equipamentos de frio. Para tal dispõe de 3 túneis termodinâmicos (figura 3.6), com controlo de temperatura entre 0°C e 35°C e uma câmara de ensaios ATP. A câmara de ensaios ATP é compatível e preparada para ensaios ATP, com controlo de temperatura entre -20°C e 50°C e controlo de humidade entre 15% e 85%. Os ensaios já realizados incluem ensaios ATP e ensaios de validação de eficiência térmica.



Figura 3.6 – Ensaio em Túnel Termodinâmico, Fonte: ISQ

Foi possível, ao longo do estágio, participar na preparação de ensaios ATP e observar os métodos e processos a adotar na medição e controlo da isoterмия e da eficiência dos dispositivos de arrefecimento de equipamentos transporte de produtos alimentares perecíveis (Anexo A).

Pretende-se com este tipo de ensaios determinar o coeficiente global de transmissão térmica K (também denominado U em alguns países) e assim caracterizar a Isoterмия dos equipamentos testados onde:

$$k = \frac{W}{S \times \Delta\theta}$$

K - Coeficiente global de transmissão térmica [$W/m^2 \text{ } ^\circ C$]

W - Potencia térmica despendida no interior da caixa térmica [W]

S - Superfície média da caixa térmica [m^2]

$\Delta\theta$ - Valor absoluto da Diferença de temperatura média interior θ_i e temperatura média exterior θ_e [$^\circ C$]

No caso de caixas paralelepípedicas a temperatura média interior é a média aritmética das temperaturas medidas em 12 pontos a 10 cm das paredes:

- Nos 8 cantos interiores da caixa
- No centro das 4 faces interiores de maior superfície

A temperatura exterior da caixa é a média aritmética das temperaturas medidas em 12 pontos a 10 cm da parede:

- Nos 8 cantos exteriores da caixa
- No centro das 4 faces exteriores de maior superfície

Após colocação das sondas de temperatura e colocação de equipamentos de aquecimento ou arrefecimento interior é dado início ao ensaio sendo as temperaturas medidas quando atingido o regime permanente, ou seja, quando as temperaturas médias exteriores e interior da caixa durante um período mínimo de 12 horas não sofrerem flutuações superiores a (mais ou menos) $0,5^{\circ}\text{C}$ ou as potências térmicas médias medidas durante 3 horas, pelo menos, antes e depois daquele período mínimo de doze horas, diferirem entre si menos de 3%. Finalizado o ensaio, é determinado o coeficiente K.

Se os resultados forem favoráveis, os equipamentos poderão ser mantidos ao serviço, na sua classe de origem, por um novo período de duração máxima de 3 anos.

Se os resultados não forem favoráveis, os equipamentos só poderão ser mantidos ao serviço na sua classe de origem depois de se submeterem com êxito aos ensaios, nesse caso, poderão ser mantidos ao serviço na sua classe de origem por um novo período de 6 anos.

4. Projetos Desenvolvidos

Acelerador de Mão

No âmbito dos ensaios ATP desenvolvidos no LEE ou em outras instalações do ISQ são testadas diferentes tipologias de veículos, em alguns casos, há a necessidade de que o motor do veículo esteja ligado e com uma determinada rotação para o bom desenrolar do ensaio. Foi solicitada a conceção e desenvolvimento de um equipamento que solucionasse essa questão.

O objetivo principal do projeto é desenvolver um acelerador de mão amovível para utilizar em veículos, permitindo ao utilizador controlar a rotação do motor com precisão e realizar ensaios com segurança.

O equipamento deve ser leve, compacto, de forma a garantir uma utilização confortável e adaptado à utilização em veículos com configurações distintas. Foi também estipulado que o equipamento não poderia ser acoplado a qualquer elemento do veículo para fixação (por exemplo: bancos, volante ou qualquer outra estrutura) para evitar sujar ou danificar os mesmos. Este projeto foi denominado de “Acelerador de mão”.

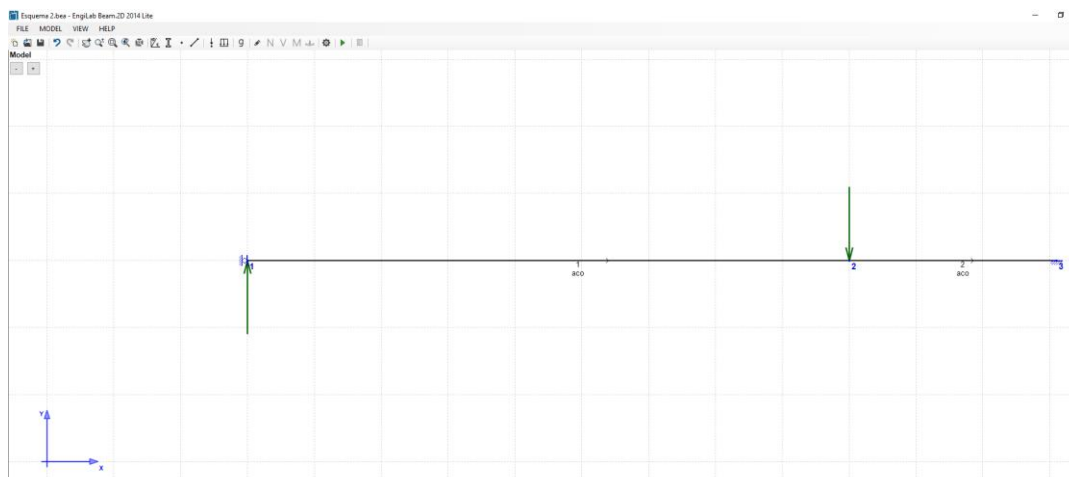


Figura 4.1 – Esquema simplificado do funcionamento do acelerador de mão, in Engilab Beam 2D.

O protótipo construído assenta no princípio de uma alavanca interpotente (figura 4.1) em que o eixo está localizado numa extremidade (ponto 3), a força aplicada na barra (ponto 2) que vai vencer a resistência oferecida pelo pedal do acelerador na outra extremidade (ponto 1).

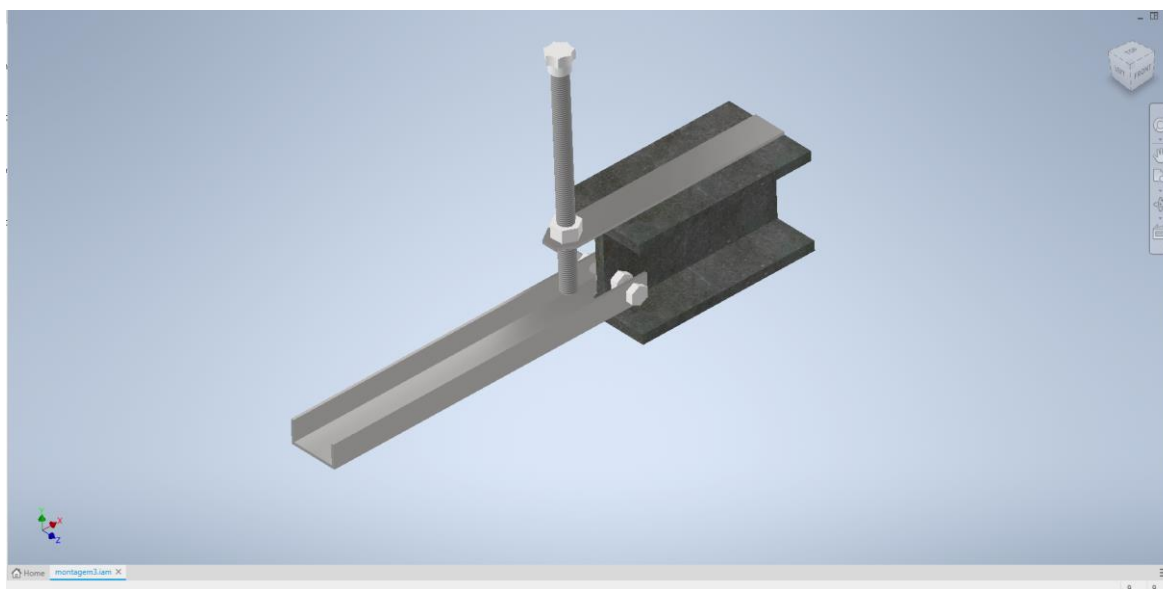


Figura 4.2 – Desenho CAD da montagem das peças, in Autodesk Inventor.

Foram efetuados alguns testes e com esta configuração (figura 4.2) não foi possível manter a rotação do motor no valor pretendido. Devido ao peso insuficiente da base, ao aplicar a força não era possível gerar um momento suficiente para obrigar o pedal do acelerador do veículo a mover-se.

Atendendo á ligação entre o parafuso de aperto e a base do equipamento, podemos considerar que o conjunto se comporta como uma barra rígida e assim sendo temos:

Considerando a massa especifica do aço:

$$\mu = 7870 \frac{kg}{m^3}$$

A base com a primeira configuração temos:

$$2 * (0.01 * 0.10 * 0.19) * 7870 = 2.99 Kgf$$

$$0.01 * 0.08 * 0.19 * 7870 = 1.20 Kgf$$

$$2.99 + 1.20 \cong 4.20 Kgf$$

Adicionando um novo elemento na base para aumenta o seu peso (figura 4.4), com a segunda configuração temos:

$$0.08 * 0.08 * 0.14 * 7870 = 7.05 Kgf$$

$$7.05 + 4.20 = 11.25 Kgf$$

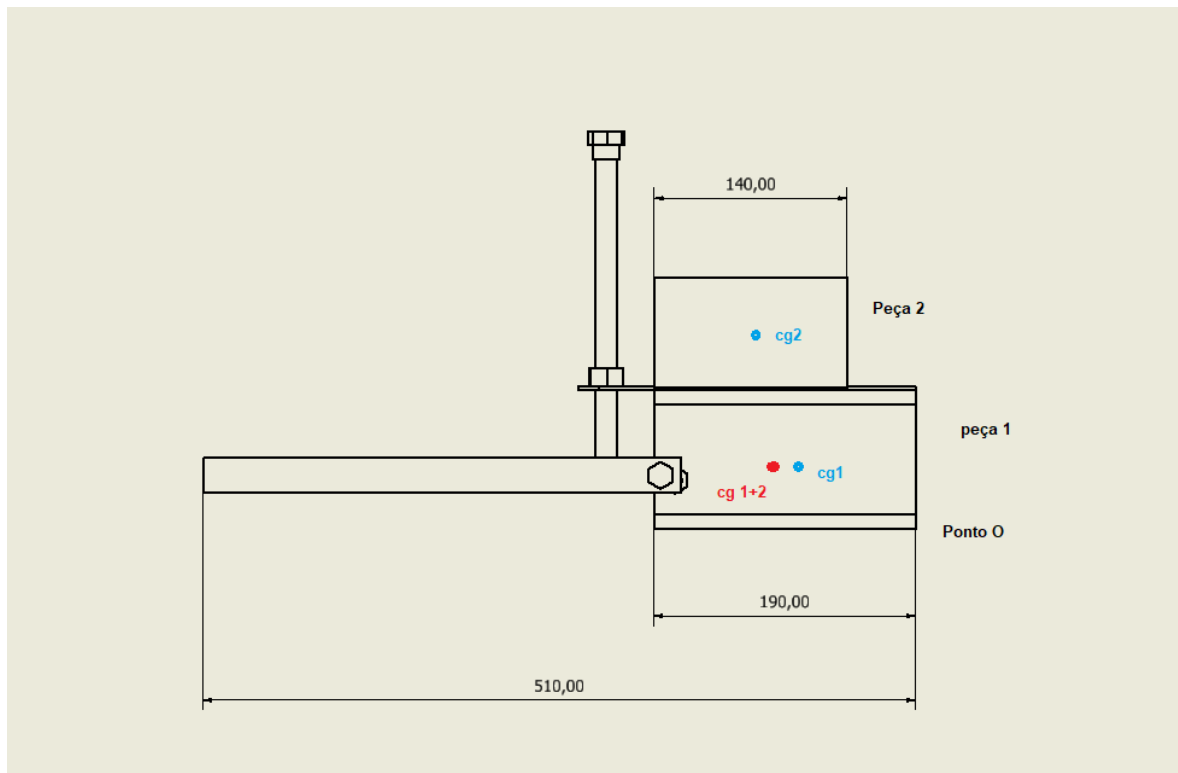


Figura 4.3 – Representação de nova configuração.

Sendo:

p_t - Peso total da base [N]

p_1 - Peso da peça 1 da base [N]

p_2 - Peso da peça 2 da base [N]

b_2 - Distância do ponto 1 ao ponto 3 [m]

d_1 - Comprimento da peça 1 [m]

d_2 - Comprimento da peça 2 [m]

x_1 - Distância do centro de gravidade peça1 ao centro de gravidade do conjunto [m]

x_2 - Distância do centro de gravidade peça2 ao centro de gravidade do conjunto [m]

Ac - Resistência oferecida pelo acelerador [N]

$$\frac{d_1}{2} - \frac{d_2}{2} = x_1 + x_2 \Leftrightarrow \frac{0.190}{2} - \frac{0.140}{2} = x_1 + x_2 \Leftrightarrow x_2 = 0.025 - x_1 \text{ (Equação 1)}$$

$$p_1 * x_1 = p_2 * x_2 \Leftrightarrow x_1 = \frac{p_2 * x_2}{p_1} \text{ (Equação 2)}$$

Substituindo a Equação 1 na equação 2:

$$x_1 = \frac{p_2 * (0.025 - x_1)}{p_1} \Leftrightarrow x_1 = 0.015 \text{ m} = 1.567 \text{ cm}$$

Analisando o Momento no ponto O temos:

$$\sum M_o = 0$$

$$Ac * (b_2 + d_1) - p_t * \left(\frac{d_1}{2} + x_1\right) = 0 \Leftrightarrow Ac = \frac{p_t * \left(\frac{d_1}{2} + x_1\right)}{(b_2 + d_1)} \text{ (Equação 3)}$$

Na primeira configuração:

$$Ac = \frac{p_1 * \left(\frac{d_1}{2} + x_1\right)}{(b_2 + d_1)} = \frac{(4.20 * 9.8) * \left(\frac{0.190}{2} + 0\right)}{(0.320 + 0.190)} = 7.667 \text{ N} = 0.782 \text{ Kgf}$$

Na segunda configuração:

$$A_c = \frac{p_t * \left(\frac{d_1}{2}\right)}{(b_2 + d_1)} = \frac{(11.25 * 9.8) * \left(\frac{0.190}{2} + 0.015\right)}{(0.320 + 0.190)} = 22.158 N = 2.261 Kgf$$

Com o acréscimo da peça 2 ao conjunto, a força máxima admissível do acelerador (A_c) é 2.89 vezes superior ao valor da primeira configuração, significa que o protótipo tem agora a capacidade exercer uma força maior e de acionar os equipamentos com uma maior facilidade.

Optou-se pela segunda configuração com mais um elemento na construção já existente (figuras 4.4 a 4.6).

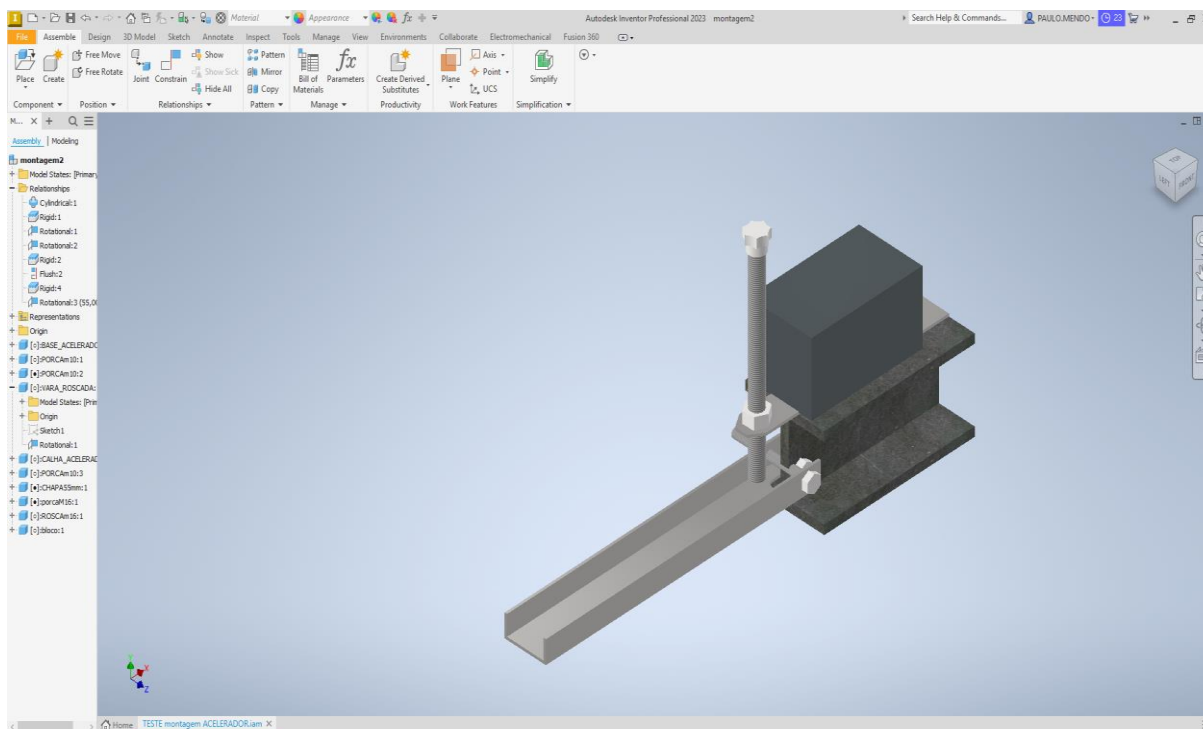


Figura 4.4 – Nova configuração do acelerador, in Autodesk Inventor



Figura 4.5 – Acelerador concluído.

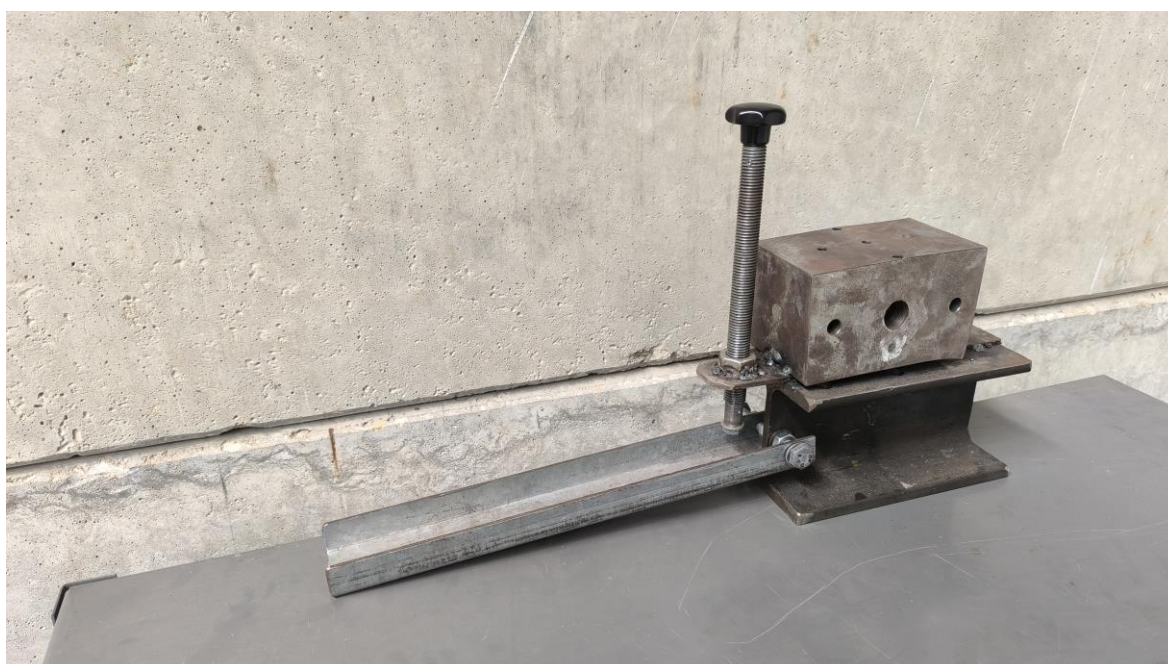


Figura 4.6 – Acelerador concluído.

Após novos testes constatou-se que com esta configuração o problema detetado anteriormente foi ultrapassado. Passa a ser possível ajustar o pedal do acelerador a qualquer posição pretendida sem ocorrer deslocamento da base.

Sugestão de Melhoria

É sugerida a alteração da localização do ponto de aplicação da força (ponto 2 do esquema) pois encontra-se muito perto do eixo de rotação. Seria mais funcional se o ponto de aplicação da força estivesse localizado até meio da barra do atuador, aumentando o braço (distância ao eixo de rotação), conseqüentemente com a mesma força aplicada é possível obter um momento maior, alertando de que é aconselhável não passar além do meio da barra do atuador para não incorrer no risco do equipamento não poder ser instalado em alguns veículos.

Placa de suporte de Banhos

Para efetuar ensaios de isoterma com resultados confiáveis é necessário garantir que as sondas de temperatura desempenhem a função que lhes é requerida. É necessário um equipamento para calibração de sondas de temperatura, em que o seu reservatório é cheio com glicol e o equipamento mantém o fluido a uma temperatura pré-determinada. O equipamento tem um peso de 15kgf quando no seu estado de funcionamento.

Existe a necessidade de garantir a estabilidade e o bom funcionamento desse equipamento, para tal foi solicitado o desenvolvimento de um suporte, suporte esse, que tem de ser acoplado a um tripé para ajustar a sua altura. Este projeto foi denominado de “Placa de suporte de Banhos” e foi idealizada a seguinte solução:

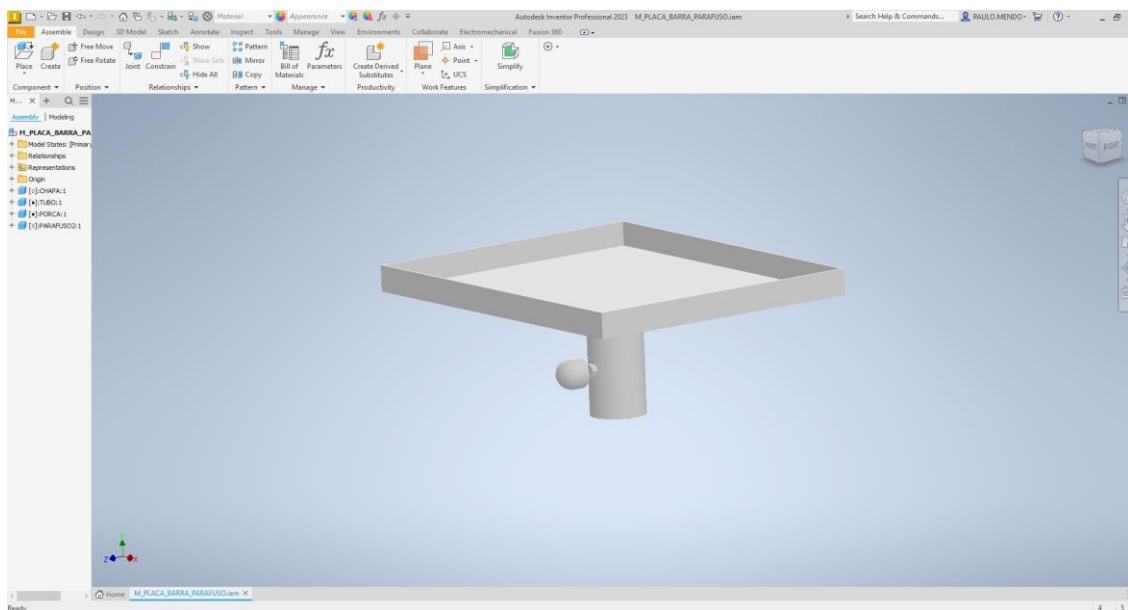


Figura 4.7 – Montagem das peças do suporte de banhos, in Autodesk Inventor.

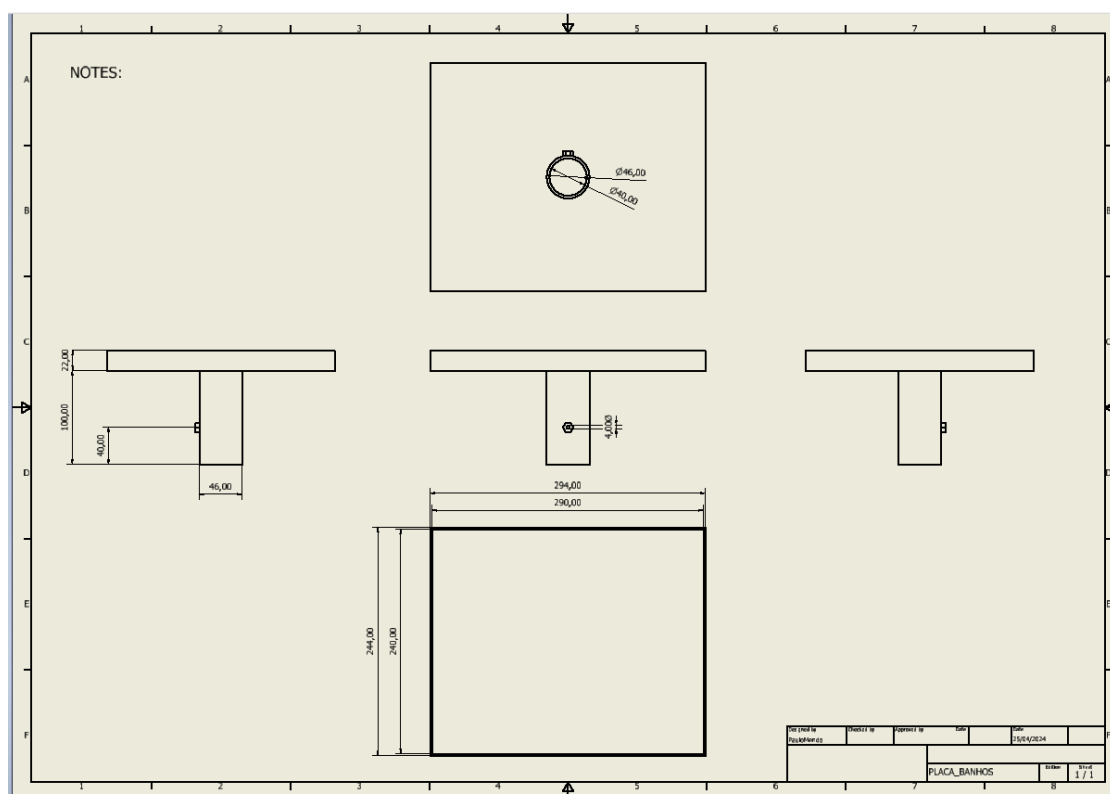


Figura 4.8 – Vistas do suporte de banhos, in Autodesk Inventor

Para verificar a viabilidade da peça idealizada (figuras 4.7 e 4.8), foi testada num software de Elementos Finitos Patran/Nastran. O Método dos Elementos Finitos (MEF) é uma ferramenta utilizada para resolver problemas de engenharia e física.

O MEF permite simular o comportamento de sistemas complexos, como estruturas, fluidos entre outros, de forma precisa e eficiente. Consiste em dividir por exemplo uma peça ou um componente num número finito de elementos menores, chamados elementos finitos. Cada elemento está ligado por nós, que são pontos localizados nos seus vértices ou faces. Dentro de cada elemento, as propriedades do material e as variáveis de interesse (como deslocamentos, tensões ou temperatura) são aproximadas por funções matemáticas.

A simulação em Patran foi executada com os seguintes parâmetros:

Módulo de Elasticidade do aço, $E = 210 \text{ GPa}$

Coeficiente de Poisson, $\nu = 0.30$

Carga = 15Kgf

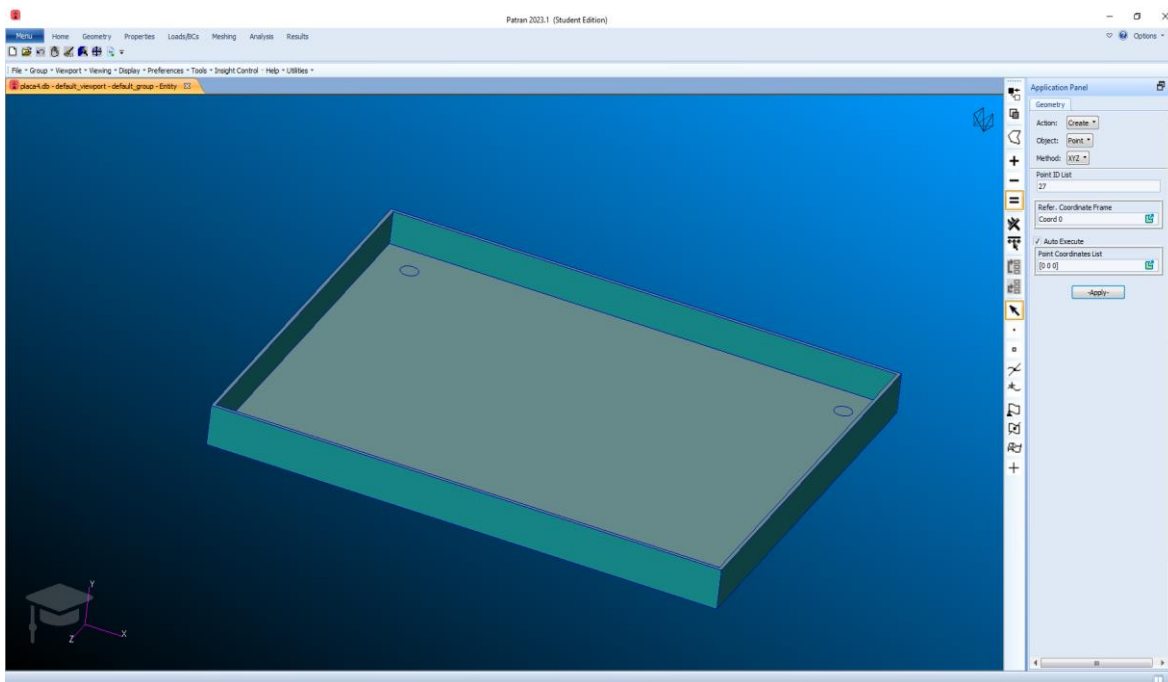


Figura 4.9 – Modelo Simplificado, in Patran

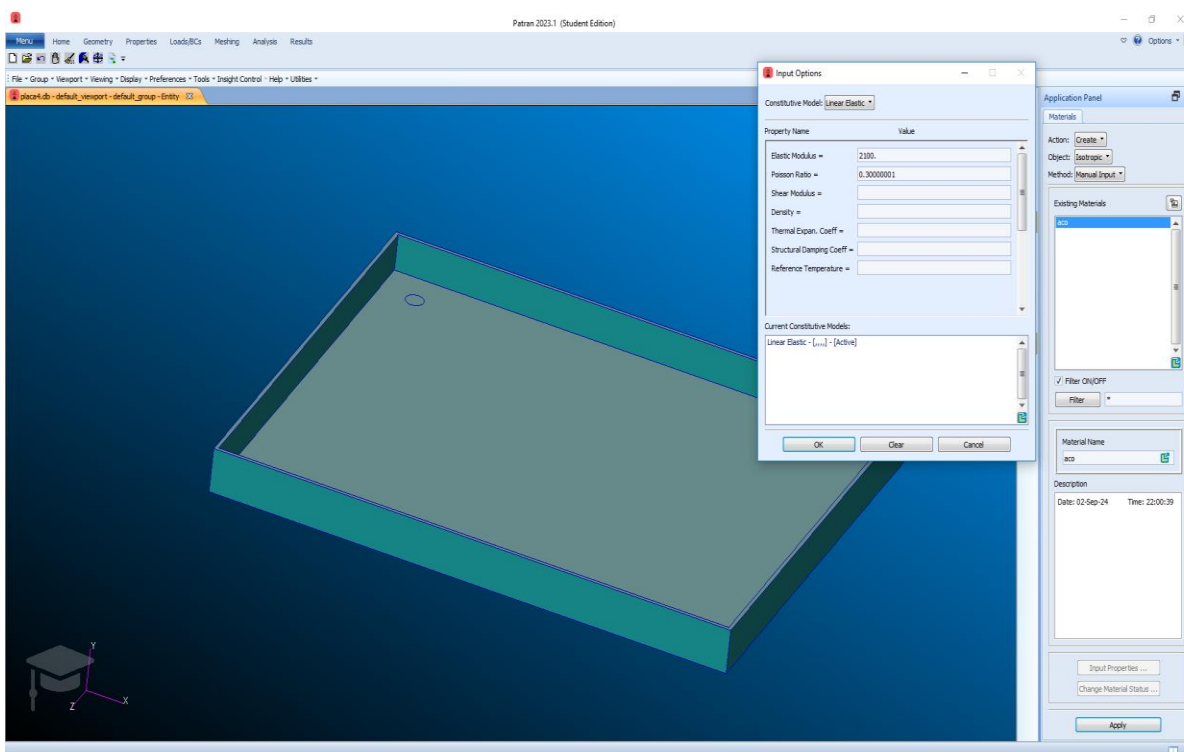


Figura 4.10 – Dados do material a utilizar, in Patran

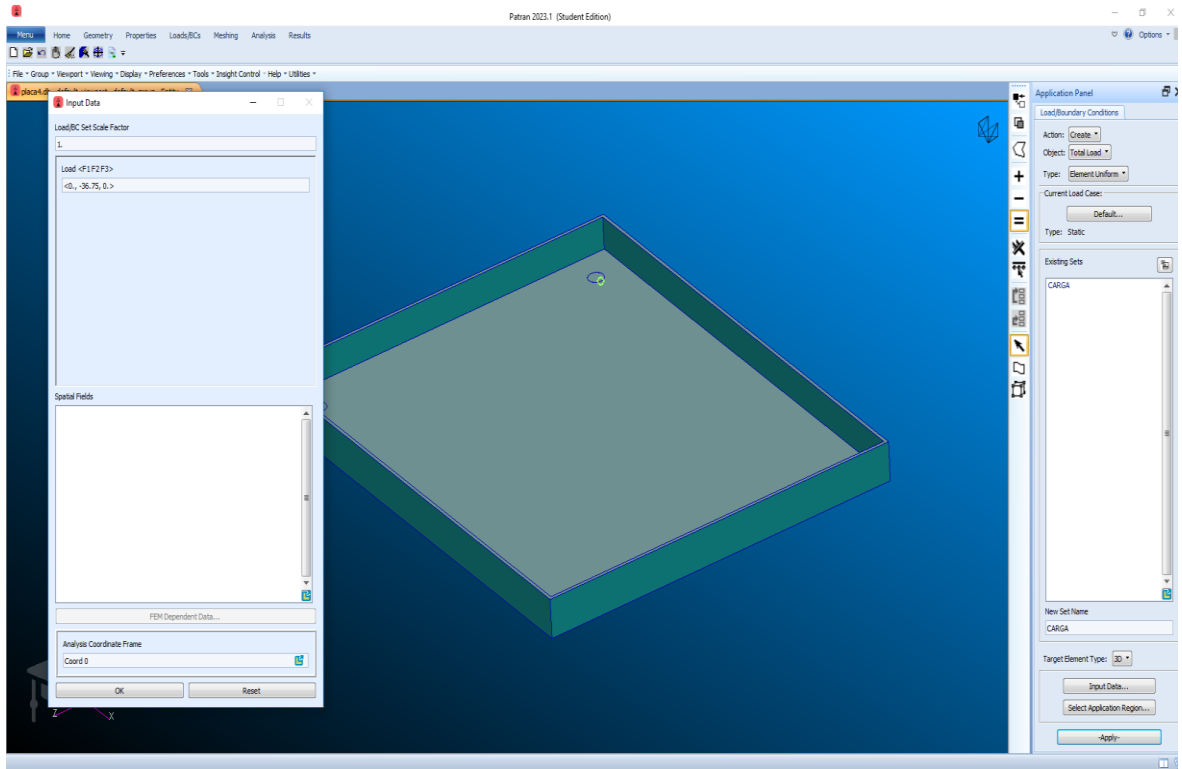


Figura 4.11 – Carga a aplicada, in Patran

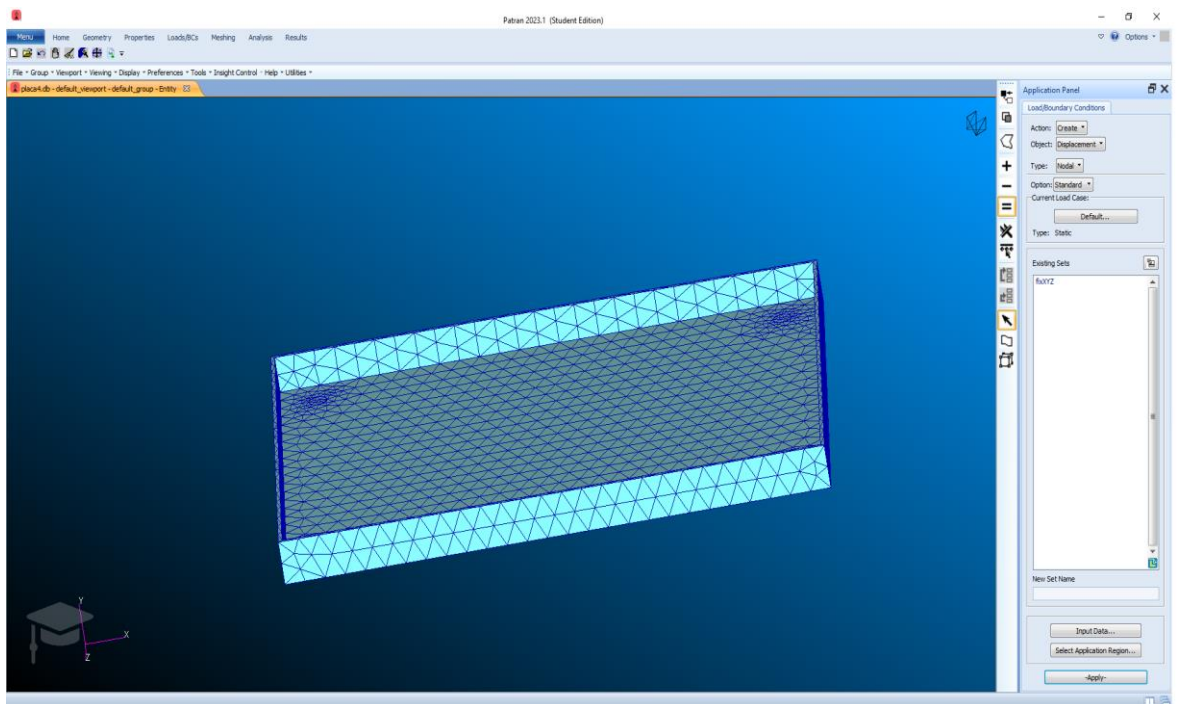


Figura 4.12 – Elementos criados, in Patran

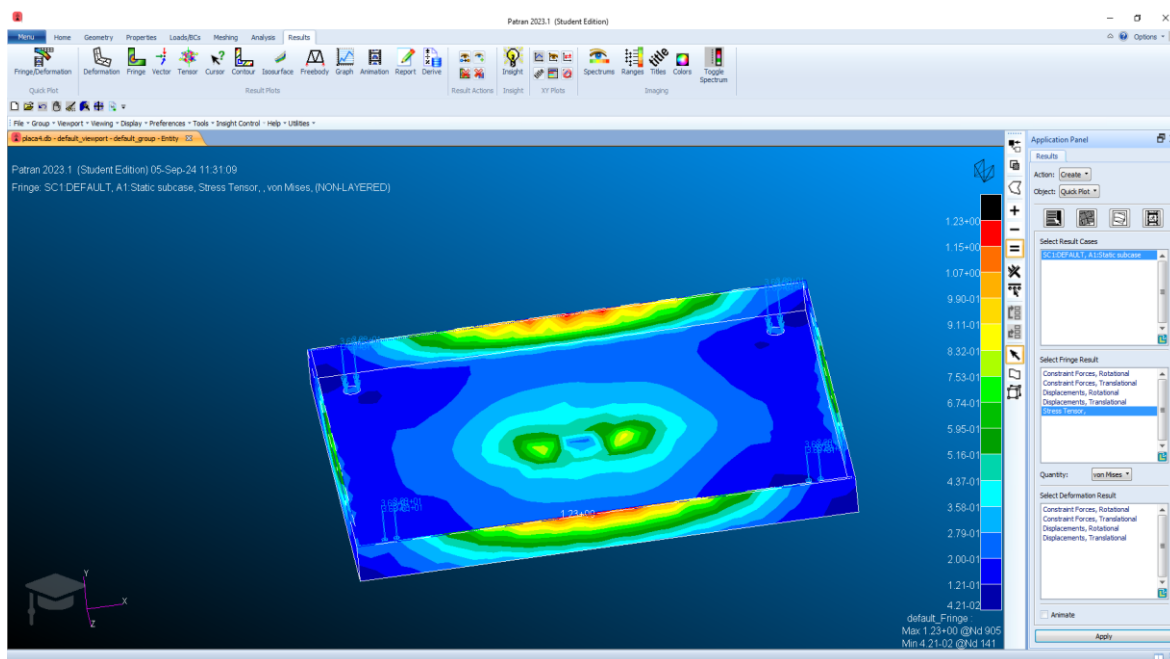


Figura 4.13 – Resultados obtidos - Tensão Máxima, in Patran

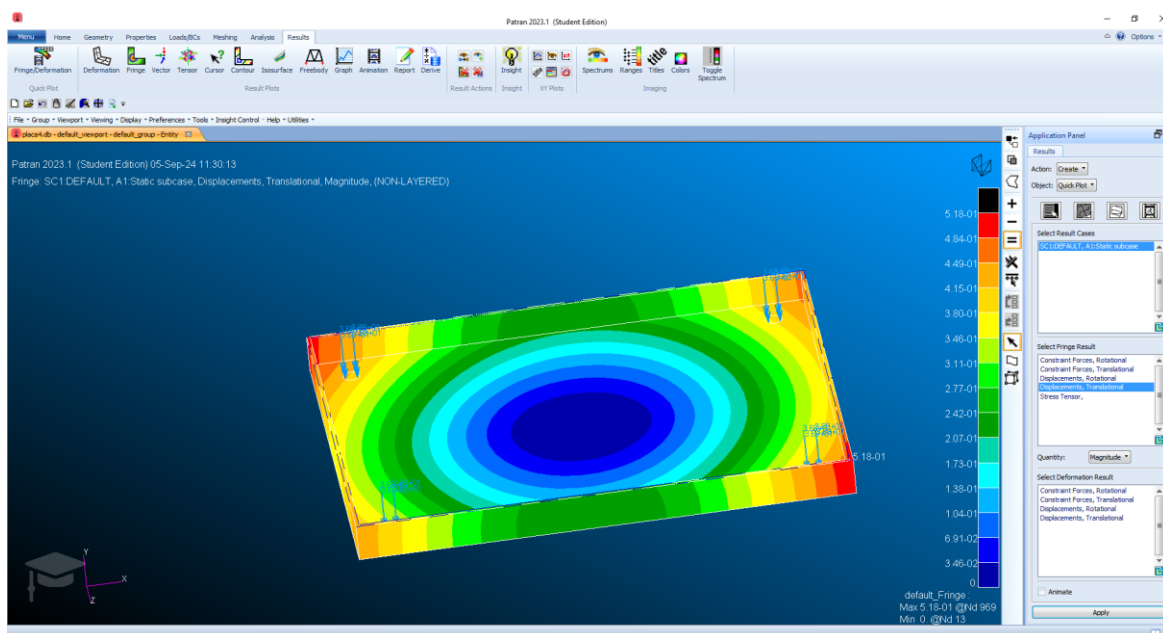


Figura 4.14 – Resultados obtidos - Deslocamento, in Patran

Após simulação terminada foram obtidos os resultados de tensão máxima de 1.23MPa (figura 4.13) e um deslocamento de 0.52 mm (figura 4.14), que são valores aceitáveis, podendo assim concluir que com a carga de 15Kgf do equipamento distribuída pelos seus 4 apoios é possível garantir a sua estabilidade com o suporte idealizado.

Esta simulação considera apenas as condições de trabalho do equipamento, ou seja, sem qualquer intervenção humana. De forma a prevenir possíveis situações em que o manuseamento do equipamento (ao colocar no suporte por exemplo) possa causar cargas superiores, a estrutura foi reforçada.

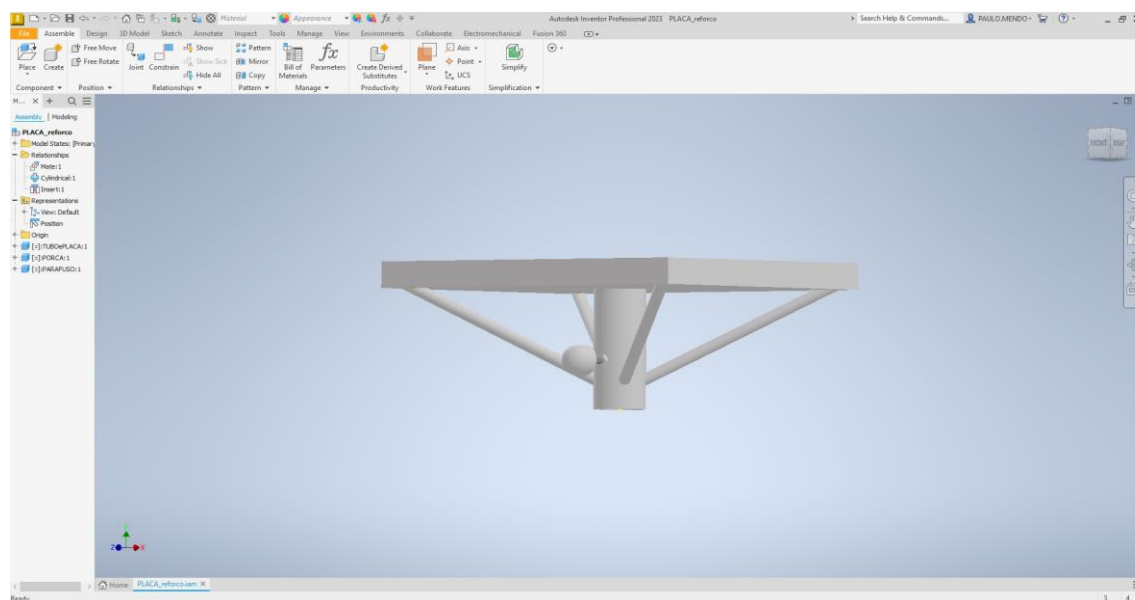


Figura 4.15 – Suporte de banhos na sua versão final, in Autodesk Inventor

Fase de construção



Figura 4.16 – Fase de construção - suporte acoplado ao tripé,



Figura 4.17 – Base de suporte de Banhos concluída 1.



Figura 4.18 – Base de suporte de Banhos concluída 2.

Paquímetro

Os equipamentos de medida são as ferramentas utilizadas para realizar as medições. A sua qualidade, calibração e correta utilização são cruciais para a obtenção de resultados precisos. A escolha do equipamento adequado depende da grandeza a ser medida, da precisão requerida e das condições ambientais.

A calibração dos equipamentos de medida é um processo fundamental para garantir a rastreabilidade das medidas e a confiabilidade dos resultados. Através da calibração, os equipamentos são ajustados para fornecer resultados que se encontram dentro de limites de tolerância especificados.

Em resumo, a metrologia e os equipamentos de medida são essenciais para garantir a qualidade, segurança e confiabilidade dos produtos e processos. A utilização correta desses recursos é fundamental para o sucesso de qualquer atividade que envolva medições.

Ao participar na preparação de ensaios de certificação ATP, é necessária a medição da caixa térmica do veículo a testar para a caracterização do ensaio nomeadamente: comprimento, largura, altura, ventiladores, bem como a espessura da caixa térmica. Coloca-se também a necessidade de medir a sua espessura, com maior dificuldade da parte superior da caixa térmica. Para tal, foi solicitado o desenvolvimento de um instrumento de medida para ser utilizado na medida da espessura de caixas térmicas de camiões em ensaios de certificação ATP e emissão de certificado ATP. Este projeto foi denominado de “Paquímetro”.

Foi idealizado o seguinte equipamento:

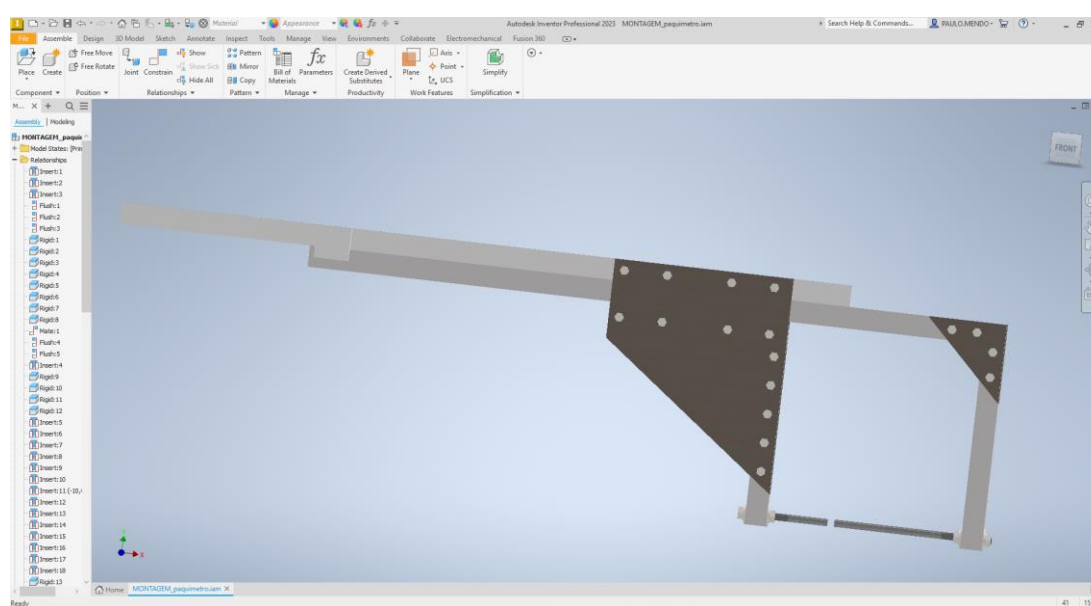


Figura 4.19 – Desenho CAD do paquímetro, in Autodesk Inventor

Para construção do paquímetro foram utilizados os seguintes materiais:

- Tubo de alumínio 30x30 mm com olhais
- Baquelite 5 mm de espessura

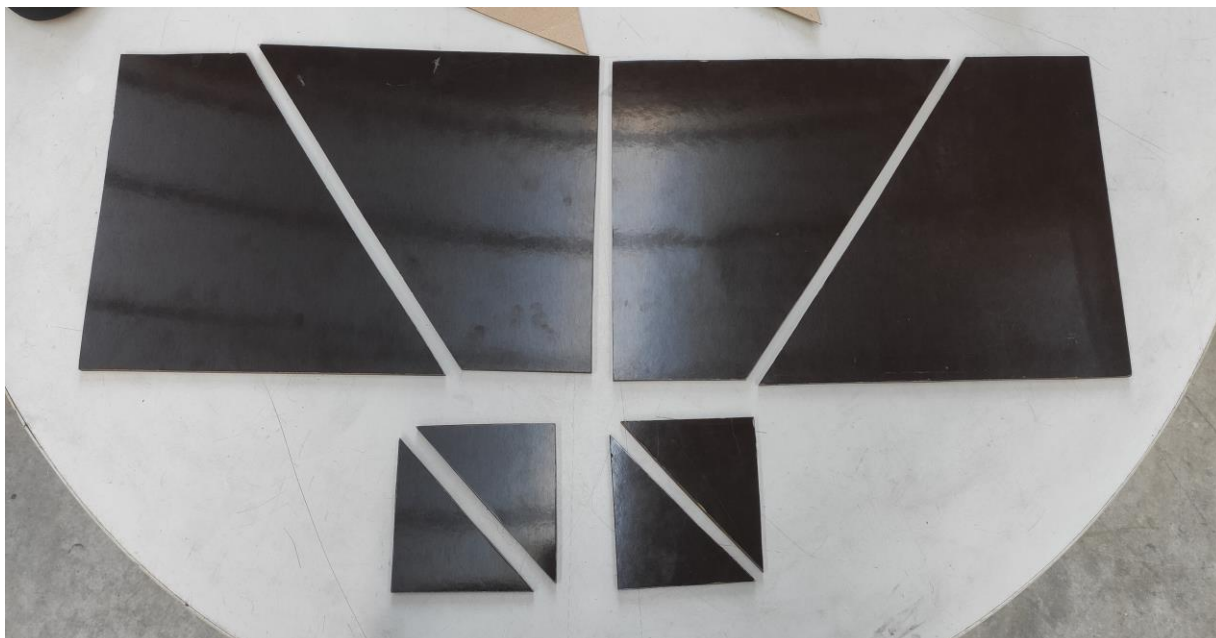


Figura 4.20 – Corte das peças de baquelite.

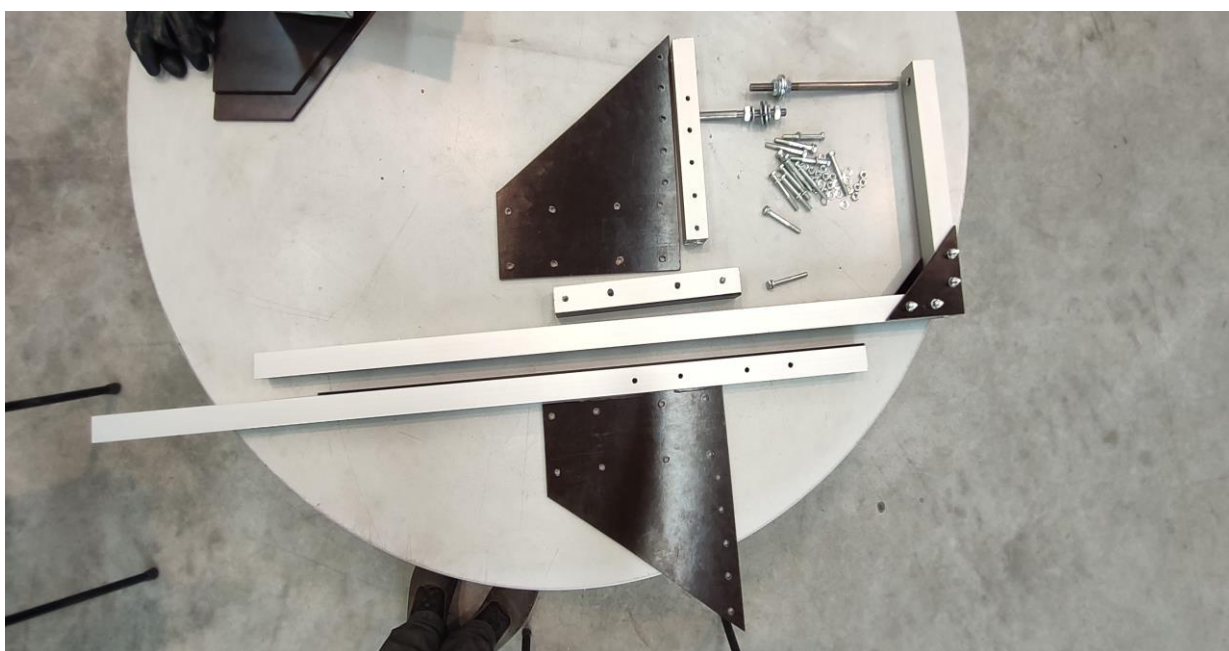


Figura 4.21 – Elementos cortados e furados prontos para montagem.

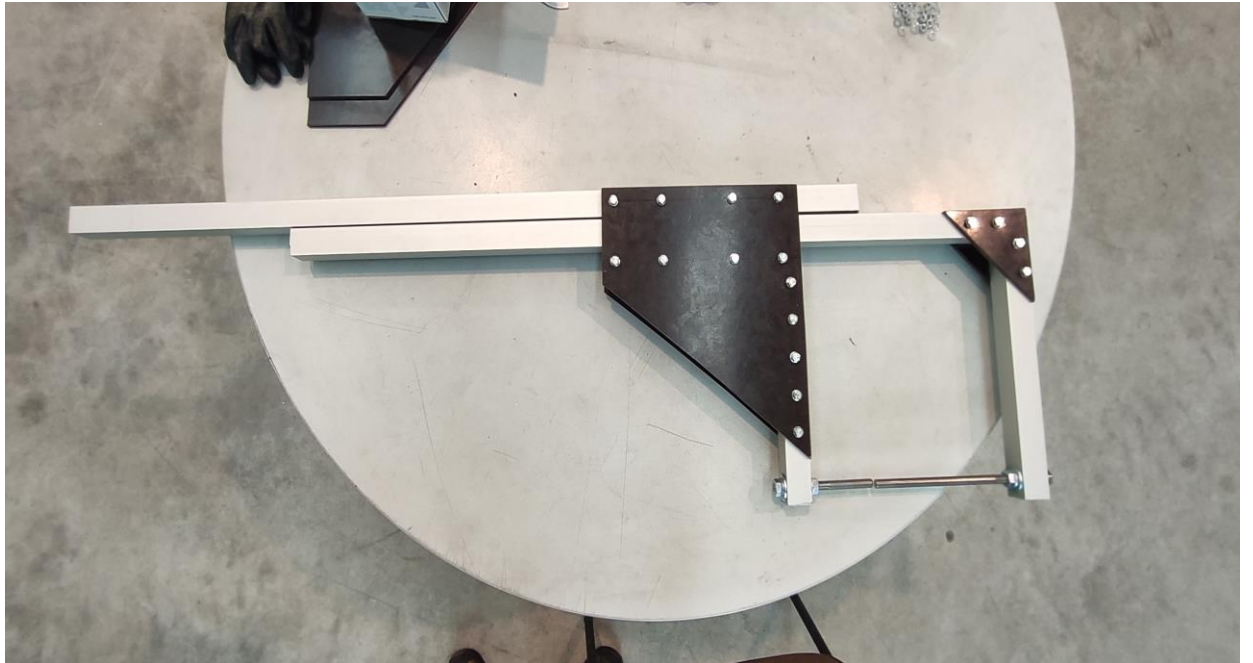


Figura 4.22 – Fase de montagem.

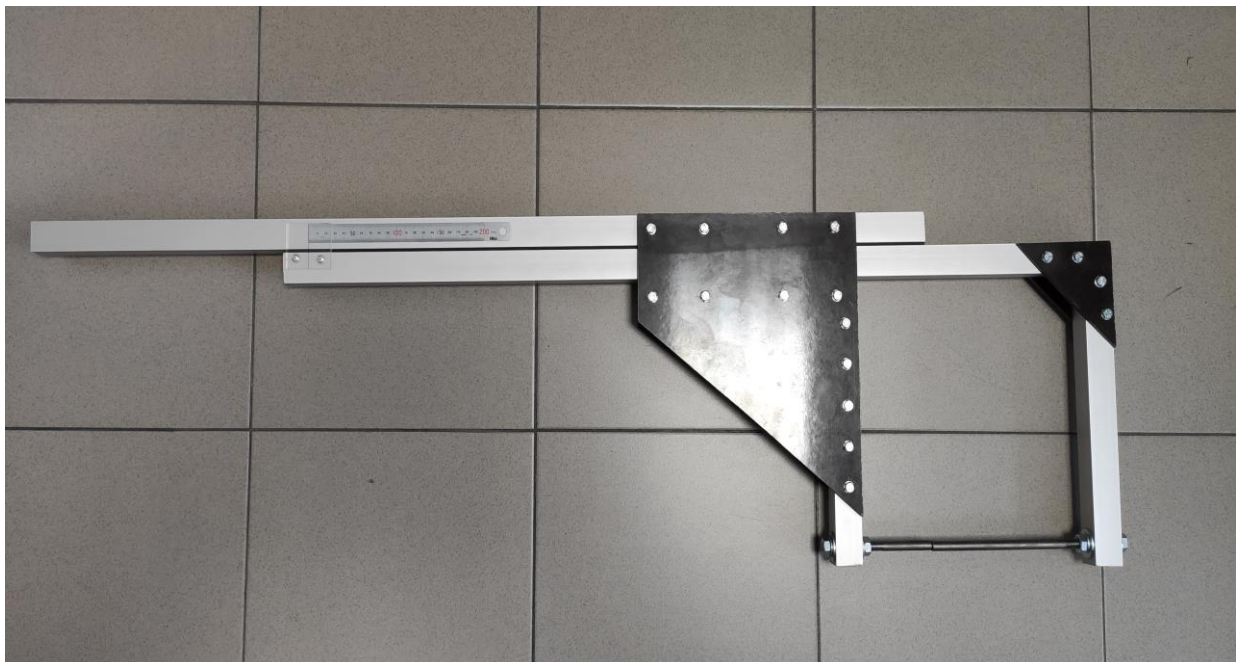


Figura 4.23 – Paquímetro terminado.

5. Conclusão

O estágio realizado no LEE reforçou a importância dos ensaios estruturais como ferramenta fundamental para garantir a segurança e a durabilidade dos equipamentos. A capacidade de caracterizar materiais, avaliar o comportamento de componentes e validar modelos numéricos é essencial para o dimensionamento adequado das estruturas e a prevenção de falhas.

Ao observar a metodologia dos diversos ensaios conclui-se que é fundamental a adesão a normas e procedimentos rigorosos sejam confiáveis e reconhecidos.

A experiência prática adquirida durante o estágio demonstrou a complexidade e a diversidade dos ensaios. A participação em diferentes projetos permitiu compreender a importância dos procedimentos de cada etapa do processo, desde a preparação dos ensaios até a análise dos resultados e demonstra a necessidade de conhecimentos de diversas áreas tais como Física, Resistência de Materiais, Termodinâmica, Transmissão de Calor, Sensores e Atuadores, Organização e Gestão da qualidade, Logística, Higiene e Segurança Industrial entre outras.

Em conclusão, o estágio foi uma oportunidade única para aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos durante a Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial e desenvolver valências para a atuação na área de engenharia. Os conhecimentos e a experiência adquiridos serão de grande valia para a minha futura carreira profissional.

6. Bibliografia

- <https://academy.isq.pt/informacaocurso.aspx?id=111>, última consulta 09/09/2024
- <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-governo/30-1987-417615>, última consulta 09/09/2024
- <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/doc/362-2022-180903372>, última consulta 09/09/2024
- <https://files.diariodarepublica.pt/1s/1987/08/18600/31503192.pdf>, última consulta 09/09/2024
- <https://gddc.ministeriopublico.pt/sites/default/files/documentos/instrumentos/dec30-1987.pdf>, última consulta 09/09/2024
- <https://triasrnd.com/en/l/606-thermal-vacuum-chamber-d1234x1803mm>, última consulta 09/09/2024
- <https://triasrnd.com/en/l/608-atp-regulatory-inspections>, última consulta 09/09/2024
- <https://triasrnd.com/en/l/610-thermal-material-testing>, última consulta 09/09/2024
- <https://triasrnd.com/l/280-105kn-vibration-test-system>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.asae.gov.pt/perguntas-frequentes1/area-economica/transporte-internacional-de-alimentos-pereciveis.aspx>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.imtip.pt/sites/IMTT/Portugues/TransportesRodoviaros/ProdutosAlimentaresPereciveis/RegulamentacaoTecnica/Paginas/RegulamentacaoTecnica.aspx>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.isq.pt/energia/isq-demonstra-solucoes-verticais-no-laboratorio-de-ensaios-especiais/>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.isq.pt/id-e-inovacao/ensaios-estruturais-sao-em-castelo-branco/>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.isq.pt/id-e-inovacao/isq-quer-atrair-centro-de-competencias-do-sector-aeronautico-para-portugal/>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.isq.pt/insights/isq-no-sector-da-aeronautica-e-aeroespacial/>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.isq.pt/laboratorio/lee-laboratorio-de-ensaios-especiais/>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.isq.pt/newsletter-isq/grupo-isq-tem-o-maior-laboratorio-de-ensaios-portugues/>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.isq.pt/newsletter-isq/isq-quer-atrair-centro-de-competencias-do-sector-aeronautico-para-portugal-2/>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.isq.pt/press-release/grupo-isq-maior-laboratorio-ensaios-portugues-2/>, última consulta 09/09/2024
- <https://www.isq.pt/servicos/ensaios-e-analises/materiais-e-produtos/ensaios-termodinamicos/>, última consulta 09/09/2024

<https://www.isq.pt/servicos/servicos-regulamentares/instalacoes-industriais-e-equipamentos/certificacao-inspecao-e-ensaio-a-equipamentos-de-transporte-de-produtos-perciveis-atp/> última consulta 09/09/2024

<https://www.isq.pt/wp-content/uploads/2021/09/LABETequipamentos.pdf>, última consulta 09/09/2024

<https://www.ministeriopublico.pt/instrumento/acordo-relativo-transportes-internacionais-de-produtos-alimentares-perciveis-e-aos-0>, última consulta 09/09/2024

<https://www.techenet.com/2016/10/laboratorio-aeroespacial-nasce-em-castelo-branco/>, última consulta 09/09/2024

https://www.youtube.com/watch?v=_4EVRRAW_ebc, última consulta 09/09/2024

<https://www.youtube.com/watch?v=6NeeRVanwqM>, última consulta 09/09/2024

<https://youtube.com/watch?v=Z-iDSE1A1w8&feature=shared>, última consulta 09/09/2024

7. Apêndices

A- Caderno de encargos de Acelerador de Mão

Caderno de Encargos



Caderno de Encargos

Peça: Acelerador de Mão
Data: 07 de Junho de 2024
Cliente: ISQ
Fornecedor:

Índice

1.	Objeto do caderno de encargos.....	4
2.	Descrição da Peça.....	4
3.	Requisitos técnicos e funcionais.....	4
4.	Prazos de entrega.....	4
5.	Condições de Pagamento.....	5
6.	Garantia.....	5
7.	Desenho técnico do acelerador de mão.....	5
8.	Disposições Finais.....	6

Índice de figuras

Figura 7.1 – Vistas do acelerador de mão.....	5
Figura 7.2 – Desenho CAD da montagem das peças.....	6

Acelerador de Mão

1. Objeto do caderno de encargos.

O presente Caderno de Encargos tem por objetivo definir as características técnicas e funcionais acelerador de mão a ser fornecida pelo Fornecedor ao ISQ.

2. Descrição da Peça.

O acelerador de mão é um equipamento com as seguintes características:

- Forma: Retangular, chapa quinada
- Material: Viga H 190x100x80 mm
 - Bloco ferro maciço 140x80x80 mm
 - Calha U 347x52x25 mm
 - Parafuso M10 e 4 porcas M10
 - Varão M16 230 mm com pega ergonómica

3. Requisitos técnicos e funcionais

O acelerador de mão deve atender aos seguintes requisitos técnicos e funcionais:

- Segurança: O equipamento deve ser seguro para uso e não apresentar cantos afiados e outros perigos.
- Funcionalidade O equipamento deve ser leve, compacto, de forma a garantir uma utilização confortável e adaptado à utilização em veículos com configurações distintas.
 - Não pode ser acoplado a qualquer elemento do veículo para fixação (por exemplo: bancos, volante ou qualquer outra estrutura) para evitar sujar ou danificar os mesmos.

4. Prazos de entrega

O acelerador de mão deve ser entregue ao ISQ no prazo de 30 dias após a assinatura do presente Caderno de Encargos.

5. Condições de Pagamento

O pagamento será efetuado em data a determinar posteriormente por transferência bancária.

6. Garantia

O acelerador de mão terá uma garantia de 1 Ano contra defeitos de fabrico.

7. Desenho técnico do acelerador de mão

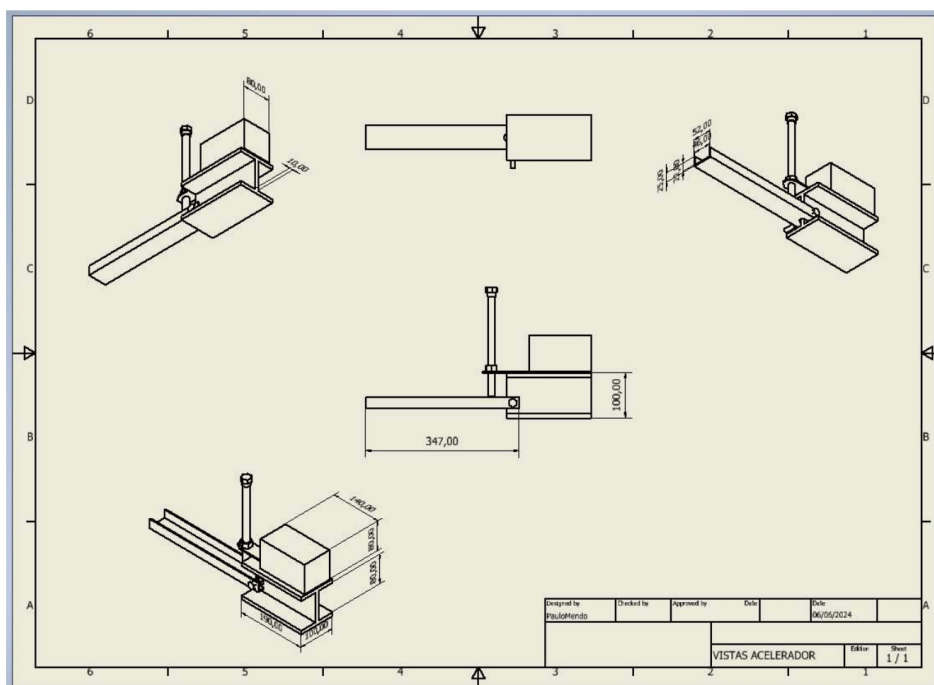


Figura 7.1 – Vistas do acelerador de mão

Acelerador de Mão

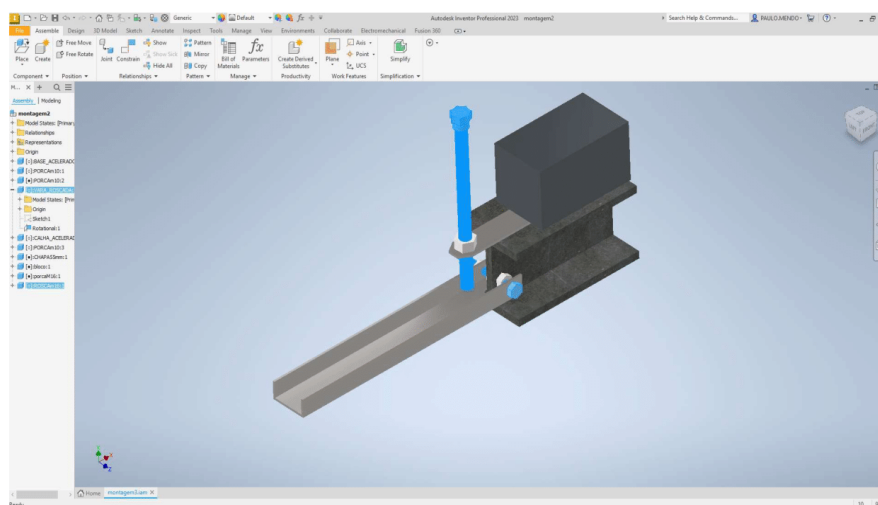


Figura 7.2 – Desenho CAD da montagem das peças.

8. Disposições Finais

O presente Caderno de Encargos constitui o acordo completo e final entre as partes, revogando quaisquer acordos, entendimentos ou negociações anteriores, verbais ou escritos, relativos ao objeto do presente instrumento.

As partes declaram que leram e compreenderam o presente Caderno de Encargos e que o assinaram livre e voluntariamente, em duas vias de igual teor e forma, para os mesmos fins.

Cliente

Fornecedor

B- Caderno de encargos de Base de suporte de Banhos



Caderno de Encargos

Peça: Base de suporte de banhos

Data: 26 de Abril de 2024

Cliente: ISQ

Fornecedor:

Índice

1.	Objeto do caderno de encargos.....	1
2.	Descrição da Peça.....	1
3.	Requisitos técnicos e funcionais.....	1
4.	Prazos de entrega.....	2
5.	Condições de Pagamento.....	2
6.	Garantia.....	2
7.	Desenho técnico da Base de suporte de banhos.....	2
8.	Disposições Finais.....	3

Índice de Figuras

Figura 7.1 – Vistas da peça.....	2
Figura 7.2 – Desenho CAD suporte de banhos.....	3

1. Objeto do caderno de encargos.

O presente Caderno de Encargos tem por objetivo definir as características técnicas e funcionais da peça de base de suporte de banhos a ser fornecida pelo Fornecedor ao ISQ.

2. Descrição da Peça.

A Base de suporte de banhos é uma peça para suporte de equipamento de ensaios com as seguintes características:

- Forma: Retangular, chapa quinada
- Material: Aço de construção 2mm de espessura
- Acabamento: Pintura tinta acrílica de cor preta
- Dimensões:
 - Comprimento: 290 mm (interior)
 - Largura: 240 mm (interior)
 - Altura: 20 mm (interior)
- Tubo de acoplamento:
 - Material: Aço estrutural laminado a quente com costura
 - Diâmetro exterior: 42.4 mm, 2.6 mm de espessura
 - Posição: Centro do suporte, na parte inferior
 - Acabamento: Pintura tinta acrílica de cor preta
 - Furo: diâmetro de 7mm
 - Porca M5x1.5

3. Requisitos técnicos e funcionais.

A Base de suporte de banhos deve atender aos seguintes requisitos técnicos e funcionais:

- Segurança: A peça deve ser segura para uso e não apresentar cantos afiados e outros perigos.
- Funcionalidade: a peça não deverá sofrer deformações com cargas até 150N distribuídas por 4 pontos (apoios do equipamento de banhos).

Suporte de Banhos

4. Prazos de entrega

A Base de suporte de banhos deve ser entregue ao ISQ no prazo de 30 dias após a assinatura do presente Caderno de Encargos.

5. Condições de Pagamento

O pagamento será efetuado em data a determinar posteriormente por transferência bancária.

6. Garantia.

A Base de suporte de banhos terá uma garantia de 1 Ano contra defeitos de fabrico.

7. Desenho técnico da Base de suporte de banhos

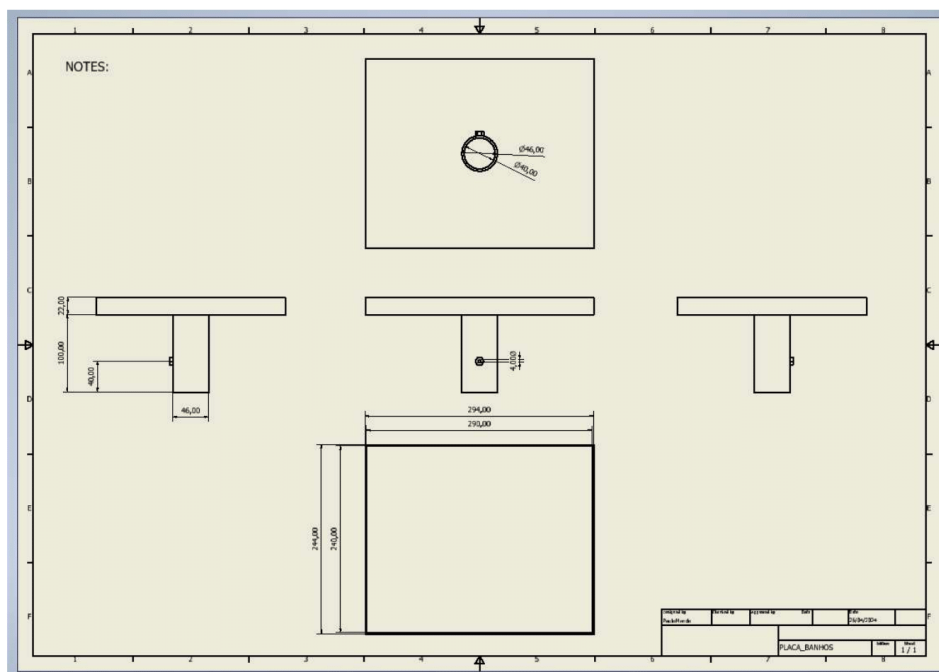


Figura 7.1 – Vistas da peça

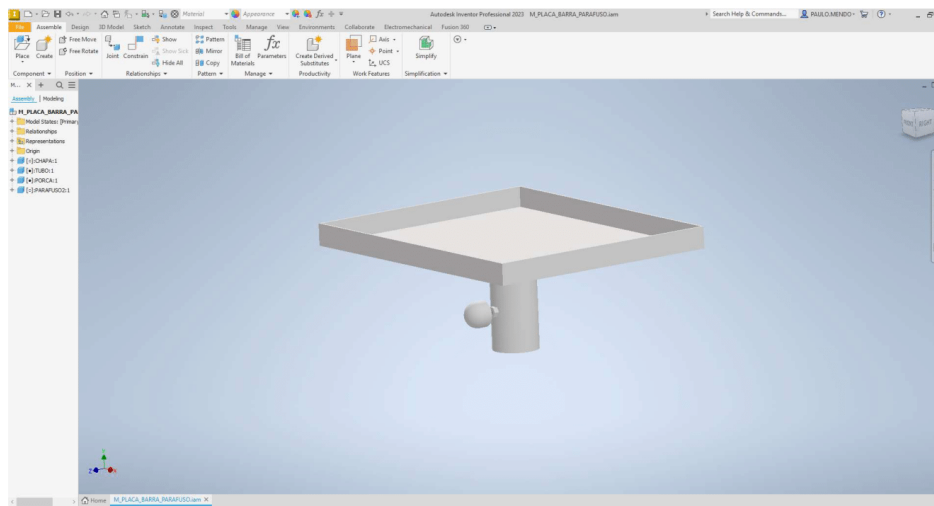


Figura 7.2 – Desenho CAD suporte de banhos

8. Disposições Finais

O presente Caderno de Encargos constitui o acordo completo e final entre as partes, revogando quaisquer acordos, entendimentos ou negociações anteriores, verbais ou escritos, relativos ao objeto do presente instrumento.

As partes declaram que leram e compreenderam o presente Caderno de Encargos e que o assinaram livre e voluntariamente, em duas vias de igual teor e forma, para os mesmos fins.

Cliente

Fornecedor

C- Caderno de encargos de Paquímetro



Caderno de Encargos

Peça: Paquímetro
Data: 2 de Maio de 2024
Cliente: ISQ
Fornecedor:

Índice

1.	Objeto do caderno de encargos	1
2.	Descrição da Peça	1
3.	Requisitos técnicos e funcionais	1
4.	Prazos de entrega.....	1
5.	Condições de Pagamento	1
6.	Garantia	2
7.	Desenho Técnico do Paquímetro	2
8.	Disposições Finais	3

Índice de figuras:

Figura 7.1 – Vistas do paquímetro.....	2
Figura 7.2 – Montagem das peças do paquímetro.	3

1. Objeto do caderno de encargos

O presente Caderno de Encargos tem por objetivo definir as características técnicas e funcionais do paquímetro a ser fornecida pelo Fornecedor ao ISQ.

2. Descrição da Peça

O paquímetro é um equipamento de medida com as seguintes características:

- **Materiais:** tubo Alumínio 30x30 com olhais, placa de Baquelite 5 mm de espessura
 - Parafusos M6 55mm Din 931 8.8 min
 - Porcas M6 freadas Din 985
 - Anilhas 10 Din 125
 - Porcas M10 Freadas Din 934
 - Anilhas Din 125
 - Anilhas Din
 - Pvc preto 30x700x5 mm

3. Requisitos técnicos e funcionais

O Equipamento deve atender aos seguintes requisitos técnicos e funcionais:

- **Segurança:** A peça deve ser segura para uso e não apresentar cantos afiados e outros perigos.
- Gama de leitura de 0 a 200 mm
- Leitura com erro máximo de ± 1 mm

4. Prazos de entrega

O Paquímetro deve ser entregue ao ISQ no prazo de 30 dias após a assinatura do presente Caderno de Encargos.

5. Condições de Pagamento

O pagamento será efetuado em data a determinar posteriormente por transferência bancária.

Paquímetro

6. Garantia

O paquímetro terá uma garantia de 1 Ano contra defeitos de fabrico.

7. Desenho Técnico do Paquímetro

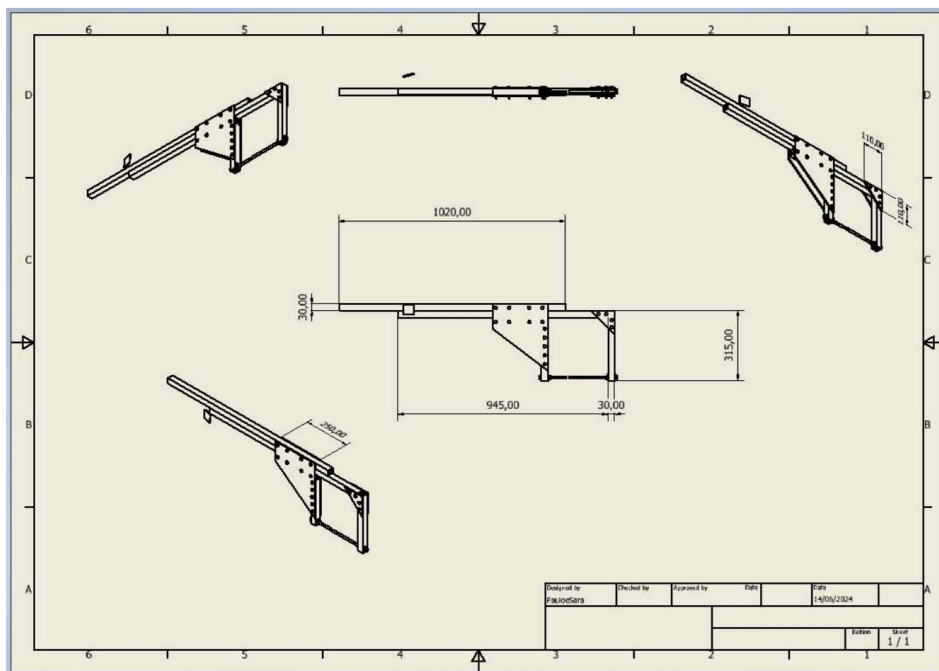


Figura 7.1 – Vistas do paquímetro

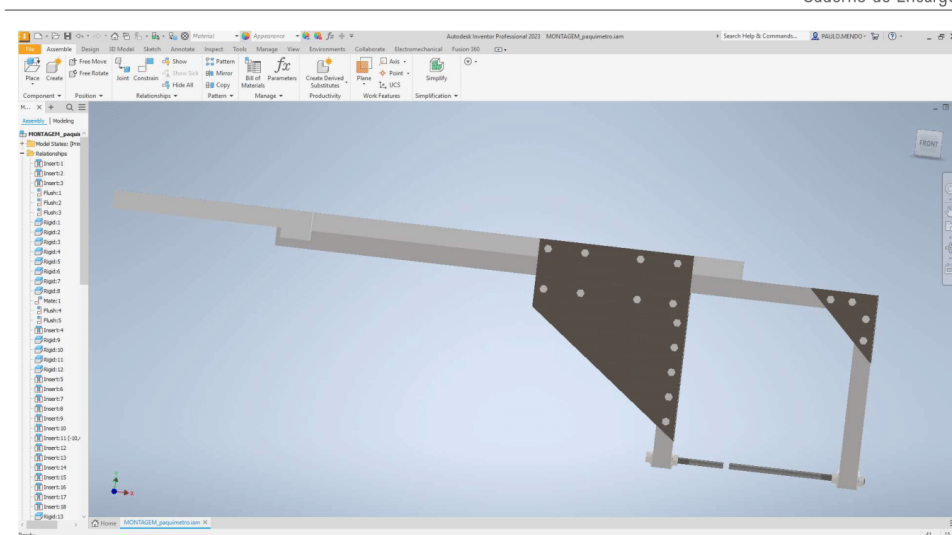


Figura 7.2 – Montagem das peças do paquímetro.

8. Disposições Finais

O presente Caderno de Encargos constitui o acordo completo e final entre as partes, revogando quaisquer acordos, entendimentos ou negociações anteriores, verbais ou escritos, relativos ao objeto do presente instrumento.

As partes declaram que leram e compreenderam o presente Caderno de Encargos e que o assinaram livre e voluntariamente, em duas vias de igual teor e forma, para os mesmos fins.

Cliente

Fornecedor

8. Anexos

Anexo A -- Apêndice 2 do anexo 1 Decreto 30-1987 14 de Agosto.

ANEXO 1

APÊNDICE 2

Métodos e processos a adoptar na medição e controle da isoterмия e da eficiência dos dispositivos de arrefecimento ou de aquecimento dos equipamentos especializados para o transporte de produtos alimentares perecíveis.

A) Definições e generalidades

1 - Coeficiente K. - O coeficiente global de transmissão térmica (coeficiente K, em certos países designado por coeficiente U), que caracteriza a isoterмия dos equipamentos, é definido pela relação seguinte:

$$K = W / (S \times (\Delta)(\theta))$$

onde W é a potência térmica despendida no interior da caixa de superfície média S e necessária para manter em regime permanente a diferença, em valor absoluto $(\Delta)(\theta)$, entre as temperaturas média interior $(\theta)(i)$ e exterior $(\theta)(e)$ quando a temperatura média exterior $(\theta)(e)$ é constante.

2 - A superfície média S da caixa é a média geométrica da superfície interior $S(i)$ e da superfície exterior $S(e)$ da caixa:

(ver documento original)

A determinação das duas superfícies, $S(i)$ e $S(e)$, é calculada tendo em conta as singularidades de estrutura da caixa e as irregularidades da superfície, tais como arredondados, reentrâncias para a passagem das rodas, etc., e de que se fará menção em rubrica própria da acta de ensaio prevista mais adiante; contudo, se a caixa apresentar um revestimento do tipo de chapa metálica ondulada, a superfície a considerar é a superfície plana projectada correspondente, a não a superfície desdobrada.

3 - No caso de caixas paralelepípedicas, a temperatura média interior da caixa $(\theta)(i)$ é a média aritmética das temperaturas medidas a 10 cm das paredes nos seguintes doze pontos:

a) Nos oito ângulos interiores da caixa;

b) No centro das quatro faces interiores da caixa de maior superfície. Se a caixa não for de forma paralelepípedica, os doze pontos de medição devem ser distribuídos o melhor possível, tendo em conta a forma da caixa.

4 - No caso de caixas paralelepípedicas, a temperatura média exterior da caixa $(\theta)(e)$ é a média aritmética das

temperaturas medidas 10 cm das paredes nos seguintes doze pontos:

- a) Nos oito ângulos exteriores da caixa;
- b) No centro das quatro faces exteriores da caixa de maior superfície. Se a caixa não for de forma paralelepípedica, os doze pontos de medição devem ser distribuídos o melhor possível, tendo em conta a forma da caixa.

5 - A temperatura média das paredes da caixa é a média aritmética da temperatura média exterior da caixa e da temperatura média interior da caixa

$$\frac{((\theta_e) + (\theta_i))}{2}$$

6 - Regime Permanente. - O regime é considerado permanente se se verificarem as duas seguintes condições:
 As temperaturas médias exterior e interior da caixa durante um período mínimo de doze horas não sofrerem flutuações superiores a (mais ou menos) 0,5°C;
 As potências térmicas médias medidas durante três horas, pelo menos, antes e depois daquele período mínimo de doze horas, diferirem entre si menos de 3%.

B) Isotermia dos equipamentos

Modos de proceder para medir o coeficiente K

a) Equipamentos com exclusão das cisternas destinadas ao transporte de líquidos alimentares

7 - O controle da isotermia destes equipamentos será efectuado em regime permanente, quer pelo método de arrefecimento interior, quer pelo método de aquecimento interior. Em ambos os casos, o equipamento será colocado, sem qualquer carga, numa câmara isotérmica.

8 - Independentemente do método utilizado, a temperatura média da câmara isotérmica será mantida durante todo o ensaio uniforme e constante, com uma tolerância de (mais ou menos) 0,5°C, a um nível tal que a diferença entre a temperatura interior do equipamento e a temperatura na câmara isotérmica seja de, pelo menos, 20°C, mantendo-se a temperatura média das paredes da caixa a (mais ou menos) 20°C, aproximadamente.

9 - Aquando da determinação do coeficiente global de transmissão térmica (coeficiente K) pelo método de arrefecimento interior, a

temperatura de orvalho na atmosfera da câmara isotérmica será mantida a +25°C, com um desvio de (mais ou menos) 2°C. Durante o ensaio, tanto pelo método de arrefecimento interior como pelo método de aquecimento interior, a atmosfera da câmara será movimentada continuamente, de maneira a que a velocidade de passagem do ar, a 10 cm das paredes, se mantenha entre 1 m e 2 m por segundo.

10 - Quando for utilizado o método de arrefecimento interior, serão colocados no interior da caixa um ou vários permutadores de calor. A superfície destes permutadores deverá ser tal que, quando forem percorridos por um fluido cuja temperatura não seja inferior a 0°C (ver nota 1), a temperatura média interior da caixa permaneça inferior a +10°C depois de estabelecido o regime permanente. Quando for utilizado o método de aquecimento, serão utilizados dispositivos de aquecimento eléctrico (resistências, etc.). Os permutadores de calor ou os dispositivos de aquecimento eléctrico serão munidos de um dispositivo de movimentação de ar com débito suficiente para que a diferença máxima entre as temperaturas de quaisquer dois dos doze pontos indicados no parágrafo 3 deste apêndice não exceda 3°C depois de estabelecido o regime permanente.

11 - Serão colocados no interior e no exterior da caixa, nos pontos indicados nos parágrafos 3 e 4 do presente apêndice, instrumentos de medição da temperatura protegidos contra a radiação.

12 - Os aparelhos de produção e distribuição de frio ou de calor, de medição da potência frigorífica ou calorífica permutada e do equivalente calorífico dos ventiladores de movimentação do ar serão postos em funcionamento.

13 - Depois de estabelecido o regime permanente, a diferença máxima entre as temperaturas no ponto mais quente e no ponto mais frio do exterior da caixa não poderá exceder 2°C.

14 - A temperatura média exterior e a temperatura média interior da caixa devem ser medidas a ritmo não inferior a quatro determinações por hora.

15 - O ensaio prosseguirá durante o tempo necessário até ficar assegurado que o regime é permanente (v. parágrafo 6 do presente apêndice). No caso de as determinações não serem todas elas realizadas e registadas automaticamente, o ensaio deverá ser prolongado durante um período de oito horas consecutivas, a fim de se verificar a permanência do regime e de medições se efectuarem as medições definitivas.

(nota 1) A fim de evitar os fenómenos de formação de geada.

b) Equipamentos-cisternas destinados ao transporte de líquidos alimentares

16 - O método a seguir exposto apenas se aplica aos equipamentos-cisternas, com um ou mais compartimentos, destinados exclusivamente ao transporte de líquidos alimentares, tais como o leite. Cada compartimento destas cisternas compreende, pelo menos, uma abertura que permita a entrada de um homem e uma abertura de descarga; no caso de haver vários compartimentos, estes serão separados uns dos outros por tabiques verticais não isolados.

17 - O controle será efectuado em regime permanente pelo método do aquecimento interior da cisterna, colocada, sem qualquer carga, numa câmara isotérmica.

18 - Durante todo o ensaio a temperatura média da câmara isotérmica deverá ser mantida uniforme e constante, com uma tolerância de (mais ou menos) $0,5^{\circ}\text{C}$, e ficar compreendida no intervalo entre $+15^{\circ}\text{C}$ e $+20^{\circ}\text{C}$; a temperatura média interior da cisterna será mantida entre $+45^{\circ}\text{C}$ e $+50^{\circ}\text{C}$ em regime permanente, estando a temperatura média das paredes da cisterna entre $+30^{\circ}\text{C}$ e $+35^{\circ}\text{C}$.

19 - A atmosfera da câmara será movimentada continuamente, de maneira a que a velocidade de passagem do ar, a 10 cm das paredes, se mantenha entre 1 m e 2 m por segundo.

20 - Será colocado no interior da cisterna um permutador de calor. Se a cisterna tiver mais de um compartimento, será colocado em cada um deles um permutador de calor. Estes permutadores compreenderão resistências eléctricas e um ventilador com débito suficiente para que o desvio de temperatura entre as temperaturas máxima e mínima no interior de cada um dos compartimentos não exceda 3°C , depois de estabelecido o regime permanente. Se a cisterna tiver mais de um compartimento, a temperatura média do compartimento mais frio não deverá diferir em mais de 2°C da temperatura média do compartimento mais quente, sendo as temperaturas medidas tal como se indica no parágrafo 21 do presente apêndice.

21 - Serão colocados no interior e no exterior da cisterna, a 10 cm das paredes, da maneira a seguir indicada, instrumentos de medição da temperatura protegidos contra a radiação:

a) Se a cisterna tiver um só compartimento, as medições far-se-ão, no mínimo, em doze pontos, a saber:

As quatro extremidades de dois diâmetros perpendiculares entre si, sendo um horizontal e o outro vertical, na proximidade de cada um dos dois topos;

As quatro extremidades de dois diâmetros perpendiculares entre si, formando ângulos de 45° com a horizontal, situados no plano axial da cisterna;

b) Se a cisterna possuir mais de um compartimento, a distribuição será a seguinte:

Para cada um dos dois compartimentos dos extremos, no mínimo:

As extremidades de um diâmetro horizontal na proximidade do topo e as extremidades de um diâmetro vertical na proximidade do tabique de separação;

Para cada um dos outros compartimentos, no mínimo:

As extremidades de um diâmetro inclinado formando ângulos de 45° com a horizontal na vizinhança de um dos tabiques e as extremidades de um diâmetro perpendicular ao anterior e na proximidade do outro tabique.

A temperatura média interior e a temperatura média exterior, para a cisterna, serão a média aritmética de todas as determinações feitas no interior e no exterior, respectivamente.

Para as cisternas com mais de um compartimento, a temperatura média interior de cada compartimento será a média aritmética das determinações relativas a esse compartimento, sendo estas determinações, no mínimo, de quatro.

22 - Os aparelhos de aquecimento e de movimentação do ar, de medição da quantidade de calor permutada e do equivalente calorífico dos ventiladores de agitação do ar serão postos em funcionamento.

23 - Uma vez estabelecido o regime permanente, a diferença máxima entre as temperaturas nos pontos mais quente e mais frio no exterior da cisterna não deverá exceder 2°C.

24 - A temperatura média exterior e a temperatura média interior da cisterna devem ser medidas a ritmo não inferior a quatro determinações por hora.

25 - O ensaio prosseguirá durante todo o tempo necessário até ficar assegurado que o regime é permanente (v. parágrafo 6 do presente apêndice).

No caso de as determinações não serem todas elas realizadas e registadas automaticamente, o ensaio deverá ser prolongado durante

um período de oito horas consecutivas, a fim de se verificar a permanência do regime e de se efectuarem as medições definitivas.

c) Disposições comuns a todos os tipos de equipamentos isotérmicos

i) Verificação do coeficiente K

26 - Quando os ensaios têm por objectivo não a determinação do coeficiente K mas sim verificar simplesmente se este coeficiente é inferior a um dado limite, os ensaios efectuados nas condições indicadas nos parágrafos 7 a 25 do presente apêndice poderão ser suspensos, desde que, das medições já efectuadas, resulte que o coeficiente K satisfaz as condições exigidas.

ii) Precisão das medidas do coeficiente K

27 - As estações de ensaio deverão estar providas do equipamento e instrumentos necessários para que o coeficiente K seja determinado com o erro máximo de medição de (mais ou menos) 10%.

iii) Actas dos ensaios

28 - Para cada ensaio será redigida uma acta do tipo apropriado ao equipamento em questão, de acordo com um ou outro dos modelos n.os 1 e 2 adiante reproduzidos.

Controle da isoterмия dos equipamentos em utilização

29 - Com vista ao controle da isoterмия de cada um dos equipamentos em utilização, a que se referem os pontos b) e c) do parágrafo 1 do apêndice 1 do presente anexo, as autoridades competentes poderão:

Aplicar os métodos descritos nos parágrafos 7 a 27 do presente apêndice; ou

Nomear peritos encarregados de apreciar se o equipamento está apto a manter-se numa ou noutra das categorias de equipamentos isotérmicos. Estes peritos devem ter em conta os dados seguintes e fundamentar as suas conclusões nos critérios abaixo indicados:

a) Exame geral do equipamento. - Este exame será efectuado, procedendo-se a uma vistoria do equipamento, com o fim de determinar, pela seguinte ordem:

i) A concepção geral do revestimento isolante;

ii) O modo de aplicação do isolamento;

iii) A natureza e o estado das paredes;

iv) O estado de conservação do recinto isotérmico;

v) A espessura das paredes;

e de fazer todas as observações relativas às possibilidades isotérmicas do equipamento. Para esse efeito, os peritos poderão mandar proceder a desmontagens parciais e exigir todos os documentos necessários para examinar o equipamento (planos, actas de ensaio, memórias descritivas, facturas, etc.);

b) Exame de estanquidade ao ar (não se aplica aos equipamentos-cisternas). - O controle será feito por um observador fechado no interior do equipamento, sendo este colocado numa zona fortemente iluminada. Poderá utilizar-se qualquer outro método que dê resultados mais precisos;

c) Decisões:

i) Se as conclusões respeitantes ao estado geral da caixa foram favoráveis, o equipamento poderá ser mantido em serviço como isotérmico, na sua categoria de origem, por um novo período de duração máxima de três anos. Se as conclusões do perito ou dos peritos forem desfavoráveis, o equipamento só poderá manter-se em serviço depois de se submeter com êxito aos ensaios efectuados em estação descritos nos parágrafos 7 a 27 do presente apêndice; poderá, neste caso, ser mantido em serviço durante um novo período de seis anos;

ii) Se se tratar de equipamentos construídos em série, segundo um tipo determinado que satisfaçam o disposto no parágrafo 2 do apêndice 1 do presente anexo e que pertençam a um mesmo proprietário, poder-se-á proceder, para além do exame a cada equipamento, à medição do coeficiente K de, pelo menos, 1% do número destes equipamentos, realizando-se essa medição de acordo com o disposto nos parágrafos 7 a 27 do presente apêndice. Se os resultados dos exames e das medições forem favoráveis, todos estes equipamentos poderão ser mantidos em serviço como isotérmicos, na sua categoria de origem, por um novo período de seis anos.

Disposições transitórias aplicáveis aos equipamentos novos

30 - Durante quatro anos a partir da data da entrada em vigor do presente Acordo, nos termos do disposto no parágrafo 1 do artigo 11.º, se por motivo de insuficiência das estações de ensaio não for possível medir-se o coeficiente K dos equipamentos utilizando-se os métodos descritos nos parágrafos 7 a 27 do presente apêndice, a verificação de que os equipamentos isotérmicos novos se encontram

conformes com as normas prescritas no presente anexo poderá ser feita aplicando-se o disposto no parágrafo 29 e completando-a com uma avaliação da isoterminia, baseando-se esta nas seguintes considerações:

O material isolante dos elementos principais (paredes laterais, pavimento, tecto, postigos, portas, etc.) do equipamento deverá ter uma espessura sensivelmente uniforme e superior, em metros, ao número que se obtém dividindo-se o coeficiente de condutividade térmica deste material em meio húmido pelo coeficiente K exigido para a categoria na qual se requereu que o equipamento fosse admitido.

C) Eficiência dos dispositivos térmicos dos equipamentos

Modos de proceder para determinar a eficiência dos dispositivos térmicos dos equipamentos

31 - A determinação da eficiência dos dispositivos térmicos dos equipamentos será efectuada conforme os métodos descritos nos parágrafos 32 a 47 do presente apêndice.

Equipamentos refrigerados

32 - O equipamento, sem qualquer carga, será colocado numa câmara isotérmica, cuja temperatura média será mantida uniforme e constante a $+30^{\circ}\text{C}$, com (mais ou menos) $0,5^{\circ}\text{C}$ de tolerância. A atmosfera da câmara será mantida húmida, regulando a temperatura de orvalho a $+25^{\circ}\text{C}$, com tolerância de (mais ou menos) 2°C , e será movimentada, tal como se indica no parágrafo 29 do presente apêndice.

33 - Serão colocados no interior e no exterior da caixa, nos pontos indicados nos parágrafos 3 e 4 do presente apêndice, dispositivos de medição da temperatura protegidos contra a radiação.

34 - a) Para todos os equipamentos, com excepção dos de placas eutéticas fixas e dos de sistema de gás liquefeito, a quantidade máxima de agente frigorígeno indicada pelo construtor, ou que, na prática, possa ser normalmente instalada, será carregada para os locais previstos quando a temperatura média interior da caixa tenha atingido a temperatura média exterior da caixa ($+30^{\circ}\text{C}$). As portas, postigos e outras aberturas serão fechados e os dispositivos de ventilação interior do equipamento (se existirem) serão postos em funcionamento no seu regime máximo. Além disso, para os equipamentos novos será colocado na caixa um dispositivo de aquecimento com uma potência igual a 35% daquela que é permutada em regime permanente através das paredes, o qual será

posto em funcionamento quando a temperatura prevista para a classe pressuposta do equipamento tiver sido atingida. Não poderá ser efectuada durante o ensaio qualquer recarga de agente frigorígeno.

b) Para os equipamentos de placas eutéticas fixas o ensaio compreenderá uma fase prévia de congelação da solução eutética. Para esse efeito, logo que a temperatura média interior da caixa e a temperatura das placas tiverem atingido a temperatura média exterior (+30°C) e depois de terem sido fechadas as portas e aberturas, será posto em funcionamento, durante 18 horas consecutivas, o dispositivo de arrefecimento das placas. Se o dispositivo de arrefecimento das placas incluir uma máquina de funcionamento cíclico, a duração total de funcionamento desse dispositivo será de 24 horas.

Imediatamente após a paragem do dispositivo de arrefecimento será colocado na caixa, para os equipamentos novos, um dispositivo de aquecimento com uma potência igual a 35% da que é permutada em regime permanente através das paredes, o qual será posto em funcionamento quando a temperatura prevista para a classe pressuposta do equipamento tiver sido atingida. Não poderá ser efectuada durante o ensaio qualquer operação de recongelação da solução.

c) Para os equipamentos providos de sistema que utilize gás liquefeito o ensaio efectuar-se-á procedendo-se do seguinte modo: quando a temperatura média interior da caixa tiver atingido a temperatura média exterior (+30°C), os recipientes destinados a receber o gás liquefeito são enchidos até ao nível indicado pelo construtor. Em seguida, as portas, postigos e outras aberturas serão fechados como em serviço normal e os dispositivos de ventilação interior do equipamento (se existirem) serão postos em funcionamento no seu regime máximo. O termostato será regulado para uma temperatura que não vá além de dois graus abaixo da temperatura limite da presumida classe do equipamento.

Em seguida proceder-se-á ao arrefecimento da caixa, ao mesmo tempo que se vai substituindo o gás liquefeito consumido. Esta substituição efectuar-se-á durante o mais curto dos seguintes dois períodos:

O tempo que medeia entre o início do arrefecimento e o momento em que a temperatura prevista para a presumida classe do equipamento é atingida pela primeira vez;

Um período de três horas, contado a partir do início do arrefecimento.

Passado este período, não poderá ser efectuada durante o ensaio qualquer recarga dos referidos depósitos. Para os equipamentos novos, quando a temperatura da classe é atingida, será colocado na

caixa um dispositivo de aquecimento com potência igual a 35% da que é permutada em regime permanente através das paredes.

35 - A temperatura média exterior e a temperatura média interior da caixa serão determinadas, pelo menos, de 30 em 30 minutos.

36 - O ensaio prolongar-se-á durante doze horas após o momento em que a temperatura média interior da caixa tiver atingido o limite inferior fixado para a classe pressuposta do equipamento (A = +7°C; B = -10°C; C = -20°C; D = 0°C) ou, para os equipamentos de placas eutéticas fixas, após a paragem do dispositivo de arrefecimento. O ensaio será considerado satisfatório se durante esse período de doze horas a temperatura média interior da caixa não ultrapassar aquele limite inferior.

Equipamentos frigoríficos

37 - O ensaio será efectuado nas condições mencionadas nos parágrafos 32 e 33 do presente apêndice.

38 - Quando a temperatura média interior da caixa tiver atingido a temperatura exterior (+30°C), as portas, postigos e outras aberturas serão fechados e o dispositivo de produção de frio, bem como os dispositivos de ventilação interior (se existirem), serão postos em funcionamento no seu regime máximo.

Além disso, para os equipamentos novos será colocado na caixa um dispositivo de aquecimento com potência igual a 35% da que é permutada em regime permanente através das paredes, o qual será posto em funcionamento quando a temperatura prevista para a classe pressuposta do equipamento tiver sido atingida.

39 - A temperatura média exterior e a temperatura média interior da caixa serão determinadas, pelo menos, de 30 em 30 minutos.

40 - O ensaio prolongar-se-á durante doze horas após o momento em que a temperatura média interior da caixa tiver atingido:

O limite inferior fixado para a classe pressuposta do equipamento, se se tratar das classes A, B ou C (A = 0°C; B = -10°C; C = -20°C); ou
O limite superior fixado para a classe pressuposta do equipamento, se se tratar das classes D, E ou F (D = 0°C; E = -10°C; F = -20°C).

O ensaio será considerado satisfatório se o dispositivo de produção de frio estiver apto a manter durante essas doze horas o regime de temperatura previsto, não se considerando, para esse efeito, os períodos de descongelação automática da unidade de arrefecimento.

41 - Se o dispositivo de produção de frio, com todos os seus acessórios, tiver sido submetido isoladamente a um ensaio de

determinação da sua potência frigorífica útil nas temperaturas de referência previstas, tendo sido aprovado pela autoridade competente, o equipamento de transporte pode ser considerado como frigorífico, dispensando o ensaio de eficiência, se a potência frigorífica do dispositivo, multiplicada pelo factor 1,75, for superior às perdas térmicas em regime permanente através das paredes para a classe considerada. Estas disposições não se aplicam, contudo, aos equipamentos classificados como equipamentos de referência mencionados no parágrafo 2 do apêndice 1 do presente anexo.

42 - Se a máquina frigorífica for substituída por outra de tipo diferente, a autoridade competente poderá:

a) Exigir que o equipamento se submeta às determinações ou aos controlos previstos nos parágrafos 37 a 40; ou

b) Assegurar-se de que a potência frigorífica útil da nova máquina é, para a temperatura prevista para a classe do equipamento, igual ou superior à da máquina substituída; ou ainda

c) Assegurar-se de que a potência frigorífica útil da nova máquina satisfaz o disposto no parágrafo 41.

Equipamentos caloríficos

43 - O equipamento, sem qualquer carga, será colocado numa câmara isotérmica, cuja temperatura será mantida uniforme e constante, a um nível tão baixo quanto possível. A atmosfera da câmara será agitada, tal como se indica no parágrafo 9 do presente apêndice.

44 - Serão colocados no interior e no exterior da caixa, nos pontos indicados nos parágrafos 3 e 4 do presente apêndice, instrumentos de medição da temperatura protegidos contra a radiação.

45 - As portas, postigos e outras aberturas serão fechados e o equipamento de produção de calor, bem como (se existirem) os dispositivos de ventilação interior, serão postos a funcionar no seu regime máximo.

46 - A temperatura média exterior e a temperatura média interior da caixa serão determinadas, pelo menos, de 30 em 30 minutos.

47 - O ensaio será prolongado durante doze horas após o momento em que a diferença entre a temperatura média interior da caixa e a temperatura média exterior tiver atingido o valor que corresponde às condições fixadas para a classe pressuposta do equipamento, aumentado de 35% para os equipamentos novos. O ensaio será

considerado satisfatório se o dispositivo de produção de calor estiver apto a manter durante aquelas doze horas a diferença de temperatura prevista.

Actas dos ensaios

48 - Para cada ensaio será redigida uma acta de tipo apropriado ao equipamento em questão, de acordo com um ou outro dos modelos n.os 3 a 5 mais adiante reproduzidos.

Controle da eficiência dos dispositivos térmicos dos equipamentos em utilização

49 - Com vista ao controle da eficiência do dispositivo térmico de cada equipamento refrigerado, frigorífico ou calorífico em utilização, a que se referem os pontos b) e c) do parágrafo 1 do apêndice 1 do presente anexo, as autoridades competentes poderão:

Aplicar os métodos descritos nos parágrafos 32 a 47 do presente apêndice; ou

Nomear peritos encarregados de aplicar as seguintes disposições:

a) Equipamentos refrigerados. - Verificar-se-á se a temperatura interior do equipamento, estando este sem qualquer carga, que previamente foi conduzida até à temperatura exterior, pode ser conduzida até à temperatura limite prevista para a classe do equipamento no presente anexo e se ela pode manter-se abaixo desta temperatura durante um tempo t tal que $t \geq (12 (\Delta)(\theta))/(\Delta)(\theta)'$ sendo $(\Delta)(\theta)$ a diferença entre $+30^{\circ}\text{C}$ e esta temperatura limite e sendo $(\Delta)(\theta)'$ a diferença entre a temperatura média exterior durante o ensaio e a referida temperatura limite, não podendo a temperatura exterior ser inferior a $+15^{\circ}\text{C}$. Se os resultados forem favoráveis, os equipamentos poderão ser mantidos ao serviço como refrigerados, na sua classe de origem, por um novo período de duração máxima de três anos;

b) Equipamentos frigoríficos. - Verificar-se-á se a temperatura interior pode ser conduzida, estando o equipamento sem qualquer carga e não sendo a temperatura exterior inferior a $+15^{\circ}\text{C}$:

Para as classe A, B ou C, até à temperatura mínima da classe do equipamento prevista no presente anexo;

Para as classes D, E ou F, até à temperatura limite da classe do equipamento prevista no presente anexo.

Se os resultados forem favoráveis, os equipamentos poderão ser mantidos ao serviço como frigoríficos, na sua classe de origem, por um novo período de duração máxima de três anos;

c) Equipamentos caloríficos. - Verificar-se-á se a diferença entre a temperatura interior do equipamento e a temperatura exterior, que determina a classe à qual o equipamento pertence, prevista no presente anexo (22°C para a classe A e 32°C para a classe B) pode ser atingida e mantida durante, pelo menos, doze horas. Se os resultados forem favoráveis, os equipamentos poderão ser mantidos ao serviço como caloríficos, na sua classe de origem, por um novo período de duração máxima de três anos;

d) Disposições comuns aos equipamentos refrigerados, frigoríficos e caloríficos:

i) Se os resultados não forem favoráveis, os equipamentos refrigerados, frigoríficos ou caloríficos só poderão ser mantidos ao serviço na sua classe de origem depois de se submeterem com êxito aos ensaios em estação descritos nos parágrafos 32 a 47 do presente apêndice; nesse caso, poderão ser mantidos ao serviço na sua classe de origem por um novo período de seis anos;

ii) Se se tratar de equipamentos refrigerados, frigoríficos ou caloríficos construídos em série, segundo um tipo determinado, que satisfaçam o disposto no parágrafo 2 do apêndice 1 do presente anexo e que pertençam a um mesmo proprietário, para além do exame aos dispositivos térmicos de cada equipamento, que é efectuado com vista a verificar se o seu estado geral é aparentemente satisfatório, a determinação da eficiência dos dispositivos de arrefecimento ou de aquecimento poderá ser efectuada em estação de ensaio, nos termos do disposto nos parágrafos 32 a 47 do presente apêndice, de, pelo menos, 1% do número destes equipamentos. Se os resultados daqueles exames e esta determinação forem favoráveis, todos estes equipamentos poderão ser mantidos ao serviço, na sua classe de origem, por um novo período de seis anos.

Disposições transitórias aplicáveis aos equipamentos novos

50 - Durante quatro anos a partir da data de entrada em vigor do presente Acordo, nos termos do disposto no parágrafo 1 do artigo 11.º, se por motivo de insuficiência das estações de ensaio não for possível determinar-se a eficiência dos dispositivos térmicos dos equipamentos utilizando-se os métodos descritos nos parágrafos 32 a 47 do presente apêndice, a verificação de que os equipamentos novos, refrigerados, frigoríficos ou caloríficos se encontram em conformidade com as normas poderá ser realizada aplicando-se o disposto no parágrafo 49 do presente apêndice.